

Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente

Jane Raquel Silva de Oliveira

RESUMO

As atividades experimentais no ensino de ciências têm sido bastante discutidas entre os pesquisadores da área de educação em ciências, especialmente em relação às suas finalidades e tipos de abordagens. Os objetivos deste trabalho são discutir tais aspectos das atividades experimentais e reunir elementos que possam fornecer subsídios à prática docente. São discutidas inicialmente as principais contribuições das aulas experimentais e suas implicações no ensino de ciências. Em seguida, são analisados os principais tipos de abordagens das atividades experimentais (demonstração, verificação e investigação), ressaltando seus limites e possibilidades, bem como as estratégias para sua aplicação no contexto escolar.

Palavras-chave: Atividades Experimentais. Ensino de Ciências. Prática Docente.

Contributions and approaches of the experimental activities in the science teaching: Gathering elements for the educational practice

ABSTRACT

The purposes and approach types of the experimental activities in the science teaching have been enough discussed among the researchers of the science education area. The objectives of this paper are to discuss such aspects of the experimental activities and to gather elements that can provide subsidies for the educational practice. At first, the main contributions of the experimental classes and their implications in the science teaching are discussed. The main approach types of the experimental activities are also analyzed (demonstration, verification and investigation), highlighting their limits and possibilities, as well as the strategies for their application in the school context.

Keywords: Experimental activities. Science teaching. Educational practice.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a experimentação no ensino de ciências vem sendo intensamente debatida entre pesquisadores da área de educação em ciências e geralmente apontada como um importante recurso no desenvolvimento de saberes conceituais, procedimentais e atitudinais (GALIAZZI et al., 2001). Alguns estudos reportados na literatura ressaltam também o frequente interesse dos alunos por atividades dessa natureza, bem como relatos

Jane Raquel Silva de Oliveira é Mestre em Ciências (área de Química) pelo Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo. Doutoranda em Química pela Universidade Federal de São Carlos. Endereço: Rod. Washington Luiz, Km 235, São Carlos/SP, CEP 13565-905. E-mail: janeraquelo@yahoo.com.br

de professores sobre relevância da prática experimental na escola como instrumento para a aprendizagem de ciências (LABURÚ, 2005; FRANCISCO Jr., 2008).

Apesar de tais interesses, vários docentes – mesmo aqueles que as aplicam com frequência em suas aulas – desconhecem muitas das possíveis contribuições e abordagens das atividades experimentais para o ensino de ciências ou, conforme ressaltam Galiazzi e colaboradores (2001), eles têm visões equivocadas sobre suas finalidades no contexto escolar.

Buscando mudanças nesse quadro, nos últimos anos, um grande número de pesquisadores tem se empenhado em compreender especificamente qual realmente é o papel das atividades experimentais, quais as formas de abordá-las em sala de aula e quais as estratégias que favoreçam sua aplicação. Se por um lado estudos dessa natureza têm revelado os esforços da comunidade da área em contribuir para a melhoria das atividades experimentais no ensino de ciências, por outro lado muitos aspectos dessa prática pedagógica ainda aparecem repletos de controvérsias. De fato, segundo Araújo e Abib (2003), a experimentação vem sendo proposta e discutida na literatura de forma bastante diversa quanto ao significado que tais atividades podem assumir no contexto escolar. Esses autores alteram também para o fato de que,

[...] apesar da pesquisa sobre essa temática revelar diferentes tendências e modalidades para o uso da experimentação, essa diversidade, ainda pouco analisada e discutida, não se explicita nos materiais de apoio aos professores. Ao contrário do desejável, a maioria dos manuais de apoio ou livros didáticos disponíveis para auxílio do trabalho dos professores consiste ainda de orientações do tipo “livro de receitas”, associadas fortemente a uma abordagem tradicional de ensino [...]. (ARAÚJO; ABIB, 2003, p.177)

Diante deste cenário, realizou-se uma seleção de alguns desses estudos com o intuito de reunir elementos que possam fornecer um quadro mais esclarecedor sobre o tema e contribuir para a prática pedagógica da experimentação nas aulas de ciências. Adotou-se, então, como quadro teórico de referência trabalhos que reportassem pesquisas empíricas ou discussões teóricas abordando, principalmente, os seguintes aspectos da experimentação: seus objetivos/papéis, suas formas de abordagem e estratégias didáticas para sua implementação em aulas de ciências. As considerações apresentadas neste trabalho foram pautadas nos estudos de autores como Hodson (1994), Arruda e Laburú (1998), Giordan (1999), Borges (2002), Araújo; Abib, 2003; Galiazzi e Gonçalves (2004), Carvalho et al. (2005), Gaspar e Monteiro (2005), Suart e Marcondes (2008), dentre outros citados ao longo do texto.

Pretende-se ao longo deste texto trazer elementos que permitam, ainda que parcialmente, responder aos seguintes questionamentos:

- Que competências e habilidades podem ser desenvolvidas nos alunos através da realização de atividades experimentais?

- Quais as dificuldades para o desenvolvimento de certas competências e habilidades no contexto das aulas experimentais, e quais estratégias podem ser empregadas para tentar superá-las?
- De que maneira as atividades experimentais podem ser abordadas nas aulas de ciências? Quais as limitações e contribuições de cada tipo de abordagem?
- Que estratégias podem ser colocadas em funcionamento a fim de tornar cada tipo de abordagem mais eficaz do ponto de vista pedagógico?

Cabe destacar que, em vez de ditar regras e objetivos rigorosos a serem seguidos, procurou-se adotar neste texto uma abordagem na qual o professor esteja mais livre para analisar as múltiplas possibilidades das aulas experimentais. Partindo desse princípio, são apresentadas a seguir as principais contribuições das atividades experimentais no ensino de ciências, citando-se mesmo aquelas que são relatadas de forma controversa na literatura da área, como, por exemplo, o seu papel motivador e o desenvolvimento de habilidades práticas. Da mesma forma, na descrição sobre as principais formas de abordagem da experimentação em sala de aula procurou-se discutir, além de suas vantagens, suas principais limitações no contexto educacional, bem como estratégias que possam torná-las pedagogicamente mais eficientes.

Acredita-se que as discussões de tais aspectos da experimentação no ensino de ciências são importantes para que os professores – em formação inicial ou em exercício – possam (re)pensar sua prática pedagógica de forma mais crítica, com critérios mais definidos e, então, fazer escolhas mais conscientes quanto à implementação de atividades experimentais no contexto escolar.

CONTRIBUIÇÕES DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

As aulas experimentais podem ser empregadas com diferentes objetivos e fornecer variadas e importantes contribuições no ensino e aprendizagem de ciências. Segundo Carvalho e colaboradores (2005), os fatos e os conceitos se constituem em apenas um dos conteúdos a serem trabalhados e – tão importante quanto – outros tipos de saberes (conceitual, procedimental, atitudinal) também podem ser favorecidos. Nessa perspectiva, algumas das possíveis contribuições das atividades experimentais para o ensino e aprendizagem de ciências são apresentadas a seguir:

a) Para motivar e despertar a atenção dos alunos

Em geral, tanto alunos quanto professores costumam atribuir às atividades experimentais um caráter motivador (GIORDAN, 1999). Sob essa perspectiva, a motivação é sem dúvida, uma contribuição importante, sobretudo na tentativa de despertar a atenção de alunos mais dispersos na aula, envolvendo-os com uma atividade de lhes estimulem a querer compreender os conteúdos da disciplina. Porém, esse aspecto das atividades experimentais é bastante questionado por alguns pesquisadores (GONÇALVES;

MARQUES, 2006). Segundo Hodson (1994) as atividades práticas não são vistas de forma positiva por todos os alunos. Para exemplificar, o autor destaca que, em geral, os meninos sentem-se mais seguros que as meninas para manipular os materiais do experimento e, além disso, o entusiasmo por tais atividades reduz com o passar dos anos.

Destaque-se também o fato de que a simples aplicação de uma atividade experimental não garante que toda a turma ficará envolvida, especialmente em abordagens demonstrativas. Por esse motivo, sugere-se que o professor use estratégias que mantenham a atenção dos alunos focada sobre a atividade proposta, tais como a solicitação de registros escritos dos fenômenos observados, questionamentos realizados no decorrer do experimento e, sempre que possível, estimular os próprios alunos a participem de várias etapas da atividade.

b) Para desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo

Embora na escola os alunos trabalhem geralmente de forma isolada e a principal forma de interação seja aluno-professor, o trabalho em grupo é frequentemente apontado como uma estratégia de ensino que favorece a socialização dos alunos, colocando-os em situações nas quais precisam aprender a ouvir e respeitar a opinião dos colegas, a negociar e/ou renunciar às próprias ideias, ou ainda a colocar os objetivos pessoais em segundo plano (GALIAZZI; GONÇALVES, 2004). É também na discussão com seus pares que surgem o desenvolvimento lógico e a necessidade de se expressar coerentemente

Nas aulas experimentais, especialmente naquelas em que os alunos desenvolvem em grupo as atividades propostas, uma série de habilidades e competências são favorecidas: divisão de tarefas, responsabilidade individual e com o grupo, negociação de ideias e diretrizes para a solução dos problemas. No entanto, Carvalho e colaboradores (2005) ressaltam que não basta reunir os alunos e esperar que todos esses eventos ocorram naturalmente. É necessário planejar as atividades em grupo e observar seu andamento durante a aula; é importante que o professor discuta previamente as regras de convivência, a necessidade de respeitar as opiniões do colega e de garantir que todos tenham participação na execução do experimento.

c) Para desenvolver a iniciativa pessoal e a tomada de decisão

A passividade dos alunos é um dos mais antigos problemas do ensino de ciências. As aulas tradicionais geralmente os mantêm inativos física e intelectualmente. Mesmo quando lidam com materiais, espécimes e instrumentos, se a aula não lhes garantir liberdade de expressão, podem se manter passivos do ponto de vista mental. Isso porque o aprendizado de ciências não requer somente habilidade de observação e manipulação, exige também especulação e formação de ideias próprias (KRASILCHIK, 1987).

Quando instigados a pesquisar e propor hipóteses para a solução de problemas ou a pensar e fornecer explicações para os fenômenos observados nos experimentos, os alunos são estimulados a tomar decisões e expressar suas ideias para outras pessoas (GALIAZZI; GONÇALVES, 2004). Tais eventos, oportunizados pelas atividades experimentais, são extremamente importantes para formação social dos estudantes e fornecem-lhes uma

base para enfrentar novas situações nas quais necessitem tomar iniciativas, dentro ou fora da escola.

Borges (2002) destaca ainda que mesmo que a ideias manifestadas pelos alunos não sejam coerentes e o professor necessite corrigi-las, é essencial que suas iniciativas sejam elogiadas e, assim, cada vez mais estimuladas. É necessário que o professor enfatize também a importância de conhecer tais ideias para poder ajudá-los. Ou seja, quando o professor esclarece rapidamente as finalidades de seus questionamentos, os alunos percebem que não se trata de uma forma de avaliação oral – classificatória e punitiva como frequentemente ocorre no ensino tradicional – e, com isso, sentem-se mais livres para falar o que realmente pensam.

d) Para estimular a criatividade

As aulas experimentais podem favorecer a criatividade dos alunos das mais diversas formas: solicitando que os alunos pesquisem experimentos que considerem interessantes e justifiquem suas escolhas; estimulando-os a pensar em possíveis substituições nos materiais empregados no experimento, explicado suas justificativas para tal; colocando-os tanto para executar quanto para auxiliar na montagem do experimento; instigando-os a pensar antes da execução do experimento sobre os possíveis resultados a serem obtidos; solicitando que façam desenhos ou esquemas que representem a atividade experimental (BORGES, 2002; GASPAR, 2003; CARVALHO et al., 2005). Portanto, quanto mais os alunos estiverem envolvidos com as múltiplas etapas da atividade experimental, mais terão sua criatividade estimulada.

e) Para aprimorar a capacidade de observação e registro de informações

As aulas experimentais exigem dos alunos uma atenção cuidadosa aos fenômenos ocorridos durante o experimento, aprimorando sua capacidade de observação, fundamental para que compreendam todas as etapas da atividade proposta e melhorem sua concentração. Uma das formas de estimular ainda mais o aprimoramento de tal habilidade é através da solicitação aos alunos de registros escritos sobre os eventos ocorridos durante a atividade (CARVALHO et al., 2005).

Considerando tais aspectos, os relatórios de atividades experimentais – corriqueiros no Ensino Superior – também podem servir ao Ensino Médio como instrumento de aprendizagem de diversos saberes: propiciam possivelmente o primeiro contato dos alunos com textos científicos, com sua estrutura e linguagem característica; favorecem a realização de pesquisas bibliográficas (CUNHA et al., 2005); estimulam a comunicação e memória científica (BIASOTO; CARVALHO, 2007); desenvolvem a capacidade de organização das informações na forma de gráficos, tabelas, equações químicas (BRASIL, 1999); aprimoram a capacidade de relacionar dados obtidos com os conceitos científicos conhecidos. Algumas iniciativas dessa natureza que vêm sendo aplicadas em atividades experimentais no Ensino Médio revelaram que, além de uma aceitação plena por parte dos alunos, a produção de textos escritos na forma de relatórios contribui para a apropriação de conceitos (DIAS DE SOUZA; ARROIO, 2007).

Uma consideração importante a ser feita é que o desenvolvimento da escrita científica não se dá de forma rápida ou espontânea, sendo inicialmente necessário o fornecimento de informações sobre as características de textos científicos, como por exemplo, um modelo de relatório. É importante destacar que embora não se deva, no Ensino Médio, valorizar-se demasiadamente a padronização rígida de um relatório de laboratório – afinal sua função é pedagógica e não profissionalizante –, o não fornecimento de algumas instruções básicas deixa os alunos inseguros e dispersos quanto à melhor de apresentar e discutir suas observações experimentais.

Ademais, para que os alunos possam elaborar seus relatórios – ou qualquer outra forma de registro do experimento – é essencial que eles façam relatos escritos dos eventos ocorridos na atividade, suas observações e interpretações, bem como explicações do professor. Enfim, que tenham em mãos uma série de informações para de fato trabalharem no texto científico. É importante que também sejam fornecidas algumas instruções aos alunos sobre como e o que devem anotar durante a atividade experimental.

f) Para aprender a analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos

O raciocínio lógico para interligar as informações teóricas e os fenômenos observados experimentalmente, a capacidade de elaborar explicações coerentes para os dados obtidos à luz do conhecimento científico são habilidades que raramente são desenvolvidas nos alunos em estratégias de ensino tradicionais, nas quais cabe ao professor organizar e apresentar todas as informações sobre os fatos e conceitos em questão.

Nesse sentido, as aulas experimentais podem estimular os alunos a observar, refletir, analisar e propor hipóteses para suas observações, bem como rever o que pensam sobre um determinado fenômeno (BIASOTO; CARVALHO, 2007). A expressão escrita dos eventos ocorridos durante a atividade, dos dados obtidos e das possíveis explicações para eles também contribuem para aprimorar tais habilidades.

g) Para aprender conceitos científicos

As atividades experimentais podem ser empregadas como estratégia de ensino complementar a aula expositiva – como é o caso das atividades de verificação –, relembando conceitos, confirmando fatos científicos estudados no plano teórico, o que contribui para a aprendizagem (ARAÚJO; ABIB, 2003). Embora esse emprego não seja bem visto por alguns pesquisadores, para outros, os alunos conseguem, de fato, melhorar a aprendizagem de conceitos científicos através das atividades experimentais.

A atividade experimental também pode – para muitos, deve – ser um espaço para construção de novos conhecimentos e, por esse motivo, nem sempre deve estar “presas” à abordagem expositiva prévia do conteúdo. No decorrer da própria aula experimental os conceitos podem ser introduzidos, como respostas aos problemas que surgem durante o experimento, aos questionamentos realizados pelos alunos, à identificação de concepções alternativas existentes em relação ao tema em foco.

h) Para detectar e corrigir erros conceituais dos alunos

Através das tradicionais estratégias de ensino em sala de aula, o professor frequentemente só tem conhecimento dos erros conceituais dos alunos após a etapa de aplicação de testes (avaliação formal). Porém, mesmo que o professor retome o assunto para discutir as dúvidas ou incoerências conceituais apresentadas pelos alunos, o ideal é que tais erros sejam corrigidos no momento que surgiram ou o quanto antes. Para atingir esse objetivo, durante as aulas experimentais o professor pode constantemente solicitar aos alunos explicações (prévias ou posteriores ao experimento) e, com isso, detectar erros conceituais e concepções alternativas (CARVALHO et al., 2005).

Os registros escritos das atividades, sejam eles na forma de relatórios ou não, também lhes fornecem tais informações. Para tal é necessário que os textos dos alunos sejam fidedignos. Por isso, em aulas experimentais na escola deve-se tomar cuidado para não supervalorizar apenas os resultados “certos”, pois os alunos podem se sentir pressionados a fazer com sua experiência produza o resultado previsto pela teoria, ou que alguma regularidade deva ser encontrada. Quando eles não obtêm a resposta esperada, ficam desconcertados com seu erro e, se percebem que esse “erro” pode afetar suas notas, podem intencionalmente “modificar” suas observações e seus registros escritos para apresentar ao professor somente as respostas “corretas”. Segundo Borges (2002), o desprezo ao experimento que “não deu certo” faz com que suas causas não sejam investigadas e, com isso, uma situação potencialmente valiosa de aprendizagem se perde.

De fato, os erros dos alunos quase sempre expressam seus pensamentos e seus sistemas de referências e conceitos, para eles, bastante coerentes. Portanto, mais importante que se apressar em corrigir o erro, é entender melhor porque os alunos erraram, buscando compreender o pensamento do aluno e solicitando explicações sobre os procedimentos adotados e sua forma de entendê-los. Colocando-o em situações de conflitos de ideias e dando-lhes novos conhecimentos, criam-se condições para que o próprio aluno compreenda o erro, ou ainda para que o professor corrija alguns conceitos inadequados.

i) Para compreender a natureza da ciência e o papel do cientista em uma investigação

Embora se deva deixar claro que as atividades experimentais realizadas na escola têm funções bem distintas daquelas realizadas nas universidades e centros de pesquisa, é possível discutir com os alunos aspectos relacionados à natureza da ciência, evitando que eles tenham algumas visões distorcidas da construção do conhecimento científico. Recomenda-se que o professor destaque, por exemplo, que as observações científicas não são puras ou desprovidas de quaisquer ideias teóricas do observador, ou ainda que não existe um único caminho para a resolução de um problema.

De fato, há várias décadas é amplamente questionada a ideia de que as descobertas resultam de um único processo ou de um conjunto rígido de etapas. Embora os cientistas utilizem métodos, isso não significa que haja um método científico que determine exatamente como fazer para produzir conhecimento (BORGES, 2002). Discussões

dessa natureza podem ser fomentadas durante as atividades experimentais, as quais podem proporcionar também excelentes oportunidades para que os estudantes testem suas próprias hipóteses sobre fenômenos particulares, para que planejem suas ações e as executem de forma a produzir resultados dignos de confiança.

j) Para compreender as relações entre ciência, tecnologia e sociedade

Um dos problemas recorrentes do ensino de ciências é a falta de vínculo com a realidade dos alunos. Essa limitação contribui muitas vezes para que a disciplina se torne irrelevante e sem significado, pois não se baseia no conhecimento que os alunos trazem de forma intuitiva e não é atrelada a seu universo de interesses (KRASILCHIK, 1987).

Uma das grandes vantagens das atividades experimentais é a possibilidade de, através delas, discutir como a ciência está relacionada à tecnologia presente no dia-a-dia dos alunos, as relações sociais associadas à produção do conhecimento científico, as implicações ambientais decorrentes da atividade científica, dentre muitas outras formas de se estabelecer uma importante ponte entre os conceitos científicos em destaque e o cotidiano dos alunos (GONÇALVES; MARQUES, 2006).

A compreensão dessas relações é de fundamental importância para que os alunos percebam a ciência como algo mais próximo de sua realidade, contribuindo para despertar seu interesse em temas relacionados à ciência e para a formação de uma visão menos ingênua e distorcida de como a ciência é construída, além de conscientizá-los sobre seu papel na sociedade ou ainda estimulá-los a adotar atitudes críticas diante dos problemas sociais e ambientais da atualidade.

k) Para aprimorar habilidades manipulativas

Embora seja um ponto controverso entre os pesquisadores da área de educação, não há como negar que as atividades experimentais, mesmo sem intenção direta, contribuem para esse aspecto. Alguns alunos não se sentem seguros na execução de experimentos devido ao receio de errarem nos procedimentos empregados. Essa insegurança – que certamente atrapalha no bom aproveitamento das atividades experimentais – só pode ser mudada à medida que eles desenvolvem suas habilidades de manipular objetos e familiarizam-se com os procedimentos típicos dos experimentos. De fato, ao montar sistemas experimentais, mesmo os mais simples, manipular os materiais empregados nos experimentos, ou eventualmente operarem equipamentos, os alunos aprimoram múltiplos saberes procedimentais, o que, segundo alguns pesquisadores, é fundamental para sua formação, especialmente na sociedade atual, cada vez mais cercada pela ciência e tecnologia (GASPAR, 2003).

PRINCIPAIS TIPOS DE ABORDAGENS DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

As atividades experimentais podem ser organizadas de diversas maneiras, desde estratégias que focalizam a simples ilustração ou verificação de leis e teorias até aquelas que estimulam a criatividade dos alunos e proporcionam condições para refletirem e reverem suas ideias a respeito dos fenômenos científicos. Os argumentos apresentados a seguir indicam que todas podem ser úteis ao ensino de ciências e sua escolha depende, dentre outros aspectos, dos objetivos específicos do problema em estudo, das competências que se quer desenvolver e dos recursos materiais disponíveis. No entanto, para que o professor possa explorar adequadamente todas as suas potencialidades é importante que ele compreenda suas diferenças e saiba quando e como aplicá-las.

Araújo e Abib (2003) classificaram as atividades experimentais em três tipos de abordagens ou modalidades (atividades de demonstração, de verificação e de investigação), as quais são apresentadas a seguir:

a) Atividades de demonstração

As atividades experimentais demonstrativas são aquelas nas quais o professor executa o experimento enquanto os alunos apenas observam os fenômenos ocorridos. Essas atividades são em geral utilizadas para ilustrar alguns aspectos dos conteúdos abordados em aula, tornando-os mais perceptíveis aos alunos e, dessa forma, contribuindo para seu aprendizado. São frequentemente integradas às aulas expositivas, sendo realizadas no seu início, como forma de despertar o interesse do aluno para o tema abordado, ou término da aula, como forma de relembrar os conteúdos apresentados (ARAÚJO; ABIB, 2003).

O emprego dos experimentos demonstrativos em sala de aula, em alguns casos, é até mesmo recomendado, especialmente quando existem poucos recursos materiais, impossibilitando que vários grupos possam realizar o experimento; quando não se dispõe de um espaço apropriado em que todos os alunos possam participar da execução de um determinado tipo de experimento; ou quando o professor dispõe de pouco tempo para a realização de experimentos, podendo incluí-los no contexto da aula expositiva (ARAÚJO; ABIB, 2003; GASPAR; MONTEIRO, 2005).

Neste tipo de atividade, o professor é o principal agente do processo; cabe a ele exercer o papel de liderança, montar o experimento, fazer questões aos alunos, executar os procedimentos, destacar o que deve ser observado e, sobretudo, fornecer as explicações científicas que possibilitam a compreensão do que é observado. Embora a interação entre os alunos não seja tão favorecida, este tipo de experimento favorece uma estreita ligação entre os alunos e o professor; e tal interação social também cria um ambiente propício à aprendizagem (GASPAR; MONTEIRO, 2005).

Embora o aspecto motivacional seja um dos mais citados pelos professores que empregam esse tipo de atividade, os experimentos demonstrativos podem ser pedagogicamente válidos e significativos para a aprendizagem, desde que adequadamente

empregados. Para um melhor aproveitamento das atividades demonstrativas algumas estratégias são sugeridas:

- Antes da realização da demonstração, explicar o que se pretende fazer na aula e perguntar aos alunos o que eles esperam que aconteça, solicitar suas explicações prévias para os possíveis eventos. Essa estratégia possibilita a verificação das concepções alternativas dos alunos.
- Durante a realização do experimento, solicitar que os alunos observem cuidadosamente todas as etapas e destaquem o que lhes chamou atenção. Solicitar que os alunos façam registros escritos do que foi observado.
- Ao final da demonstração, questionar novamente os alunos sobre as explicações para o experimento apresentado. Em seguida, apresentar (ou revisar) o modelo científico que explica os fenômenos observados e comparar tais explicações com as ideias prévias dos alunos.
- Utilizar questionários para serem respondidos em grupos sobre a atividade realizada (como tarefa de casa, por exemplo), de modo que os alunos possam novamente discutir sobre os fenômenos observados e os conteúdos científicos abordados na aula.

Portanto, embora as atividades experimentais demonstrativas sejam fechadas e definidas pelo que se deseja abordar na aula, na maioria das vezes não favorecendo variações nas discussões com os alunos, é importante que o professor, ao dotá-las, propicie oportunidades para que os alunos possam refletir sobre os fenômenos observados, formulem hipóteses, analisem variáveis que interfiram no experimento, discutam criticamente os conteúdos científicos que explicam os fenômenos.

b) Atividades de verificação

As atividades experimentais de verificação, como sugere o próprio nome, são aquelas empregadas com a finalidade de se verificar ou confirmar alguma lei ou teoria. Os resultados de tais experimentos são facilmente previsíveis e as explicações para os fenômenos geralmente conhecidas pelos alunos. Por outro lado, essa atividade proporciona aos alunos a capacidade de interpretar parâmetros que determinam o comportamento dos fenômenos observados, articulando-os com os conceitos científicos que conhecem, e de efetuar generalizações, especialmente quando os resultados dos experimentos são extrapolados para novas situações (ARAÚJO; ABIB, 2003).

Os professores que empregam tais atividades em suas aulas destacam que elas servem para motivar os alunos e, sobretudo, para tornar o ensino mais realista e palpável, fazendo com que a abordagem do conteúdo não se restrinja apenas ao livro texto. Ou seja, proporcionado aos alunos oportunidades nas quais possam de fato visualizar fenômenos que obedecem à lógica da teoria apresentada, a aprendizagem é favorecida.

Pelo fato de necessitar da abordagem prévia do conteúdo, essa modalidade de atividade

experimental deve ser realizada após a aula expositiva. Algumas estratégias descritas a seguir podem contribuir para tornar sua aplicação pedagogicamente mais eficiente:

- Solicitar aos alunos que relatem os fenômenos observados e suas respectivas explicações científicas. Com essa estratégia, os alunos desenvolvem a capacidade de expressar a relação entre teoria e prática.
- Sugerir variações dentro do experimento realizado e questionar aos alunos os possíveis fenômenos que ocorreriam diante da modificação sugerida e as explicações para suas respostas.
- Testar, se possível, tais variações e verificar se as hipóteses levantadas pelos alunos estavam coerentes ou não. Ao permitir que os alunos identifiquem e reflitam sobre variáveis experimentais contribui-se para aumentar e valorizar processos cognitivos mais complexos.
- Comparar os dados obtidos pelos grupos, verificar e discutir com os alunos as possíveis divergências.

Embora novas abordagens de aulas experimentais venham sendo relatadas atualmente, os experimentos de verificação ainda estão presentes nas práticas adotadas nas escolas, e algumas vantagens foram apontadas pelos professores para sua utilização: os estudantes podem aprender técnicas e a manusear equipamentos; aprendem a seguir direções; requer pouco tempo para preparar e executar; mais fácil de supervisionar e avaliar o resultado final obtido pelos alunos; mais fácil de solucionar problemas que possam surgir durante a execução do experimento; maior probabilidade de acerto, etc. Além disso, a aplicação de atividades relativamente simples, como nos experimentos de verificação, é especialmente adequada quando os alunos ainda estão pouco familiarizados para com a realização de aulas experimentais.

c) Atividades de investigação

Os experimentos do tipo investigativo, bastante citados nos estudos mais recentes sobre experimentação, representam uma estratégia para permitir que os alunos ocupem uma posição mais ativa no processo de construção do conhecimento e que o professor passe a ser mediador ou facilitador desse processo. Na essência das atividades experimentais investigativas está sua capacidade de proporcionar uma maior participação dos alunos em todas as etapas da investigação, desde a interpretação do problema a uma possível solução para ele. De fato, muitas das abordagens tradicionais de experimentação (demonstração, verificação) oferecem poucas oportunidades para que os estudantes possam, analisar situações problemáticas, coletar dados, elaborar e testar hipóteses, argumentar, discutir com os pares (SUART; MARCONDES, 2008). Sob essa perspectiva,

[...] se o estudante tiver a oportunidade de acompanhar e interpretar as etapas da investigação, ele possivelmente será capaz de elaborar hipóteses, testá-las e

discuti-las, aprendendo sobre os fenômenos químicos estudados e os conceitos que os explicam, alcançando os objetivos de uma aula experimental, a qual privilegia o desenvolvimento de habilidades cognitivas e o raciocínio lógico. (SUART; MARCONDES, 2008, p.2)

Na atividade de investigação o aluno deve projetar e identificar algo interessante a ser resolvido, mas não deve dispor de procedimentos automáticos para chegar a uma solução mais ou menos imediata; a solução, na realidade, deve requerer do aluno um processo de reflexão e tomada de decisões sobre a sequência dos passos a seguir (GIL-PEREZ et al., 2005). O método investigativo tem, então, se revelado eficaz no desenvolvimento de aspectos fundamentais para a educação científica, tais como a possibilidade de fornecer aos alunos oportunidades para o desenvolvimento de habilidades de observação, formulação, teste, discussão, dentre outros.

Devido a essa característica mais aberta, as atividades de investigação, ao contrário das tradicionais, frequentemente não fazem uso de roteiros fechados que forneçam poucas possibilidades de intervenção e/ou modificação por parte dos alunos ao longo as etapas do procedimento experimental. Cabe destacar que atividades dessa natureza frequentemente exigem um tempo maior de estudo, uma vez que envolvem uma série de etapas a serem desenvolvidas pelos estudantes, desde a análise do problema, levantamento de hipóteses, preparo e execução dos procedimentos, análise e discussão dos resultados. A atividade de investigação pode ser própria aula – ou, em alguns casos, em mais de uma aula.

Ressalte-se também que nessa modalidade de atividade experimental não há uma dependência direta dos conteúdos abordados previamente em aula expositiva, como se observou nas modalidades anteriores. Ao contrário: os conteúdos podem ser discutidos no próprio contexto da atividade, sempre em resposta aos questionamentos dos alunos e sua busca por explicações para os fenômenos. Em geral as etapas de execução do experimento são realizadas previamente a qualquer abordagem dos conteúdos correlacionados à atividade, de tal forma que os resultados não sejam totalmente previsíveis, nem as respostas fornecidas de imediato pelo professor. Somente dessa forma os alunos serão de fato instigados a refletir, questionar, argumentar sobre os fenômenos e conteúdos científicos.

O papel do professor neste tipo de atividade é também bem distinto daqueles abordados anteriormente. Sua função é essencialmente auxiliar os alunos na busca das explicações causais, negociar estratégias para busca das soluções para o problema, questionar as ideias dos alunos, incentivar a criatividade epistêmica em todas as etapas da atividade, ou seja, ser um mediador entre o grupo e a tarefa, intervindo nos momentos em que há indecisão, falta de clareza ou consenso. Apesar de demandar mais tempo e exigir mais atenção e auxílio do professor, essa forma de organização da atividade experimental captura a atenção dos alunos e melhora seu envolvimento com a mesma (BORGES, 2002).

Com base nas considerações tecidas neste trabalho sobre os tipos de abordagem das atividades experimentais, elaborou-se um resumo das principais características das atividades de demonstração, verificação e investigação, as quais são descritas no Quadro 1.

	Tipos de abordagem atividades experimentais		
	DEMONSTRAÇÃO	VERIFICAÇÃO	INVESTIGAÇÃO
Papel do professor	Executar o experimento; fornecer as explicações para os fenômenos	Fiscalizar a atividade dos alunos; diagnosticar e corrigir erros	Orientar as atividades; incentivar e questionar as decisões dos alunos
Papel do aluno	Observar o experimento; em alguns casos, sugerir explicações	Executar o experimento; explicar os fenômenos observados	Pesquisar, planejar e executar a atividade; discutir explicações
Roteiro de atividade experimental	Fechado, estruturado e de posse exclusiva do professor	Fechado e estruturado	Ausente ou, quando presente, aberto ou não estruturado
Posição ocupada na aula	Central, para ilustração; ou após a abordagem expositiva	Após a abordagem do conteúdo em aula expositiva	A atividade pode ser a própria aula ou pode ocorrer previamente à abordagem do conteúdo
Algumas vantagens	Demandam pouco tempo; podem ser integrada à aula expositiva; úteis quando não há recursos materiais ou espaço físico suficiente para todos os alunos realizarem a prática	Os alunos têm mais facilidade na elaboração de explicações para os fenômenos; é possível verificar através das explicações dos alunos se os conceitos abordados foram bem compreendidos	Os alunos ocupam uma posição mais ativa; há espaço para criatividade e abordagem de temas socialmente relevantes; o "erro" é mais aceito e contribui para o aprendizado
Algumas desvantagens	A simples observação do experimento pode ser um fator de desmotivação; é mais difícil para manter a atenção dos alunos; não há garantia de que todos estarão envolvidos	Pouca contribuição do ponto de vista da aprendizagem de conceitos; o fato dos resultados serem relativamente previsíveis não estimula a curiosidade dos alunos	Requer maior tempo para sua realização. Exige um pouco de experiência dos alunos na prática de atividades experimentais

QUADRO 1 – Principais características das atividades experimentais de demonstração, de verificação e de investigação.

Para alguns pesquisadores, as aulas experimentais nas escolas devem partir de uma abordagem mais simples e fechada (como nas atividades de demonstração e verificação), na qual os alunos possam entrar em contato com experimentos fáceis, e à medida que eles fossem se familiarizando com essa estratégia de ensino poderiam realizar experimentos mais abertos (ARRUDA; LABURÚ, 1998), como, por exemplo, as atividades de investigação. De fato, algumas aplicações de atividades abertas em escolas do Ensino Médio revelaram que inicialmente elas podem ser muito difíceis para alunos sem conhecimento de conteúdo e sem experiência na realização de experimentos (BORGES, 2002).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme discutido neste trabalho, as atividades experimentais podem ser empregadas com diversas finalidades e através de distintas abordagens, oferecendo

importantes contribuições para o ensino de ciências. Nesse sentido, é necessário que o professor conheça e analise essa diversidade de possibilidades para que possa focalizar suas ações naquelas que lhe pareçam mais coerentes com o tipo de experimento, com a turma, com os recursos, o espaço e o tempo que tem disponível para realizá-las, ou ainda de acordo com os saberes que pretende desenvolver na aula.

Da mesma forma, todas as modalidades de atividades experimentais descritas neste trabalho – atividades de demonstração, verificação e investigação – podem ser empregadas pelo professor na realização de aulas experimentais. O importante é que suas diferenças sejam bem compreendidas de forma que possam ser aplicadas com objetivos bem definidos e com estratégias que favoreçam, dentro dos limites de cada uma, a máxima eficiência para o aprendizado de novos conteúdos, procedimentos e atitudes.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.25, n.2, p.176-194, 2003.
- ARRUDA, S. M.; LABURÚ, C. E. Considerações sobre a função do experimento no ensino de ciências. In: NARDI, R. (Org.). *Questões atuais no ensino de ciências*. São Paulo: Escrituras, 1998, p.53-60.
- BIASOTO, J. D.; CARVALHO, A. M. P. Análise de uma atividade experimental que desenvolva a argumentação dos alunos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6, Florianópolis, 2007. *Anais...* Florianópolis, 2007.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.19, n.13, p.291-313, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC/SENTEC, 1999.
- CARVALHO, A. M. P. et al. *Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico*. São Paulo: Scipione, 2005. 199p.
- CUNHA, A. M. et al. Atividades experimentais: primeira etapa para uma mudança didática no ensino de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5, Bauru, 2005. *Anais...*, Bauru, 2005.
- DIAS DE SOUZA, D. D.; ARROIO, A. Produção de textos de comunicação em Ciências nas aulas de Química em uma escola de Ensino Médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6, Florianópolis, 2007. *Anais...*, Florianópolis, 2007.
- FRANCISCO Jr., W. Uma abordagem problematizadora para o ensino de interações intermoleculares e conceitos afins. *Química Nova na Escola*, n.29, p.20-23, 2008.
- GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em Química. *Química Nova*, v.27, n.2, p.326-331, 2004.
- GALIAZZI, M. C. et al. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. *Ciência & Educação*, v.7, n.2, p.249-263, 2001.

- GASPAR, A. *Experiências de ciências para o ensino fundamental*. São Paulo: Ática, 2003.
- GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. C. Atividades experimentais de demonstração em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vigotsky. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.10, n.2, p. 227-254, 2005.
- GIL-PEREZ, D. et al. *A necessária renovação do ensino das ciências*. São Paulo: Cortez Editora, 2005.
- GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola*, n.10, p.43-49, 1999.
- GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.11, n.2, p.219-238, 2006.
- HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, v.12, n. 13, p.299-313, 1994.
- KRASILCHIK, M. *O professor e o currículo das Ciências*. São Paulo: EPU, 1987, 80p.
- LABURÚ, C. E. Seleção de experimentos de Física no Ensino Médio: uma investigação a partir da fala de professores. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.10, n.2, p.161-178, 2005.
- SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. Atividades experimentais investigativas: habilidades cognitivas manifestadas por alunos do Ensino Médio. Em: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 14, Curitiba, 2008. *Resumos...* Curitiba, 2008.

Recebido em: jan. 2010 **Aceito em:** abr. 2010

Normas editoriais

1 MODALIDADES DE PUBLICAÇÃO

1.1 Artigos que expressem opiniões e posicionamentos acerca de questões atuais da área de Ensino de Ciências e Matemática, cientificamente embasados (trabalhos de pesquisa ou teóricos).

1.2 Resenha crítica de obras relativas a essa área.

1.3 Matérias de divulgação da Universidade;

1.4 Matérias informativas sobre participação em eventos científicos e tecnológicos.

2 APRESENTAÇÃO DOS ORIGINAIS

2.1 Os trabalhos enviados devem ser salvos em arquivo Windows Word ou RTF, com o corpo do texto em Times New Roman 12, com espaçamento entrelinhas de 1,5 e espaçamento entre parágrafos de 6 pontos somente na mudança de seção.

2.2 O texto dos artigos deverá ter de 10 a 20 laudas; o texto de resenhas ou outra modalidade de comunicação não deverá ir além de 10 laudas;

2.3 A apresentação deverá conter:

2.3.1 Títulos: fonte Times New Roman, tamanho 16, em negrito, espaçamento 1,5 entrelinhas e centralizado. As palavras após o uso de dois pontos (:) devem ser iniciadas com letras minúsculas, com exceção para nomes próprios.

2.3.2 Títulos em língua inglesa: fonte Times New Roman, tamanho 14, em negrito, espaçamento 1,5 entrelinhas e centralizado.

2.3.3 Nome(s) do(s) autor(es): fonte Times New Roman, tamanho 12, espaçamento 1,5 entrelinhas e alinhado à direita. Utilizar letras maiúsculas/minúsculas e inserir para cada autor nota de rodapé, em fonte Arial, tamanho 10, com os seguintes dados: maior titulação acadêmica, cargo atual, nome da instituição/sigla, unidade e departamento, endereço para correspondência e correio eletrônico.

2.3.4 Resumo: a palavra RESUMO deve ser escrita em fonte Times New Roman, tamanho 10, em maiúsculas, negrito, justificado e com 1,5 de espaçamento entrelinhas. O texto do resumo, sem negrito, deverá introduzir o artigo, juntamente com palavras-chave.

2.3.5 Abstract: a palavra ABSTRACT deve ser escrita em fonte Times New Roman, tamanho 10, em maiúsculas, negrito, justificado, com 1,5 de espaçamento entrelinhas. O texto do abstract, sem negrito, deve ser escrito em língua inglesa, introduzindo o artigo, juntamente com keywords.

2.3.6 Palavras-chave: fonte Times New Roman, tamanho 10, espaçamento 1,5 entrelinhas e justificado. As iniciais das palavras que as compõe devem ser escritas com letras maiúsculas (exceto as preposições, advérbios, conjunções, etc.) e separadas por ponto final.

2.3.7 Keywords: fonte Times New Roman, tamanho 10, espaçamento 1,5 entrelinhas e justificado. As iniciais das palavras que o compõe devem ser escritas com letras maiúsculas, (exceto as preposições, advérbios, conjunções, etc.) separadas por ponto final.

2.3.8 Subtítulo: fonte Times New Roman, tamanho 12, todo em maiúsculas, em negrito, espaçamento 1,5 entrelinhas, sem numerar as seções e justificado.

2.3.9 Referências: devem estar de acordo com a seguinte norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT): NBR 6023 Informação e documentação – Elaboração – Agosto de 2002;

2.4 A estrutura do artigo será a de um trabalho científico, contendo partes tais como: introdução, desenvolvimento, metodologia, discussão, conclusão, segundo as características específicas de cada área e conforme escolhas do autor.

2.5 O material enviado deve ser anexado com documento assinado por todos os autores, no qual estejam expressos: a) o interesse em publicar o artigo na revista; b) declarar que o trabalho refere-se a uma pesquisa original e/ou que ainda não foi publicado; c) autorização para alteração lingüística (se for o caso); d) cessão de direitos autorais à revista.

3 PUBLICAÇÃO

3.1 A Acta Scientiae procede a avaliação em duplo cego, o trabalho recebido é submetido a um processo de revisão, podendo resultar em quatro situações: a) aceitação do trabalho sem modificações; b) devolução aos autores, com poucas sugestões de modificação; c) devolução aos autores, com sugestões substanciais de modificação d) recusa do trabalho. O Conselho Editorial detém o poder da decisão final.

3.2 Os autores serão comunicados, através de correspondência eletrônica, da aceitação ou recusa de seus artigos. A Comissão Editorial não se responsabiliza pela revisão ortográfica, lingüística e bibliográfica do artigo, as quais são de responsabilidade do autor.

3.3 Havendo necessidade de alterações quanto ao conteúdo do texto, será sugerido ao autor que as faça e devolva no prazo estabelecido; a falta de cumprimento desse item pode ocasionar a não-publicação do artigo.

3.4 Os autores receberão 2 (dois) exemplares da revista.

3.5 As opiniões emitidas nos trabalhos são de responsabilidade de seus autores.

3.6 Serão aceitos para análise trabalhos nas línguas portuguesa, espanhola e inglesa.

4 ENDEREÇO PARA SUBMISSÃO/CONTATO

4.1 Lembrando que não há prazo determinado para o envio de trabalhos, ou seja, o fluxo de recebimento e processamento é contínuo.

4.2 Os trabalhos científicos enviados para a publicação devem ser encaminhados para: mauriciomatematica@gmail.com

4.3 A correspondência, ao artigo pertinente, deve ser enviada para:

Revista Acta Scientiae

Universidade Luterana do Brasil

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

Av. Farroupilha, 8001 – Prédio 14, sala 218

92425-900 Canoas/RS - Brasil

BOLEMA - Boletim de Educação Matemática

Publicação semestral de divulgação da pesquisa
em Educação Matemática da UNESP – Rio Claro/SP



Assinatura anual: R\$ 50,00

Para mais informações:

Site: <http://www.rc.unesp.br/igce/matematica/bolema/>

E-mail: bolema@rc.unesp.br

Fone/fax : (19) 3534.0123 / 3534.6104

Aproxime-se da Unesp/Rio Claro, assine e leia o Bolema.

unesp