

Ensino Experimental de Química: Uma Abordagem Investigativa Contextualizada

Luiz Henrique Ferreira, Dácio Rodney Hartwig e Ricardo Castro de Oliveira

Neste trabalho, apresentamos resultados obtidos a partir de uma atividade experimental de Química desenvolvida por meio da abordagem investigativa. Os alunos receberam um texto envolvendo uma contextualização e um problema que somente poderia ser resolvido experimentalmente, na completa ausência de qualquer roteiro previamente fornecido. A resolução deveria ser desenvolvida por meio do conteúdo conceitual e procedimental correspondentes, que foram explicados e discutidos antes do experimento. Os alunos trabalharam em pequenos grupos que deveriam propor um procedimento experimental para resolver o problema. Ao término do experimento, redigiram individualmente um relatório com os seguintes itens: título, objetivo, material, procedimento experimental, resultados e discussão e conclusão.

► ensino, atividade experimental, abordagem investigativa ◀

Recebido em 23/10/07, aceito em 03/09/09

A experimentação no ensino de Química tem sido defendida por diversos autores, pois constitui um recurso pedagógico importante que pode auxiliar na construção de conceitos. Segundo Hodson (1988), os experimentos devem ser conduzidos visando a diferentes objetivos, tal como demonstrar um fenômeno, ilustrar um princípio teórico, coletar dados, testar hipóteses, desenvolver habilidades de observação ou medidas, adquirir familiaridade com aparatos, entre outros.

No entanto, geralmente as atividades de laboratório são orientadas por roteiros predeterminados do tipo “receita”, sendo que para a realização dos experimentos os alunos devem seguir uma sequência linear, passo a passo, na qual o docente ou o texto determinam o que e como fazer. No ensino praticado dessa forma, dificilmente estão presentes o raciocínio e o questionamento, mas há apenas um aspecto essencialmente

automatizado que induz à percepção deformada e empobrecida da atividade científica (Gil-Pérez e cols., 1999).

No ensino por investigação, os alunos são colocados em situação de realizar pequenas pesquisas, combinando simultaneamente conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais (Pozo, 1998). Essa abordagem também possibilita que o aluno desenvolva (exercite ou coloque em ação) as três categorias de conteúdos procedimentais (Pro, 1998): habilidades de investigar, manipular e comunicar. Com relação à comunicação, Gil-Pérez (1996) enfatiza que não se trata de olhar para os alunos como cientistas profissionais quando estes são estimulados a comunicar seus resultados por meio de uma orientação socioconstrutivista que visa à promoção da aprendizagem em ciências. O autor

A experimentação no ensino de Química constitui um recurso pedagógico importante que pode auxiliar na construção de conceitos.

destaca a importância de se valorizar as situações problemáticas abertas, a realização de trabalho científico em grupos cooperativos e a interação entre esses grupos e a “comunidade científica”, representada por outros alunos, o professor e o livro didático.

Para que isso ocorra, é necessário conduzir as aulas de laboratório de maneira oposta às tradicionais. Isso significa que o professor deve considerar a importância de colocar os alunos frente a situações-problema adequadas, propiciando a construção do próprio conhecimento. No entanto, para que tais situações-problema possam ser criadas, é fundamental que se considere a necessidade de envolvimento dos alunos com um problema (preferencialmente real) e contextualizado. A importância da contextualização também é salientada por Zuliani (2006), que aponta a investigação a partir de fatos cotidianos como fator

A seção “Pesquisa no ensino de Química” inclui investigações sobre problemas no ensino de Química, com explicitação dos fundamentos teóricos e procedimentos metodológicos adotados na análise de resultados.

essencial no processo de evolução conceitual dos alunos.

Hofstein e Lunetta (2003), em uma extensa revisão bibliográfica referente a atividades de laboratório, enfatizam que a abordagem investigativa implica em, entre outros aspectos, planejar investigações, usar montagens experimentais para coletar dados seguidos da respectiva interpretação e análise, além de comunicar os resultados. Tal enfoque propicia aos alunos libertarem-se da passividade de serem meros executores de instruções, pois busca relacionar, decidir, planejar, propor, discutir, relatar etc., ao contrário do que ocorre na abordagem tradicional.

Borges (2002) alerta para o fato de que o progresso no desempenho dos alunos, a autonomia e outras habilidades desenvolvidas por meio das atividades investigativas não são imediatos. Além disso, o autor classifica as investigações em vários níveis, desde as mais simples (em que é dado o problema e a solução e se pede ao aluno a conclusão) até as investigações mais complexas (nas quais os alunos são os responsáveis por todo o processo de investigação: desde a elaboração do problema até a conclusão).

Borges (2002) salienta que as primeiras atividades investigativas devem ser simples e realizadas em pequenos grupos e que, com o passar do tempo, deve-se aumentar o nível de investigação dos problemas. Embora os alunos apresentem muitas dificuldades durante a sua realização, o autor aponta que mesmo os alunos que não detêm o conhecimento específico sofisticado e a experiência em laboratório conseguem propor uma resolução para o problema proposto.

É importante mencionar que nenhuma investigação parte do zero, ou seja, necessitam de conhecimentos que orientem a observação. Em uma

proposta de atividade investigativa, faz-se necessário a explicitação dos conhecimentos prévios disponíveis sobre a atividade, sem os quais se torna impossível a sua realização (Lewin e Lomascólo, 1998; Gil-Pérez e Valdés-Castro, 1996).

Além disso, se as atividades experimentais forem trabalhadas com esse tipo de abordagem, é possível criar situações que proporcionam maior motivação nos alunos. Segundo 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 a curiosidade, desejo de experimentar, acostumar-se a duvidar de certas informações, a confrontar resultados, a obterem profundas mudanças conceituais, metodológicas e atitudinais. (p. 148)

A maioria dos alunos tem dificuldades para utilizar o conteúdo trabalhado nas aulas experimentais em situações extraídas do cotidiano porque as realizam em um contexto não significativo. Pode-se citar como exemplo uma titulação ácido-base envolvendo o ácido clorídrico e o hidróxido de sódio. É comum o professor não discutir com os alunos a importância industrial, social e econômica dos produtos envolvidos, assim como do proces-

so em si. Em geral, as discussões se limitam apenas a exemplificação dos conceitos (reação de neutralização, por exemplo), sem relacioná-los com o cotidiano dos alunos. Caracteriza-se aí o experimento pelo experimento e o conceito pelo conceito, muito distantes de implicações sociais (Wartha e

Faltoni-Alário, 2005), contribuindo para a rejeição da Química pelos alunos (Lima e cols., 2000).

Diante do exposto, os seguintes problemas podem ser formulados: Como e em que extensão, na completa ausência de um roteiro, os alunos podem elaborar atividades com caráter investigativo e com procedimentos científicos? Um relatório produzido por meio dessa abordagem pode ser indicador de uma aprendizagem voltada à formação da cidadania, conforme propõem Santos e Schnetzler (1996)?

Metodologia

Uma atividade experimental foi elaborada considerando orientações de Herman (1999) e Volkman e Abel (2003) direcionadas para a reflexão das seguintes questões:

A atividade

- a) é direcionada a partir de um problema ou uma situação-problema relevante?
- b) envolve os alunos em formulação e testagem de hipótese(s) experimental(is)?
- c) propicia a coleta e o registro de dados pelos próprios alunos?
- d) encoraja os alunos a formularem explicações a partir das evidências?
- e) proporciona aos alunos compararem suas explicações com diversas alternativas?
- f) propicia aos alunos oportunidade de discutir suas ideias com os colegas por meio da mediação docente?

As respostas afirmativas fazem parte de uma abordagem com característica investigativa.

A atividade desenvolvida, com 58 alunos do 1º ano do ensino médio, divididos em grupos de no máximo três componentes, teve como objetivo a determinação do teor de álcool na gasolina.

Para resolver o problema, os alunos receberam inicialmente somente explicações relacionadas ao conteúdo conceitual e procedimental correspondente ao experimento. Assim, no primeiro caso, discutiu-se líquidos miscíveis e imiscíveis como consequência da polaridade molecu-

Geralmente as atividades de laboratório são orientadas por roteiros predeterminados do tipo "receita", sendo que para a realização dos experimentos os alunos devem seguir uma sequência linear, passo a passo, na qual o docente ou o texto determinam o que e como fazer.

lar e, no segundo, foram realizadas leituras de volumes em proveta em procedimentos não relacionados a situação-problema que seria apresentada. Nesse contexto, nenhum tipo de roteiro experimental contendo os passos para a realização da atividade foi fornecido. Desse modo, não era mencionado, por exemplo, que o volume de álcool pode ser calculado pela diferença entre o volume inicial da mistura de gasolina com álcool e o volume final, correspondente apenas à gasolina, obtido por meio da leitura dos volumes na proveta após a adição de água. Semelhantemente, não se mencionava que o cálculo da porcentagem do teor de álcool na gasolina pode ser determinado pela expressão:

$$\%_{\text{álcool}} = \left(\frac{V_{\text{álcool}}}{V_{\text{inicial da gasolina}}} \right) \times 100$$

Após o domínio dos conteúdos anteriormente citados, os alunos receberam um texto de duas páginas, contendo um conjunto de informações referentes à gasolina, tais como as suas vantagens e desvantagens em relação aos outros combustíveis, assim como alguns aspectos sociais, políticos e econômicos relacionados à temática. Além disso, o texto apresentava um resumo das informações teóricas e procedimentais e uma situação-problema a ser resolvida experimentalmente.

Assim como na etapa em que explicações relacionadas ao conteúdo conceitual e procedimental eram trabalhadas, nesse caso, também foram tomados cuidados para que as informações contidas no texto não induzissem à formulação de propostas de solução para o problema a ser resolvido pelos alunos. Por outro lado, informações sobre a composição da gasolina, um breve histórico do Pró-álcool, as vantagens e desvantagens desse combustível, inclusive do ponto de vista ambiental, serviram para motivar os alunos na busca de solução para o problema.

Assim, esse texto foi desenvolvido por meio de uma situação na qual o final é direcionado à formulação de um problema, conforme diretriz geral de Mamed e Pénafort (2001).

As atividades foram orientadas por um dos pesquisadores que provia a assistência necessária, porém sem emitir opiniões ou fornecer qualquer resposta que induzisse à proposição de solução para a situação-problema. Assim, no desenvolvimento das aulas, os conteúdos conceituais eram trabalhados por meio da realização de debates ou de diálogos entre professor e alunos, antes da abordagem conceitual, seguida da exemplificação em contextos diferenciados. Quanto aos conteúdos procedimentais, o professor propunha atividades que tinham como objetivo promover o contato e/ou conhecimento de equipamentos, vidrarias e técnicas básicas de laboratório, tais como a realização de medidas de volume, determinação de densidade de materiais diversos etc. Somente após a realização dessas atividades, eram distribuídos aos alunos os textos que tinham por finalidade promover as discussões que culminariam na proposição da situação-problema.

Deve-se enfatizar aqui que parte das informações de que os alunos dispunham nesses textos era necessária à resolução do problema proposto e que, sem o domínio destas, seria praticamente impossível que eles apresentassem qualquer proposta de procedimento coerente, conforme defendem Lewin e Lomascólo (1998) e Gil-Pérez e Valdés-Castro (1996). Como exemplo de informação dada aos alunos, destaca-se: "A gasolina é formada por uma mistura contendo inúmeros compostos, entre eles destacam-se o 2,2,4-trimetilpentano e o heptano, ambos apolares".

Após a leitura do texto, os alunos discutiram em pequenos grupos e iniciaram o planejamento para a resolução do problema por meio da obtenção dos dados experimentais.

Ao final da atividade, foi solicitado relatório individual, redigido após discussão em grupo, contemplando os mesmos componentes e a sequência

para apresentação de trabalhos científicos. A utilização do relatório como forma de expressão dos resultados assume um papel importante na aprendizagem de Ciências. Diversos autores (Sardà-Jorge

e Sanmartí-Puig, 2000; Izquierdo e Sanmartí, 1998; Jiménez, 1998) sustentam a ideia de que a única maneira de aprender a produzir argumentações científicas ocorre por meio da produção de textos argumentativos, sejam eles orais ou escritos, como no caso o relatório.

A análise dos relatórios segue as orientações de Lüdke e André (1988) para a construção de um conjunto de categorias descritivas. Estas são obtidas a partir da identificação de aspectos comuns por meio da leitura de cada componente do relatório produzido por todos os 58 alunos.

Resultados e discussão

O objetivo principal do presente trabalho foi averiguar como e em que extensão os alunos conseguem propor um procedimento experimental para a resolução de uma situação-problema. Como principal instrumento de coleta de dados, foi proposto a eles que produzissem um relatório que deveria conter os seguintes itens: título, objetivo, material, procedimento experimental, resultados e discussão e conclusão. Procurou-se verificar como cada um dos relatórios é redigido na completa ausência de roteiro experimental previamente fornecido. Na discussão que segue, são apresentados percentuais de respostas por item do relatório solicitado, sem a pretensão de que sejam considerados com rigidez estatística. Assim, deve-se considerar que os

O professor deve considerar a importância de colocar os alunos frente a situações-problema adequadas, propiciando a construção do próprio conhecimento.

No ensino por investigação, os alunos são colocados em situação de realizar pequenas pesquisas, combinando simultaneamente conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.

dados numéricos contribuem apenas para a compreensão das etapas nas quais os alunos apresentaram maior dificuldade com a redação ou com a expressão do raciocínio desenvolvido.

Com relação ao primeiro item do relatório, *Título*, 48% dos alunos o redigiram na forma interrogativa: “Como descobrir o volume de gasolina e álcool de um posto?”; “Como fazer para determinar a % de álcool na gasolina?”. A formulação de um problema na forma interrogativa está em estreita harmonia com a afirmativa de Bachelard (1996) de que o conhecimento é a resposta de alguma pergunta. Podemos destacar ainda títulos que apresentam o verbo no gerúndio: “Determinando o volume de álcool na gasolina”; “Calculando a % de álcool na gasolina coletada de um posto”. Essas duas categorias de maior frequência revelam uma ação que efetivamente foi realizada pelos alunos como consequência da abordagem de ensino adotada. Nenhum título redigido contempla aquele normalmente mais utilizado: “Determinação do teor de álcool na gasolina”.

Em relação ao item *Objetivo*, 74% dos alunos não mencionaram a legislação: “Separar o álcool da gasolina e calcular a porcentagem”, 12% a levaram em consideração: “Verificar se a porcentagem de álcool está de acordo com a lei federal”. A legislação não parece ter sido a maior preocupação dos alunos, embora eles dispusessem de informações sobre os limites de álcool na gasolina determinados pela legislação em vigor. É possível que os alunos não tenham se preocupado com esse aspecto porque as amostras utilizadas estavam dentro dos limites permitidos. No entanto, embora nesse item a referência à legislação tenha sido pouco mencionada, 58% dos alunos o fizeram no final do relatório no item *Conclusão*.

Na leitura dos relatórios, fica evidente a tendência de os alunos

usarem verbos no infinitivo. Tal aspecto coincide com a formalidade da pesquisa, pois conforme indica Minayo (2004), trata-se da forma verbal indicada para expressar um objetivo e seu significado. Assim, a estrutura que o relatório deveria ter foi discutida previamente com os alunos com o objetivo de ressaltar a impor-

tância de se produzir registros em ciências, sem contudo enfatizar com rigidez a necessidade de utilização de linguagem comumente utilizada em ciências. Essa etapa do trabalho visava também à obtenção de roteiros que permitissem avaliar minimamente as proposições dos alunos para a solução do problema, assim como os procedimentos adotados em cada uma das etapas. Ao final das atividades, ficou evidente que a solicitação do roteiro foi fundamental para o desenvolvimento do trabalho, pois como é fato bem conhecido dos professores, quando não há instrução precisa sobre como produzir um texto, os alunos apresentam sérias dificuldades em expressar o que pensam ou em relatar um fato ocorrido.

Cerca de 9% dos alunos apresentaram redação do objetivo, relacionando-o com o desenvolvimento da própria aula como, por exemplo: “O objetivo da experiência foi de nos fazer participar mais da aula”. Nesses casos, parece ter ficado claro para os alunos que as atividades propostas dependiam em muito da participação destes, embora tivesse sido solicitado um roteiro que tratasse apenas do experimento. Essa percepção foi manifestada também de outras formas pela maior parte da turma durante o desenvolvimento das aulas, evidenciando que o problema proposto constituiu um aspecto motivador pouco comum em aulas com abordagem tradicional, o

A abordagem investigativa implica em, entre outros aspectos, planejar investigações, usar montagens experimentais para coletar dados seguidos da respectiva interpretação e análise, além de comunicar os resultados.

O progresso no desempenho dos alunos, a autonomia e outras habilidades desenvolvidas por meio das atividades investigativas não são imediatos.

que está de acordo com o que defendem Lewin e Lomascólo (1998). Ainda com relação a esse item do roteiro, apenas 5% apresentaram erros conceituais: “Analisar reação de substância polar e apolar”.

No item referente aos *Materiais utilizados*, não ocorreram dificuldades, pois se trata de uma simples descrição com reduzida exigência cognitiva.

No item referente ao *Procedimento experimental*, 63% dos alunos elaboraram uma redação com boa qualidade descritiva: “Primeiramente colocamos 18 mL de gasolina na proveta e adicionamos mais 20 mL de água. Assim, o volume de gasolina diminui e o volume de água aumenta. Fizemos o valor inicial da gasolina menos o valor final, chegando ao valor do álcool”. Nessa categoria, inclui-se 8% de alunos que, além do texto escrito, acrescentaram desenhos ilustrando o procedimento. Cerca de 24% dos alunos foram excessivamente sucintos utilizando expressões como “Foi preciso misturar água na gasolina”, “Colocamos água na gasolina”. Esses alunos descreveram a operação inicial (adição de água à gasolina) sem especificar o objetivo dessa operação. Comparando-se as duas categorias de maior frequência (63% e 24%), nota-se que na segunda, menos da metade (11%) dos alunos encontraram resultados numericamente corretos, enquanto

na primeira atinge-se 47%, ou seja, um índice de acerto superior a quatro vezes. Nesse caso, pode-se conjecturar que os alunos com redação de maior poder descritivo descobriram maior facilidade em encontrar tais resultados.

A razão pela qual isso ocorre exige pesquisa posterior. Em 9% dos relatórios, esse item não foi respondido, porém nesses casos mais da metade (55% desses alunos) apresentaram uma boa exposição no item *Resultados e discussão*.

Cerca de 4% dos alunos não diferenciaram *Procedimento experimental* de *Resultados e discussão*. Como se trata do primeiro relatório redigido por

estes, tal confusão pode ser resolvida em experimentos posteriores.

No item *Resultados e discussão*, 41% dos alunos utilizaram termos inadequados: “O álcool reage com a água, sai da gasolina e o volume diminui” e “A água puxa o álcool da gasolina porque tem mais preferência”. Isso aparece em duas situações preponderantes: substituição de termos, tais como interação por reação e de separação por outro animista (atribuição de vida e suas características a seres inanimados). No primeiro caso, as respostas evidenciam a dificuldade em diferenciar processos físicos e químicos. Existe compreensão correta do fenômeno no nível macroscópico (o álcool é separado da gasolina), mas não no submicroscópico (a interação molecular), embora esse fato não tenha implicado na incompreensão dos cálculos. A obtenção de resultados numericamente corretos sem que haja compreensão conceitual é comum particularmente em atividades

Em uma proposta de atividade investigativa, faz-se necessário a explicitação dos conhecimentos prévios disponíveis sobre a atividade, sem os quais se torna impossível a sua realização.

de resolução de exercícios no ensino tradicional, o que pode justificar a troca de termos e as explicações sem fundamentação científica. Tal problema é constatado também em outros assuntos de Química (concentração de soluções, estequiometria e lei dos gases etc.), conforme evidencia o trabalho de Perren e cols. (2004). Para atingir a aprendizagem dos modelos explicativos relacionados aos fenômenos químicos, é necessário que o ensino promova a “articulação entre esses dois níveis, de forma que o aluno consiga compreender a estreita relação entre eles” (Santos e Schnetzler, 1996, p. 31). No segundo caso, nota-se o uso de termos como “prefere”, “gosta” complementados por “mais a (da) água que a (da) gasolina”. Surgem também os termos “tira”, “atrai” e “expulsa” (“A água expulsa o álcool da gasolina”).

Além do uso de animismo, os alunos afirmam que a água reage com o álcool sem que haja interação molecular e é a substância principal.

Tanto o animismo como a existência de um agente principal é relatado igualmente por Rosa (1996) em trabalho sobre reações químicas.

Cerca de 39% dos alunos utilizaram-se de termos mais adequados no item *Discussão* como, por exemplo: “Água e álcool são mais solúveis entre si do que com a gasolina que fica sem o álcool”. Parte destes (11%) apresentou uma interpretação equivocada desse item: “Discutimos bastante o assunto e depois cada um escreveu seu relatório”. A palavra discussão, extraída com o sentido da linguagem cotidiana exerce forte influência em outro contexto. Apesar dessa interpretação, esses alunos não tiveram dificuldades com os cálculos. Cerca de 9% dos alunos apresentaram

erros conceituais: “O álcool é difícil saber o que é realmente polar ou apolar. Podemos falar que o álcool é os dois, por causa de seus elementos, mais ele é mais polar do que apolar”.

Em relação ao último item, *Conclusão*,

58% dos alunos fizeram referência à legislação, retomando uma questão trabalhada no texto fornecido que tinha por objetivo contextualizar antes de problematizar, conforme defendido por Zuliani (2006). Essa preocupação está presente nos depoimentos dos alunos: “O posto não deve ser fechado porque a porcentagem de álcool na gasolina está entre o estipulado pela lei” e cerca de 34% indicaram questões relativas à cidadania: “Concluo que a experiência ensina ao consumidor não ser enganado na hora da compra de qualquer posto e assim não danificar o seu veículo”. Apenas 8% citaram valores numéricos para concluir como, por exemplo: “O valor encontrado é 24% de álcool”.

A comparação desse último item com os “objetivos” mostra um aumento de 46% na preocupação referente à legislação. Nota-se aí também que a maioria dos alunos tomou uma decisão fundamentada na lei, aspecto esse em total acordo com Santos e Schnetzler (1996):

A função do ensino de química deve ser a de desenvolver a capacidade de tomada de decisão, o que implica a necessidade de vinculação do conteúdo trabalhado com o contexto social em que o aluno está inserido. (p. 28)

Além de incentivar a tomada de decisão, o texto distribuído e discutido antes do experimento pode ter contribuído ao menos para 34% dos alunos de modo mais explícito, um efeito positivo na aquisição da consciência para a cidadania, conforme defendido por Pozo (1998), ao enfatizar a importância da componente atitudinal no desenvolvimento de atividades de investigação.

As duas categorias de maior frequência cumprem, conjuntamente, um dos objetivos primordiais do ensino de Química, ou seja, a sua função social.

Considerações finais

A maioria dos alunos evidenciou uma redação extremamente resumida mesmo nos componentes de maior amplitude como é o caso do *Procedimento experimental* e *Resultados e discussão*. A razão pela qual ocorre tal tipo de redação somente pode ser obtida a partir de pesquisas adicionais: Uma delas poderia indagar se um relatório conciso indicaria uma capacidade de síntese; outra, se tal fato seria consequência de pouca compreensão, o que levaria a uma discussão limitada; e uma terceira, se a escolaridade anterior não teria sido suficiente para desenvolver a habilidade da expressão escrita. Apesar das dificuldades com a redação, nota-se uma sequência lógica de raciocínio para a obtenção dos dados experimentais e na sua utilização durante os cálculos que levam à resposta final. A elaboração do relatório propiciou a explicitação das concepções dos alunos, o que não ocorre quando um roteiro experimental é previamente fornecido. Além disso, a elaboração do relatório pelos alunos contribuiu para a aprendizagem de Ciências, conforme defendem Sardà-Jorge e Sanmartí-Puig

(2000) ao afirmar que “para aprender Ciência é necessário aprender a falar e escrever (ler) a Ciência de maneira significativa” (p. 407).

Do ponto de vista cognitivo, medir volumes (ou diferença entre volumes) em provetas e anotar as respectivas grandezas pode implicar apenas em procedimento mecânico se os alunos estivessem obedecendo submissamente a uma instrução direta contida no roteiro tipo receita. Entretanto, essas mesmas medidas e anotações podem adquirir um real significado se, na ausência desse roteiro, os alunos refletirem sobre a razão do

que fazer e porque fazer. Assim, a importante discussão sobre qual a quantidade e qual líquido a ser adicionado à gasolina durante o procedimento experimental demonstra um aspecto que dificilmente iria emergir se o experimento fosse realizado com a abordagem tradicional.

Os alunos evidenciam capacidade de utilizar o conteúdo conceitual e procedimental em busca da resolução do problema na ausência de um roteiro proposto pelo professor. Se considerarmos que um pesquisador não dispõe de roteiro previamente fornecido, então, o processo de

ensino aqui utilizado é uma viável aproximação da atividade científica que pode ser adotado em situação real de aula.

Luiz Henrique Ferreira (ferreira@dq.ufscar.br), bacharel em Química e mestre em Química Analítica pela USP, doutor em Química pela UNICAMP, é docente do Departamento de Química da UFSCar.

Dácio Rodney Hartwig (hartwig@power.ufscar.br), licenciado em Química pela UFSCar, mestre em Educação pela UNICAMP, doutor em Didática pela USP, é docente do Departamento de Metodologia de Ensino da UFSCar. **Ricardo Castro de Oliveira** (ricardorpec@yahoo.com.br), licenciado em Química e mestre em Educação pela UFSCar, é doutorando do Programa de Pós-Graduação em Química da UFSCar.

Referências

BACHELARD, G. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Trad. Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BORGES, A.T. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 9, n. 3, p. 291-313, 2002.

GIL-PÉREZ, D. Newtrends in science education. *International Journal of Science Education*, 18 (8), p. 888-901, 1996.

GIL-PÉREZ, D e VALDÉS-CASTRO, P. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 14, n. 2, p. 155-163, 1996.

GIL-PÉREZ, D.; FURIO M.C.; VALDES, P.; SALINAS, J.; MARTINEZ-TORREGROSA, J.; GUIASOLA, J.; GONZALEZ, E.; DUMAS-CARRE, A.; GOFFARD, M. e CARVALHO, A.M.P. Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lapis y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, v. 17, n. 2, p. 311-320, 1999.

HERMAN, C. Inserting an investigative dimension into laboratory courses. *Journal of Chemical Education*, 75 (1), 70-71, 1999.

HODSON, D. Experiments in Science and Science Teaching. *Educational Philosophy and Theory*. 20 (2), p. 53-66, 1988

HOFSTEIN, A.P. e LUNETTA, V. The laboratory science education: Foundation for the twenty-first century. *Science Education*, v. 88, p. 28-54, 2003.

IZQUIERDO, M. e SANMARTÍ, N. *Ensenyar a llegir i a escriure textos de ciències de la naturalesa*. In: JORBA, J., GÓMEZ, I. e PRAT, A. (Orgs.). *Parlar i escriure per aprendre*. Ús de la llengua en situació d'ensenyament-aprenentatge de les àrees curriculars, Bellaterra: ICE de la UAB, p. 210-233, 1998.

JIMÉNEZ, M. Diseño curricular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 16, n. 2, p. 203-216, 1998.

LEWIN, A.M.F. e LOMASCÓLO, T.M.M. La metodología científica en la construcción de conocimientos. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 20, n. 2, p. 147-510, 1998.

LIMA, J.F.L.; PINA, M.S.L.; BARBOSA, R.M.N. e JÓFILI, Z.M.S. A contextualização no ensino de cinética química. *Química Nova na Escola*, n. 11, p. 26-29, 2000.

LUDKE, M e ANDRÉ, M. *Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1988.

MAMED, S e PÉNAFORT, J. (Orgs.). *Aprendizagem baseada em problemas*. São Paulo: Hucitec, 2001.

MINAYO, M.C.S. (Org.). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. Petrópolis: Vozes, 2004.

PERREN, M.A., BOTTANI, E.J. e ODETTI, H.S. Problemas quantitativos y comprensión de conceptos. *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (1), p. 105-114, 2004.

POZO, J.I. (Org.). *A solução de problemas*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

PRO, A. Se pueden enseñar contenidos procedimentales en las clases de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (1),

21-41, 1998.

ROSA, M.I.F.S. *A evolução de ideias de alunos de 1º ano do ensino médio sobre transformação química em processo de ensino construtivista*. 1996. Dissertação (mestrado)- Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996.

SANTOS, W.L.P. e SCHNETZLER, R.P. Função social: o que significa ensino de química para formar cidadão? *Química Nova na Escola*, n. 4, p. 28-34, 1996.

SARDÀ-JORGE, A. e SANMARTÍ-PUIG, N. Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 18, n. 3, p. 405-422, 2000.

WARTHA, E.J. e FALJONI-ALÁRIO, A. A contextualização no ensino de Química através do livro didático. *Química Nova na Escola*, n. 22, p. 42-47, 2005.

VOLKMANN, M.J. e ABEL, S.K. Rethinking laboratories. *The Science Teacher*, September, p. 38-41, 2003.

ZULIANI, S.R.Q. *A Prática de ensino de química e metodologia investigativa: uma leitura fenomenológica a partir da semiótica social*. 2006. Tese (doutorado)- Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

Para saber mais

DAZZANI, M.; CORREIA, P.R.M.; OLIVEIRA, P.V. e MARCONDES, M.E.R. Explorando a química na determinação do teor de álcool na gasolina. *Química Nova na Escola*, n. 17, p. 42-45, 2003.

Abstract: *Experimental teaching of chemistry: a contextualized inquiry approach.* In this work, we present results from an experimental activity of Chemistry developed through of the inquiry approach. The pupils received a text involving a contextualization finishing with a problem that only can be resolved experimentally, in the complete absence of any script previously supplied. The resolution must be developed through of the conceptual and procedural content correspondents that was explained and argued before the experiment. The pupils work in small groups having to propose an experimental procedure to resolve the problem; in the end of the experiment they write a report individually contend following items: title, objective, material, experimental procedure, results and discussion and conclusion.

Keywords: Teaching, experimental activity, inquiry approach.