

Reações de Combustão e Impacto Ambiental por meio de Resolução de Problemas e Atividades Experimentais

Mara Elisângela Jappe Goi e Flávia Maria Teixeira dos Santos

O laboratório tem um papel central no ensino de química e as pesquisas têm revelado a sua importância no engajamento do estudante no processo de investigação. Neste trabalho, apresentamos uma pesquisa qualitativa de acompanhamento e análise de uma experiência de utilização de atividades experimentais em laboratório de química a partir da metodologia da resolução de problemas. Esse estudo, desenvolvido na 2ª série do Ensino Médio, envolveu 37 alunos em uma escola de Porto Alegre (RS) e centrou-se no tema reações de combustão e impacto ambiental. Os resultados indicam que a articulação do trabalho experimental à resolução de problemas semiabertos pode ser muito eficaz para a aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes pelos estudantes.

► atividades experimentais, resolução de problemas, ensino e aprendizagem de química ◀

Recebido em 09/09/08, aceito em 01/04/09

203

As atividades experimentais foram introduzidas nos currículos escolares de Ciências Naturais há mais de 30 anos como resultado da pesquisa para o desenvolvimento de habilidades científicas dos estudantes. Os currículos escolares elaborados nessa época (Biological Science Curriculum Study, Physical Science Study Committee, Harvard Project Physics e Chemical Education Material Study etc.) foram utilizados em diferentes países com o objetivo de “desenvolver habilidades de pesquisa e levar os estudantes a agir como cientistas” (Maor e Taylor, 1995, p. 839).

Nas décadas de 1970 e 1980, muitos educadores questionaram o papel do trabalho de laboratório, mostrando que o currículo baseado na investigação havia falhado na promoção de habilidades de pensamento crítico, elaboração de questões fundamentais, raciocínio e resolução de problemas nos estudantes de ciências (Hofstein e Lunetta, 1982). As pesquisas revelaram enormes insuficiências da realização de trabalhos práticos, geralmente utilizados como atividades de ilustração dos conheci-

mentos teóricos; estruturados como “receitas” que reduzem a participação dos estudantes à mera manipulação de fenômenos e que proporcionam uma imagem deformada do trabalho científico (Zuliani e Ângelo, 2001; Gil-Perez e Payá, 1988; Gil Perez e González, 1993; González, 1992; Hodson, 1994). Nesses casos, são privilegiadas as observações e experimentações “livres” que desconsideram o papel essencial da construção de hipóteses e de um corpo coerente de conhecimentos (Gil-Pérez, 1996). As atividades experimentais nem sempre são adequadas às habilidades mínimas dos estudantes que não têm ideias claras sobre o que estão fazendo no laboratório e não conseguem relacionar os conceitos utilizados pelo professor aos fenômenos observados nas atividades (Insausti, 1997). Nas escolas brasileiras, os professores estão despreparados para a utilização de experimentos e

faltam condições materiais para a execução desse trabalho na maioria das escolas.

Parte das deficiências do ensino experimental está relacionada à epistemologia dos professores, isto é, suas crenças sobre a natureza do conhecimento científico. Essas crenças favorecem a utilização de atividades práticas típicas de professores que concebem a aprendizagem como absorção ou reprodução de conhecimentos produzidos pela comunidade científica e que

enfazam a confirmação e o ensino de fórmulas e fatos científicos (Maor e Taylor, 1995). Nas atividades experimentais, esses professores estão preocupados com detalhes técnicos e manipulação de equipamentos que consomem muito de seu tempo e de sua energia (Hofstein e Lunetta, 1982). Assim, embora várias décadas de pesquisa tenham permitido uma base teórica consistente sobre a natureza da aprendizagem e o valor

As atividades experimentais foram introduzidas nos currículos escolares de Ciências Naturais há mais de 30 anos como resultado da pesquisa para o desenvolvimento de habilidades científicas dos estudantes.

das atividades experimentais, essas informações tiveram relativamente pouco impacto sobre as práticas educativas.

Apesar dessas constatações, Tobin (1990) sugere que é possível a aprendizagem no laboratório se for dada ao estudante oportunidade de manipular equipamentos e materiais em um ambiente apropriado para a construção de conhecimento sobre os fenômenos e conceitos científicos. A ênfase deve ser colocada no engajamento social do estudante na proposição de questões, nas atividades de resolução de problemas e na reflexão sobre a viabilidade e adequação de seus conhecimentos, de seus colegas e da comunidade científica.

O modelo socioconstrutivista fornece uma importante estrutura conceitual para a análise do processo de construção de conhecimento científico nos laboratórios escolares. Nesse modelo, a aprendizagem é um processo ativo, interpretativo e interativo. A compreensão é desenvolvida no contexto social da sala de aula de ciências e, portanto, é contextualizada. A experimentação no laboratório escolar pode promover oportunidades para o estudante construir significados por meio da resolução de problemas.

Os trabalhos elaborados nessa perspectiva (White e Frederiksen, 1998; Polman e Pea, 2001; Van Zee, 2000; Van Zee e cols., 2003) colocam ênfase no engajamento social dos estudantes. As atividades realizadas em grupo potencializam a comunicação e a argumentação, importantes aspectos da atividade científica, que permitem aos participantes construir significados compartilhados. Nas atividades práticas, as indagações se constituem verdadeiras discussões e estimulam o uso da linguagem na construção social do conhecimento. Os estudantes participam da elaboração de questões, reflexão sobre a própria aprendizagem, debate sobre respostas incorretas, clarificação de confusões, reflexão crítica sobre suas próprias concepções, consideração de ideias novas, teste de ideias conflituosas e negociação de significados

em grupos de discussão (Tobin, 1990; Hofstein e Lunetta, 2004).

Estruturados em equipes cooperativas, os estudantes tratam situações problemáticas de interesse, interagindo com os membros de seu grupo, com outras equipes (nas atividades de plenária de apresentação das soluções propostas aos problemas) e com as comunidades científicas, representadas pelo professor e pelo livro-texto (Gil-Perez e cols., 1999).

A resolução de problemas pode basear-se na apresentação de situações semiabertas e sugestivas que exijam dos estudantes uma atitude ativa e um esforço para buscar respostas próprias. O ensino baseado na solução de problemas pressupõe promover nos alunos o domínio de procedimentos, assim como a utilização dos conhecimentos disponíveis para dar solução a situações variadas (Pozo, 1998). Quando essa metodologia é associada às atividades práticas de laboratório, ela pode servir como um instrumento que favoreça o tratamento de questões fundamentais para a construção e o entendimento de conceitos, proporcionando uma visão correta do trabalho científico aos estudantes (González, 1992). Assim, os alunos podem construir hipóteses, analisar dados, observar criticamente os problemas de interesse e implicações da própria Ciência.

Resolvendo problemas

O estudo experimental foi aplicado por um período de quatro semanas a um grupo de 37 estudantes, organizados em duas turmas da 2ª série do Ensino Médio de uma escola de Porto Alegre (RS). Os dados dessa pesquisa incluem as aulas de realização da estratégia didática, as atividades produzidas pelos alunos e a avaliação do trabalho realizado.

Para a realização dessa implementação didática, utilizamos uma sequência organizativa, adaptada a partir da sequência elaborada por Zuliani e Ângelo (2001), que prevê inicialmente uma aproximação ao conteúdo que será apresentado por meio da discussão com os estudan-

tes sobre o interesse da situação abordada. Essa aproximação proporciona uma concepção preliminar da tarefa e ajuda a formar as primeiras ideias motivadoras para o tratamento da situação problema. A seguir, passa-se à organização dos grupos de trabalho: os estudantes leem e analisam o problema, levantam hipóteses, planejam possíveis soluções e experimentos que comprovem suas hipóteses, baseadas nos referenciais bibliográficos e nas informações disponibilizadas pela professora. Num quarto momento da sequência organizativa, os estudantes realizam a atividade prática em laboratório para verificar se as alternativas de solução são adequadas e suficientes para a resolução do problema. A seguir, as estratégias são socializadas com a turma, e os grupos fazem uma exposição relatando as estratégias adotadas, os erros ocorridos e os resultados obtidos na resolução do problema. Após os relatos, a professora promove um debate coletivo sobre as diferentes estratégias propostas e os resultados obtidos, analisando, comparando e compilando as diferentes soluções.

A atividade é avaliada utilizando as produções escritas, que compilam as revisões bibliográficas elaboradas pelos estudantes, os relatórios das atividades práticas desenvolvidas e um instrumento final que investiga a eficiência da abordagem adotada.

Os problemas propostos podem ser classificados como qualitativos semiabertos (Watts, 1994). Nos enunciados, são fornecidos os princípios gerais necessários para a solução dos problemas, que permitem análise das diferentes formas de modelação e oportunidade para melhorar a experimentação. Os estudantes devem elaborar a melhor estratégia para chegar à solução do problema, negociando com os membros do grupo de trabalho o planejamento da abordagem ou tratamento que deverá gerar uma solução tangível. Torna-se responsabilidade do estudante delinear o problema, decidir qual a solução mais apropriada, derivar e testar possíveis soluções, e o seu sucesso é julgado pela eficiência da

solução por ele elaborada.

A principal virtude da resolução de problemas qualitativos semiabertos é o seu potencial para a construção de conhecimento e sua transferência a outros contextos, além de possibilitar a transferência de responsabilidade sobre a aprendizagem do professor para o estudante. As principais intenções deste trabalho com problemas qualitativos semiabertos são: explorar as ideias dos estudantes e propor tarefas que encorajem a discussão e o debate sobre “como as coisas funcionam”; desenvolver soluções para diferentes aspectos de um problema contextual; organização de pequenos grupos de trabalho ou tarefas individuais em um grupo; mobilidade de papéis desempenhados pela professora e pelos estudantes no controle e na direção da atividade e no emprego de uma variedade de estratégias de ensino e aprendizagem; uso de um conjunto de técnicas de comunicação para focar conhecimentos específicos e atividades cognitivas (Watts, 1994, p. 43).

O tema selecionado para o tratamento por atividades práticas com problemas semiabertos foi “Reações de combustão e impacto ambiental”. Essa opção relacionou-se com o andamento do conteúdo programático no período de aplicação das atividades e a necessidade de inclusão de temas transversais no currículo, como evidenciado nas *Orientações curriculares para o Ensino Médio* (Brasil, 2006).

Os estudantes foram incentivados a trabalhar em pequenos grupos e a participar em práticas sociais para construir conhecimento científico colaborativamente (Hogan e cols., 2000). Engajar os estudantes num diálogo favorece a construção de conhecimento, pois possibilita importantes elementos que sustentam essa construção: a capacidade de articular e clarificar o que o grupo não sabe; de apresentar ideias provocativas de forma articulada; ser capaz de compreender as questões para clarificá-las; interpretar e construir

ideias com os membros do grupo; e aceitar as ideias dos outros. Todos esses elementos estão presentes nas discussões nos grupos assim como nas plenárias com toda a turma.

Os problemas (Pr) foram elaborados procurando o aprofundamento conceitual e procedimental do tema:

Pr I- Em nosso dia a dia, podemos observar várias combustões domésticas. Como exemplos, podemos citar: a queima de madeira, gás de cozinha, vela, álcool etc. Até mesmo ao fazer um tradicional churrasco, realizamos a

queima (combustão) do carvão. Ao iniciar os preparativos para um bom churrasco, devemos produzir o fogo, geralmente, para isso, utiliza-se carvão. Entretanto, o que é carvão? Explique detalhadamente como o carvão é obtido e como ele gera energia.

Pr II- A gasolina, assim como o carvão, gera energia e, por isso, é muito utilizada no dia a dia como fonte energética. No entanto, tais substâncias provocam grandes impactos ambientais. Sabemos que existem diferenças entre os tipos de gasolina (comum e aditivada). Pesquise qual desses tipos provoca menor impacto ambiental e porquê. Além de contar com os diferentes tipos de gasolina, temos um problema que envolve interesses comerciais desonestos: a adulteração da gasolina. Pesquise quais as adulterações mais frequentes e demonstre experimentalmente como comprová-las.

Pr III- A poluição do ar provocada pelas combustões diárias – como exemplo, aquelas provocadas pelos veículos automotores leves e pesados – é um grave problema nos grandes centros brasileiros e do mundo todo. Um dos maiores problemas é a emissão de gases poluentes. Faça um levantamento sobre os gases que poluem o ambiente, como poluem e organize estratégias laboratoriais para comprovar as emissões de partículas poluidoras.

Pr IV- A partir da expansão industrial, cresceu consideravelmente a utilização de reações com combus-

tíveis fósseis, gerando assim grande quantidade de gás carbônico livre na natureza. Uma das consequências da emissão desse gás em grande escala é o aumento do efeito estufa. Faça um levantamento teórico do que é o efeito estufa e demonstre experimentalmente o que é esse efeito, como ele ocorre e qual a natureza desse fenômeno.

Pr V- Os problemas I, II, III e IV nos instigam a criar alternativas para reduzir o impacto ambiental causado pelas reações de combustão, sejam elas de natureza doméstica (queima da madeira, gás de cozinha, vela etc.) ou industrial (queima de combustíveis fósseis em grande escala). Proponha alternativas teórico-práticas para amenizar alguns desses impactos ambientais.

Resumidamente, o Pr I visa instigar os estudantes a fazer uma pesquisa sobre o carvão como fonte alternativa de energia. O Pr II compara os impactos ambientais produzidos pelo uso do carvão e da gasolina e propõe, ainda, a investigação prática sobre a adulteração da gasolina. O Pr III foca sobre os poluentes atmosféricos produzidos nos processos de geração de energia e a comprovação experimental da emissão de partículas poluidoras. O Pr IV aborda os efeitos ambientais das altas concentrações das partículas emitidas nas reações de combustão estudadas. O Pr V busca levar os estudantes a propor alternativas para a redução da emissão desses poluentes atmosféricos.

Estratégias para a solução dos problemas

Neste artigo, apresentamos os resultados de uma implementação didática que constitui a linha de trabalho desenvolvida pelos autores (Goi, 2004; Goi e Santos, 2004; Santos e Goi, 2005). Ao longo dos últimos cinco anos, os resultados das pesquisas têm corroborado a concepção de que a resolução de problemas é uma estratégia didática que pode ser trabalhada conjuntamente com as atividades experimentais. Essa conjugação pode ser bastante eficiente na construção conceitual, procedimental e atitudinal dos estudantes em rela-

No modelo socioconstrutivista, a aprendizagem é um processo ativo, interpretativo e interativo.

Tabela 1: Estratégias usadas pelos alunos para resolver os problemas.

	Estratégias Teóricas	Estratégias Experimentais
Pr I	Apresentação das definições, classificações, obtenção e geração de energia a partir do carvão e curiosidades.	
Pr II	Descrição da adulteração da gasolina. Conclusões sobre os impactos ambientais gerados.	Dissolução de um copo plástico com gasolina (quanto mais rápida a dissolução, mais pura é a gasolina. A dissolução deverá ocorrer em 1 minuto, caso contrário a amostra será considerada adulterada). Teste da Proveta – Sugerido pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) (http://www.anp.gov.br/) Dissolução do isopor com a gasolina. Teste da Proveta – identificação de percentual de álcool na gasolina. Comparação entre as cores da gasolina comum e aditivada. Cálculo do percentual do álcool presente na gasolina a partir da densidade da amostra ¹ (ver anexo: Aula experimental).
Pr III	Descrição sobre gases poluidores, natureza e fonte de emissão. Alternativas para a diminuição dos problemas ambientais. Limites máximos das emissões permitidos pela legislação.	Queima do carvão com óleo. Queima do álcool e da gasolina com utilização de filtro de papel. Queima do álcool e da gasolina, coleta dos gases despreendidos com algodão úmido. Mistura do algodão em água e teste do pH da solução formada. Queima de plástico com utilização de filtro. Filtro com iodeto de potássio e amido utilizado em estações meteorológicas convencionais. Queima do enxofre para comprovar a chuva ácida.
Pr IV	O que é efeito estufa: descrição e consequências. Alternativas para diminuir a produção de gases.	Aquecimento da água para verificar a emissão do CO ₂ . Queima da madeira. Aquecimento em recipiente aberto e fechado. Incidência de raios luminosos sobre espelhos em superfícies claras e escuras.
Pr V	Reciclagem do lixo. Uso de transporte coletivo. Alternativa de produção de álcool a partir da banana. Filtros nas chaminés. Aumento da arborização e da fiscalização no desmatamento. Uso de energia solar, eólica e de biocombustível. Efeito fototérmico e fotovoltaico. Reciclagem de materiais.	Construção de pilhas de limão, batata, laranja em substituição às pilhas convencionais. Queima de carvão, utilizando filtros. Identificação da contaminação por óleo, utilizando corantes solúveis em água. Energia solar. Diferentes matérias como revestimento das residências como isolantes térmicos. Simulação de um parque eólico. Uso da água do mar como solução eletrolítica para gerar energia.

ção ao conhecimento químico.

Nessa implementação, os dados indicaram que a existência na escola de uma rotina de utilização de atividades experimentais facilitou a organização dos grupos de trabalho e a dinâmica da resolução dos problemas.

Na Tabela 1, apresentaremos as principais estratégias teóricas e experimentais elaboradas pelos estudantes para cada um dos problemas.

As estratégias experimentais, em

sua maioria, não foram inovadoras. Os estudantes utilizam as estratégias que são encontradas nos livros-texto, na internet e nas diferentes fontes utilizadas na pesquisa teórica.

Os dados revelaram a diversidade das propostas e a originalidade de algumas delas. A autonomia foi uma característica fundamental nesse grupo. Apesar das experiências realizadas anteriormente (Goi e Santos, 2004; Santos e Goi, 2005), os estudantes conseguiram organizar-se e engajar-

se na atividade; manipularam os equipamentos e as substâncias com bastante destreza; debateram, sem dificuldades, questões referentes às práticas com colegas e a professora.

Assim, a resolução dos problemas foi uma atividade bastante prazerosa para grande parte dos alunos. Durante a solução de cada um, os estudantes não só realizaram debates e discussões sobre os resultados obtidos, como também conversaram sobre a adequação ou não da estra-

tégia elaborada e testada. Os dados corroboram nossas observações em trabalhos anteriores de que a metodologia auxilia o aluno a tornar-se mais autônomo, utilizando diferentes maneiras de resolver a mesma situação.

Outra importante fonte de informação sobre o processo vivenciado nesta pesquisa foi o diagnóstico realizado após as atividades no laboratório de Química. Nesse diagnóstico, foi utilizado um instrumento testado e validado por nossa equipe (Goi, 2004).

A análise do pós-diagnóstico evidenciou resultados importantes relacionados ao trabalho com resolução de problemas e consistência das opiniões dos estudantes. Quanto aos problemas sugeridos, os alunos concordam que estes necessitaram de pesquisa, exigiram raciocínio, mas foram de fácil compreensão já que a linguagem utilizada foi acessível e a compreensão dos problemas ocorreu sem grandes dificuldades. Além disso, os alunos relatam que as estratégias adotadas pelos grupos foram adequadas para a resolução dos problemas, que quanto maior o número de estratégias adotadas maiores as chances de obter sucesso na atividade. Os alunos compreendem que as estratégias ajudam na resolução dos problemas e que as atividades experimentais foram fundamentais na resolução das situações.

Em relação às aulas experimentais, os estudantes alegaram que estas facilitaram a resolução dos problemas e que estavam de acordo com as suas expectativas. Também acreditam que essas aulas exigiram raciocínio, mas os grupos conseguiram utilizar experimentos para resolver as situações. Quanto aos relatórios orais e escritos, os estudantes concordam que esses instrumentos auxiliam na compreensão dos problemas sugeridos. Não apresentaram dificuldades em expor o seu pensamento para o grupo e não houve dificuldade na elaboração dos relatórios, já que a produção de documentos e o diálogo em sala de aula é uma metodologia corriqueiramente utilizada nas aulas de química.

Os estudantes acreditam que a

utilização da estratégia de resolução de problemas contribuiu para a aprendizagem e foi significativa para a compreensão das aulas práticas. Eles não sentiram dificuldades para compreender os problemas por meio dos experimentos, apesar de ser esta a primeira vez que a professora utiliza a conjugação dessas metodologias.

A autoavaliação é fundamental para que os alunos possam incluir-se no trabalho e tornem-se mais autônomos em suas decisões. Relativo a isso, os estudantes parecem concordar que não desperdiçaram o tempo; que colaboraram com o grupo; que as atividades experimentais foram motivadoras para a resolução dos problemas; e que em cada aula aprenderam novos conhecimentos.

Os resultados obtidos no diagnóstico final são relevantes e contribuem para fortalecer a fidedignidade das observações realizadas nas aulas. Na autoavaliação, os alunos alegam que se inseriram nas atividades. Eles parecem ter adquirido autonomia e segurança em relação aos aspectos conceituais dos problemas propostos, revelando a aprendizagem de novos conhecimentos.

Considerações finais

A convergência da resolução de problemas e do trabalho experimental ressignificou a utilização de uma e outra estratégia em uma investigação dirigida (Gil-Perez e cols., 1999), o que permitiu a elaboração de estratégia didática para melhorar a compreensão do tema: reações de combustão e impacto ambiental. A aprendizagem a partir de problemas revelou-se uma estratégia para desenvolver as potencialidades criativas dos estudantes, mobilizando conhecimentos e habilidades destes por meio de um trabalho teórico e prático. A articulação entre a teoria e a prática foi favorecida, como vimos neste trabalho, pela resolução de problemas, visando a uma melhor compreensão dos conceitos e dos processos da Ciência. Essa proposta se revelou bastante eficaz na melhoria do uso do laboratório didático; auxiliou na compreensão e estruturação do trabalho experimental; e contribuiu

para o desenvolvimento de habilidades dos alunos.

No decorrer do processo, os estudantes demonstraram maior engajamento nas atividades de resolução de problemas que aquela habitualmente envolvida no laboratório tradicional. Esse engajamento mostrou que eles tinham objetivos mais definidos, portanto estavam mais inseridos nas atividades. A resolução de problemas tornou-se uma estratégia motivadora e permitiu aos alunos desenvolver atitudes e construir a própria metodologia na organização de formas para resolver os problemas.

Quanto às estratégias adotadas pelos grupos, salientamos que elas foram inovadoras se comparadas com as obtidas em trabalhos anteriores da equipe. Os grupos criaram estratégias "inéditas" para solucionar experimentalmente algumas das situações. Coletaram, via pesquisa bibliográfica, estratégias relatadas no material didático disponível e que, portanto, reproduziram experimentos cientificamente aceitos. Entretanto, podemos argumentar que houve um crescimento na busca por dados bibliográficos para resolver cada situação, o que não observamos nas aulas tradicionais. O trabalho de resolução de problemas instigou o aluno e motivou-o na investigação de experimentos aceitos pela comunidade científica. Os dados corroboram a concepção de que esse tipo de trabalho é mais adequado quando o professor utiliza essa metodologia na rotina escolar (Echeverría e Pozo, 1998, p. 16).

Outro elemento revelado durante a resolução dos problemas relaciona-se à inserção dos estudantes no grupo. Por meio dessa metodologia, os estudantes estão mais atentos às atividades experimentais como na organização em aula das estratégias para solucionar cada situação. Isso evidenciou o comprometimento e a motivação durante a etapa de resolução dos problemas.

Como evidenciamos na sequência organizativa de realização das atividades, esta incluiu debates orais após cada resolução e, nessa etapa do trabalho, a observação das aulas revelou que a abordagem contribuiu

para o aprimoramento da argumentação oral dos estudantes. Alguns alunos que, durante as aulas, nunca participaram, demonstram maior autonomia para expor aos colegas o que pensavam sobre as situações. Assim, a exposição oral inseriu grande parte dos alunos no contexto do trabalho. Após essa exposição em que estudantes comentaram sobre os conceitos construídos, os erros ou imprevistos

ocorridos durante a experimentação, a eficiência de cada estratégia adotada, eles, juntamente com o grupo, organizaram um relatório dissertando sobre aspectos referentes a cada um dos problemas solucionados.

Nota

1. A aula experimental foi a proposta mais original dos estudantes e poderá ser útil para os professores de química.

Mara Elisângela Jappe Goi (goi59@terra.com.br), licenciada em Química pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNI-RS), mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), é docente do Colégio Vicentino Santa Cecília, Porto Alegre (RS). **Flávia Maria Teixeira dos Santos** (flavia.santos@ufrgs.br), licenciada em Química, mestre em Educação pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), doutora em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), é docente do Departamento de Ensino e Currículo da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. *Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Volume 2. Brasília: MEC/SEB. 2006. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2008.

ECHEVERRÍA, M.D.P.P. e POZO, J.I. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In: POZO, J.I. (Org.). *A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

GIL-PEREZ, D. New trends in science education. *International Journal of Science Education*, v. 18, n. 8, p. 889-901, 1996.

GIL-PEREZ, D. e GONZÁLEZ, E. Las practicas de laboratorio en fisica en la formación del profesorado (1). Un analisis critico. *Revista de Enseñanza de la Física*, v. 6, n. 1, p. 47-61, 1993.

GIL-PEREZ, D. e PAYÁ, J.I.T. Los trabajos praticos de fisica y quimica y la metodologia científica. *Revista de Enseñanza de la Física*, v. 2, n. 2, p. 73-79, 1988.

GIL-PEREZ, D.; FURIÓ, C.M.; VALDÉS, P.; SALINAS, J.; TORREGROSA, J.M.; GUIASOLA, J.; GONZÁLEZ, E.; DUMAS-CARRÉ, A.; GOFFARD, M. e CARVALHO, A.M.P. ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lapiz y papel y realización de practicas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, v. 17, n. 2, p. 311-320, 1999.

GOI, M.E.J. *A construção do conhecimento químico por estratégias de resolução de problemas*. 2004. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2004.

GOI, M.E.J. e SANTOS, F.M.T. A construção do conhecimento químico por estratégias de resolução de problemas. In: IV Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências, 2003, Bauru. *Atas...* Porto Alegre: UFRGS, p. 1-12, 2004.

GONZÁLEZ, E.M. ¿Qué hay que renovar en los trabajos prácticos? *Enseñanza de las Ciencias*, v. 10, n. 2, p. 206-211, 1992.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.

HOFSTEIN, A. e LUNETTA, V.N. The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research. *Review of Educational Research*, v. 52, n. 2, p. 201-217, 1982.

_____. Laboratory in science education: foundations for the twenty-first century. *Science Education*, v. 88, n. 1, p. 28-54, 2004.

HOGAN, K.; NASTASI, B.K. e PRESSLEY, M. Discourse patterns and collaborative scientific reasoning in peer and teacher-guided discussions. *Cognition and Instruction*, v. 17, n. 4, p. 379-432, 2000.

INSAUSTI, M.J. Análises de los trabajos prácticos de química general en un curso de universidad. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 15, n. 1, p. 123-130, 1997.

MAOR, D. e TAYLOR, P.C. Teacher epistemology and scientific inquiry in computerized classroom environments. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 32, n. 8, p. 837-854, 1995.

POLMAN, J.L. e PEA, R.D. Transformative communication as a cultural tool for guiding inquiry science. *Science Education*, 85, p. 223-238. 2001

POZO, J.I. *A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprend-*

er. Porto Alegre: Artmed, 1998.

SANTOS, F.M.T. e GOI, M.E.J. Resolução de problemas e atividades práticas de laboratório: uma articulação possível. In: V Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências. *Atas...* Bauru: ABRAPPEC, p. 1-12, 2005.

TOBIN, K. Research on science laboratory activities: in pursuit of better questions and answers to improve learning. *School Science and Mathematics*, v. 90, n. 5, p. 403-416. 1990.

VAN ZEE, E. Analysis of a student-generated inquiry discussion. *International Journal of Science Education*, v. 22, n. 2, p. 115-142, 2000.

VAN ZEE, E.; LAY, D. e ROBERTS, D. Fostering collaborative inquiries by prospective and practicing elementary and middle school teachers. *Science Education*, v. 87, n. 4, p. 588-612, 2003.

WATTS, M.D. Constructivism, re-constructivism, and task-orientated problem-solving. In: FENSHAM, P.; GUNSTONE, R. e WHITE R. *The content of science: a constructivist approach to its teaching and learning*. London: Falmer, 1994. p. 39-57.

WHITE, B.Y. e FREDERIKSEN, J.R. Inquiry, modeling, and metacognition: making science accessible to all students. *Cognition and Instruction*, v. 16, n. 1, p. 3-118. 1998.

ZULIANI, S.R.Q.A. e ÂNGELO, A.C.D. A utilização de metodologias alternativas: o método investigativo e a aprendizagem de química. In: NARDI, R. (Org.). *Educação em Ciências: da pesquisa à prática docente*. São Paulo: Escrituras, 2001. p. 69-80.

Abstract: *Combustion reactions and environmental impact through problem solving and experimental activities.* The laboratory has a central role of chemistry teaching and the researches have been revealed us it importance in the students involvement in the investigation process. In this paper, we will present a qualitative inquiry of following-up and an analysis about an experience of using experimental activities in the chemistry lab from the problem solving methodology. This study which was developed with the 2nd level of the High School, involved thirty-seven students from a school in Porto Alegre (RS). The results indicate that the articulation of the experimental work joined the resolution of half-open problems can be very efficient for the learning of concepts, procedures and attitudes by the students.

Keywords: experimental activities, problem solving, chemistry teaching and learning.

Anexo

Aula experimental - resolução do problema 1

Gasolina

A gasolina é composta por hidrocarboneto, enxofre, nitrogênio e compostos metálicos. A gasolina adulterada possui mais álcool do que a comum, já que este tem que estar entre 22% e 27% da gasolina. Caso não possua esse percentual, ela estará adulterada.

Somando o valor em percentual da densidade do álcool com o da gasolina, obtém-se o valor da densidade da mistura com esse percentual. Por exemplo, somando 22% da densidade do álcool com 78% da densidade da gasolina, adquire-se o valor de densidade da gasolina com 22% de álcool. Mediante esse meio, após as atividades em aula, na qual obteremos o valor de densidade da amostra de gasolina, poderemos comparar essa densidade com as relatadas acima, indicando o percentual de álcool misturado. Caso não esteja listado, podemos, por meio do mesmo processo, calcular o percentual de álcool na gasolina a partir de sua densidade.

Percentual de álcool (%)	Densidade (g/cm ³)	Percentual de gasolina (%)	Densidade (g/cm ³)
22	0,1730	78	0,5750
23	0,1808	77	0,5676
24	0,1887	76	0,5602
25	0,1996	75	0,5529
26	0,2044	74	0,5455
27	0,2123	73	0,5381

	Gasolina	Álcool
Densidade	0,7372 g/cm ³	0,7865 g/cm ³

Densidades da gasolina adulterada	
22% de álcool	0,7480 g/cm ³
23% de álcool	0,7484 g/cm ³
24% de álcool	0,7489 g/cm ³
25% de álcool	0,7495 g/cm ³
26% de álcool	0,7499 g/cm ³
27% de álcool	0,7504 g/cm ³

Referências

BRASIL ESCOLA. *Gasolina aditivada ou gasolina comum?* Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/curiosidades/gasolina-aditivada-e-gasolina-comum.htm>>. Acesso em: 08 mai. 2008.

CONSUMIDOR BRASIL. *Combustíveis adulterados.* Disponível em: <<http://www.consumidorbrasil.com.br/consumidorbrasil/textos/dicasconsumo/combustiveisadulterados.htm>>. Acesso em: 08 mai. 2008.

PETROBRÁS. Disponível em: <<http://www.br.com.br>>. Acesso em 08 mai. 2008.

29º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química



O 29º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química (EDEQ) será realizado no Centro Universitário Franciscano (UNIFRA), na cidade de Santa Maria (RS), no período de 22 a 24 de outubro de 2009, com o tema *Ressignificando a Química rumo à sustentabilidade*.

Os organizadores do evento buscam a promoção de uma educação que venha ser marcada por novas práticas e relações no próprio processo de produção do conhecimento químico escolar por parte de professores e estudantes.

No evento, serão realizadas diversas atividades como mostras de materiais didáticos, minicursos, palestras, debates e apresentação de trabalhos de pesquisas.

Informações adicionais: <http://sites.unifra.br/edeq2009>

Contato: edeq2009@unifra.br

Luciana Caixeta Barboza (editoria QNEsc)