



Experimentando Química com Segurança

Patricia Fernandes Lootens Machado e Gerson de Souza Mól

Discute-se a segurança relacionada à experimentação em Química no nível médio, ressaltando sua relevância e dificuldades. Com objetivo de orientar a comunidade escolar, abordam-se questões relacionadas a responsabilidades, organização, equipamentos de proteção coletiva e individual, armazenagem e manuseio de produtos químicos.

► experimentação, segurança de laboratório, responsabilidade em laboratório ◀

Recebido em 21/8/06; aceito em 28/9/07

Axperimentação é importante para facilitar a aprendizagem dos conceitos das ciências. Entretanto, a maioria dos professores não utiliza esse recurso, alegando “troca de professor, laboratório em reforma, impedimento do professor” (Maldaner, 2003, p. 56), carência de pessoal técnico e condições para a realização de atividades experimentais. A falta de laboratório também é alegação comum, mas se constata que a existência deste não garante a realização de atividades experimentais.

Embora não seja o objetivo deste texto, cabe ressaltar alguns aspectos com relação ao ensino experimental. Silva e Zanon (2000) destacam que a experimentação não garante, por si só, a aprendizagem; não é uma via de mão única na qual o experimento comprova a teoria ou vice-versa; e, no nível médio, não tem o objetivo de formar laboratoristas.

O experimento didático deve privi-

legiar o caráter investigativo, favorecendo a compreensão das relações conceituais da disciplina. A atividade experimental possibilita a introdução de conteúdos a partir de seus aspectos macroscópicos, por meio de análise qualitativa de fenômenos. Ela também permite demonstrar, de forma simplificada, o processo de construção ou “reelaboração do conhecimento, da historicidade e a análise crítica da aplicação do conhecimento químico na sociedade” (Maldaner, 2003, p. 57).

Dificuldades para a experimentação

Muitos professores não utilizam a experimentação com a frequência que gostariam por não terem desenvolvido um bom domínio de laboratório durante a formação inicial. Isso

porque grande parte das atividades realizadas na graduação tem caráter de comprovação das teorias, não atendendo a características citadas anteriormente. Dessa forma, não qualificam adequadamente os licenciandos para o magistério.

Além disso, analisando livros didáticos do Ensino Médio, constatamos a inadequação dos

roteiros experimentais sugeridos. Estes comumente aparecem no final dos capítulos do livro ou somente no guia do professor, indicando desvinculação com o conteúdo e a ausência de caráter investigativo.

Outra dificuldade imposta à experimentação advém de uma maior preocupação da sociedade com relação às questões ambientais, surgida no final do século passado. Ao chegar à escola, essa nova “consciência

As atividades experimentais comumente aparecem no final dos capítulos do livro ou somente no guia do professor, indicando desvinculação com o conteúdo e a ausência de caráter investigativo

A seção “Experimentação no ensino de Química” descreve experimentos cuja implementação e interpretação contribuem para a construção de conceitos científicos por parte dos alunos. Os materiais e reagentes usados são facilmente encontráveis, permitindo a realização dos experimentos em qualquer escola. Neste número, a seção apresenta quatro artigos.

ambiental” se deparou com atividades que envolvem diferentes tipos de riscos, entre os quais salientamos a utilização de produtos perigosos e a geração de resíduos, potencialmente tóxicos aos indivíduos e ao ambiente. Atualmente, espera-se que o professor também se comprometa com o uso e o destino adequados de substâncias e materiais empregados nas atividades, pois, assim, educar-se-á seus alunos numa perspectiva mais cidadã. Preocupações com essas questões podem ser constatadas no texto de Gimenez e col. (2006).

Contornadas essas dificuldades, há que se levar em consideração aspectos relacionados à segurança da comunidade escolar, principalmente professores e alunos, e de seu ambiente.

Segurança e responsabilidade em laboratório

A utilização de laboratórios escolares exige cuidados especiais por diversos aspectos que, entre os quais, salientamos: inadequação do ambiente, grande número de alunos em sala, inexperiência e agitação típicas dos adolescentes.

Com relação ao laboratório, deve-se considerar se este foi projetado para realização de atividades experimentais. Normalmente, o que se tem são salas de aula transformadas em laboratórios, desconsiderando, por exemplo, o redimensionamento do quadro elétrico, a instalação de equipamentos de proteção coletiva, locais para armazenamento de produtos químicos e ventilação dos ambientes (Del Pino e Krüger, 1997).

Apesar do exposto, quando o professor decide pela experimentação, deve considerar aspectos relacionados à segurança, tais como regras de manuseio, acondicionamento e armazenagem de produtos químicos, além da disposição final de resíduos gerados. As aulas experimentais devem ser direcionadas para apresentar

Atualmente, espera-se que o professor também se comprometa com o uso e o destino adequados de substâncias e materiais empregados nas atividades experimentais

aos alunos a forma correta de agir no laboratório, minimizando possibilidades de acidentes.

As causas de acidentes em laboratórios podem estar relacionadas com: não conhecimento de normas de segurança, falta de clareza ou aplicação inadequada dessas normas, condutas impróprias, inexistência de supervisão e cobrança ou ainda devido ao desrespeito consciente e intencional de procedimentos de segurança.

Uma ação focada no indivíduo não elimina as condições para um acidente. Muitas vezes, as normas são definidas e conhecidas, mas não são cobradas, permitindo que pessoas hajam de maneira contrária à ideal e impregnem os demais. Por isso, faz-se necessário que a direção da instituição avalie constantemente a organização em busca de falhas, apesar de a responsabilidade pela segurança ser, obrigatoriamente, compartilhada por todos envolvidos. De acordo com Machado (2005), cabe à direção, entre outras responsabilidades:

- dotar o laboratório de infraestrutura básica;
- exigir que as normas de segurança sejam seguidas pelos usuários do laboratório;
- planejar a compra de produtos químicos para o período letivo, evitando excesso e prevendo estocagem segura;
- elaborar e executar, em conjunto com os professores, um plano de disposição final dos resíduos provenientes de experiências laboratoriais.

Nessa mesma linha (Machado, 2005), para minimizar os riscos inerentes às atividades, os professores devem:

- adotar todos os procedimentos de segurança, educando também por meio do exemplo;
- debater previamente com os alunos normas de segurança a serem adotadas nas atividades práticas;

- planejar atividades experimentais, priorizando experimentos simples e seguros;
- manter-se atento à conduta de seus alunos;
- registrar, para posterior avaliação, qualquer tipo de incidente ou acidente ocorrido no laboratório.

Os alunos são partícipes do processo de ensino-aprendizagem e co-responsáveis pela segurança individual e coletiva, cabendo a estes:

- seguir as orientações estabelecidas pela direção e pelos professores;
- cobrar da direção e professores coerência com as normas vigentes;
- informar imediatamente ao professor a ocorrência de qualquer evento não previsto na atividade.

Qualquer falha nessa cadeia de responsabilidades pode colocar em risco toda a segurança de atividades experimentais, podendo levar a sérias conseqüências.

Organização e limpeza

O manuseio de substâncias químicas, vidrarias, equipamentos elétricos etc., exige, além de muita atenção, ambiente limpo e organizado. Por isso, no planejamento de qualquer aula experimental, o professor deve prever um tempo, ao final desta, para que os alunos lavem e reorganizem o material utilizado, deixando o laboratório como foi encontrado.

A limpeza não só é fundamental para segurança como é fator de motivação e satisfação.

Equipamentos de proteção coletiva e individual

Os equipamentos de proteção coletiva – EPCs – permitem a realização de operações sob condições mínimas de risco, resguardando a saúde dos envolvidos em atividades funcionais (Del Pino e Krüger, 1997; Carvalho, 1999; Cienfuegos, 2001). Como exemplos de EPCs fundamentais em laboratórios, destacamos: capela de exaustão, extintores de incêndio, caixa de primeiros socorros, chuveiro e lava-olhos. Entretanto, não basta

estarem disponíveis, é imprescindível que os envolvidos saibam quando e como utilizá-los.

Os equipamentos de proteção individual – EPIs – destinam-se à proteção do indivíduo que estiver realizando ou exposto a atividades específicas, para prevenir ou atenuar lesões decorrentes de acidentes (Del Pino e Krüger, 1997; Carvalho, 1999; Cienfuegos, 2001). Estes devem ser utilizados em atividades experimentais realizadas no laboratório ou mesmo em sala de aula. Nesse caso, o professor deverá usar os EPIs necessários e manter distância segura dos alunos.

O EPI mais importante em laboratórios de ensino é o jaleco (avental). Imprescindível, seu uso rotineiro é obrigatório, mas dependendo do tecido do qual é confeccionado e da forma como é utilizado, pode não cumprir suas funções adequadamente. Alguns critérios devem ser observados para que seu uso atenda às funções de proteção:

- deve ser usado fechado sobre vestimentas adequadas ao trabalho em laboratório (calça comprida, sapato fechado com solado antiderrapante);
- o tecido mais indicado é o de algodão (100%) por ser consumido ao reagir com ácidos e bases (o que não ocorreria com material sintético), diminuindo a quantidade que eventualmente possa entrar em contato com a pele. Além disso, os tecidos sintéticos ao queimarem produzem uma massa quente que se adere à pele;
- deve ser comprido e de mangas longas para proteger punhos e braços, mas com punho ajustável;
- a alça colocada na parte de trás, se existir, deve ter um dispositivo (ex.: botões) que permita o ajuste do jaleco à cintura;
- ser de cor clara para reduzir a absorção de calor.

Os equipamentos de proteção individual – EPIs – destinam-se à proteção do indivíduo que estiver realizando ou exposto a atividades específicas, para prevenir ou atenuar lesões decorrentes de acidentes

Muitas vezes, as pessoas julgam que gastos com EPC e EPI são elevados e desnecessários. Isso é comum em atividades nas quais há pouca exposição a situações e materiais de risco. Entretanto, há que se considerar a relação custo/benefício, visto que um acidente pode causar danos materiais e, principalmente, físicos ao ser humano.

Outro aspecto a ser destacado é o fator educacional. Os alunos têm que entender que fazer ciência não é experimentar de improviso. Fazer ciência exige metodologia e investimento.

Materiais de laboratório

Dentre os equipamentos presentes no laboratório, mesmo os mais simples, como uma lâmpada ligada a dois eletrodos (pedaços de fios com pontas desencapadas), utilizada para testar condutividade de soluções, alguns podem causar acidentes. Na maioria das situações, estes ocorrem devido a problemas relacionados a construção, manuseio inadequado ou improvisações.

Com relação à vidraria de laboratório, devem-se considerar algumas especificidades. Esta é normalmente constituída de vidro borossilicato, material de grande resistência a choques térmicos e ataques de agentes químicos. Entretanto, esse vidro tem espessura menor do que utensílios domésticos, tornando-se menos resistentes a esforços mecânicos. Essa vidraria exige cuidados especiais, porque, quando danificada, aumenta o risco de cortes profundos.

Com relação a vidrarias quebradas, recomenda-se que o descarte não seja feito no lixo comum, evitando que ocorram lesões em funcionários de limpeza.

Uma forma correta de se organizar os reagentes é separá-los nos grupos: ácidos, bases, metais, sais e solventes. Mesmo nesses grupos, deve-se levar em consideração casos específicos

Quanto ao manuseio de materiais e substâncias em laboratórios, deve-se avaliar o risco químico ao qual os usuários estão expostos. Com relação aos reagentes químicos, há que se considerar, principalmente, três aspectos: armazenagem, manuseio e descarte.

Armazenagem de produtos químicos

A forma como se organizam os produtos químicos em armários e bancadas de laboratório pode gerar perigo adicional, visto que a proximidade de certos reagentes favorece reações indesejáveis como liberação de gases tóxicos, corrosão, processos de combustão etc. A estocagem de materiais e substâncias demanda conhecimento de características destes.

Para uma armazenagem adequada, é fundamental que cada material ou substância esteja acondicionado em frasco compatível e apropriadamente rotulado. Os reagentes devem permanecer com seus rótulos originais. Quando isso não for possível, a etiqueta deve conter, no mínimo, o nome químico, a composição e os principais riscos. Em caso de soluções, o rótulo deverá ter também a data de preparação e o nome do responsável por ela.

A armazenagem de produtos químicos deve considerar a compatibilidade e não critérios como ordem alfabética ou estado físico. Uma forma correta de se organizar os reagentes é separá-los nos grupos: ácidos, bases, metais, sais e solventes. Mesmo nesses grupos, deve-se levar em consideração casos específicos como os ácidos acético e nítrico, que têm a mesma classificação, mas são incompatíveis, pois o primeiro potencializa o poder oxidante do segundo.

Para informações sobre incompatibilidade entre reagentes, devem-se consultar tabelas disponíveis em livros (Cienfuegos, 2001; Carvalho, 1999; Del Pino e Krüger, 1997) e sítios na internet sobre segurança.

Tabela 1: Possíveis riscos à saúde decorrente da exposição a alguns produtos químicos

PRODUTO	RISCO
Ácidos clorídrico, nítrico e sulfúrico	Seus vapores são altamente irritantes ao sistema reparatório, pele, olhos e mucosa, podendo, quando em altas concentrações, causar edema pulmonar. Mesmo diluídos, podem causar dermatite e lesões nos pulmões.
Amônia	Irrita os olhos, podendo lesar a córnea, e causa queimaduras na pele.
Benzeno	Atua sobre o sistema nervoso central, causando sonolência e perda de consciência. A longo prazo, pode causar leucemia e anemia aplásica.
Chumbo	Pode provocar graves lesões nos rins e fígado e causar câncer.
Mercúrio	Acumula-se nos rins, fígado, baço e ossos, podendo atuar gravemente no sistema nervoso central.
Hidróxido de sódio e potássio	Potencialmente tóxicos, são mais nocivos para os tecidos do que a maioria dos ácidos por se combinar com proteínas e gorduras destes. Contato com os olhos pode causar cegueira.
Iodo	Causa irritação nos olhos, pálpebras e pulmões, podendo provocar disfunções da tireóide.

Existem ainda casos singulares de armazenagem que necessitam de condições específicas como, por exemplo, o peróxido de hidrogênio, que deve ser estocado sob resfriamento.

Carvalho (1999) recomenda que a área destinada à armazenagem de produtos potencialmente perigosos deve ser um local identificado, protegido, fechado a chave e com acesso controlado.

Manuseio de produtos químicos

Para manusear substâncias e materiais químicos com segurança, é fundamental que se conheça o grau de toxicidade e periculosidade destes. A Tabela 1 apresenta apenas alguns exemplos de materiais e substâncias comuns em laboratórios e seus riscos.

Para transportar reagentes químicos, inclusive de armários para bancadas, é importante que se verifique possíveis vazamentos, líquidos condensados na superfície externa do recipiente ou existência de crostas na junção entre tampa e frasco. Deve-se transportar um frasco por vez, sem encostá-lo no corpo, com muita atenção. Quando for necessário o deslocamento de vários frascos, recomenda-se a utilização de

carrinho apropriado ou cestas que os acomodem seguramente.

No caso de líquidos voláteis, os frascos devem ser abertos em capelas com exaustão adequada ou, na ausência destas, em locais bem ventilados.

Em laboratórios de Ensino Médio, é fundamental que os alunos só manipulem soluções diluídas.

Considerações finais

O tema apresentado neste trabalho merece reflexão, pois a primeira vista, pode parecer que adotar as normas de segurança aqui sugeridas seria apenas acréscimo de trabalho. Entretanto, estas não dizem respeito somente a autoproteção. Aqueles que as incorporarem em suas ações diárias estarão respeitando seus colegas, seus alunos e até ilustres desconhecidos que consomem a água que deixou de receber o resíduo dos laboratórios.

A discussão desse tema com os alunos é importante para a formação cidadã. Segundo Freire (2004), “[...] o ensino dos conteúdos não pode dar-se alheio à formação moral do educando” (p. 33).

Há que se considerar também a responsabilidade das instituições formadoras de professores. É neces-

sário que durante cursos de formação inicial ou continuada sejam abordadas questões de segurança em laboratório. Estas, por sua vez, podem ser mais efetivas quando ofertadas na forma de disciplina específica.

Patricia Fernandes Lootens Machado (ploodens@unb.br), bacharel em Química pela UFC, mestre e doutora em Engenharia pela UFRGS, é docente no IQ - UnB. **Gerson de Souza Mól** (gml@unb.br), bacharel e licenciado em Química pela UFV, mestre em Química Analítica pela UFMG, doutor em Ensino de Química pela UnB, é docente no IQ - UnB

Referências

CARVALHO, P. R. *Boas práticas químicas em biossegurança*. Rio de Janeiro: Interciência, 1999.

CIENFUEGOS, F. *Segurança no laboratório*. Rio de Janeiro: Interciência, 2001.

DEL PINO, J.C. e KRÜGER, V. *Segurança no laboratório*. Porto Alegre: CECIRS, 1997.

FREIRE P. *Pedagogia da autonomia*. São Paulo: Paz e Terra, 2004.

GIMENEZ, S.M.N. e col. *Diagnóstico das condições de laboratório, execução de atividades pratica e resíduos químicos produzidos nas escolas de ensino médio de Londrina - PR*. Química Nova na Escola, n. 23, p. 32-36, 2006.

MACHADO, P.F.L. *Segurança em laboratórios de ciências*. Em: COLTINHO, L.G.R. e FERREIRA, V.F. (Orgs.). *Contribuições aos professores de Química do Ensino Médio*. Rio de Janeiro: Ed. UFF, 2005. p. 207 a 217.

MALDANER, O.A. *A formação inicial e continuada de professores de Química*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003.

SILVA, L.H.A e ZANON, L.B. *A Experimentação no ensino de Ciências*. Em: SCHNETZLER, R.P. e ARAGÃO, R.M.R. (Orgs.). *Ensino de ciências: fundamentos e abordagens*. Piracicaba: UNIMEP/CAPE, 2000. p. 120-153.

Para saber mais

HIRATA, M.H. e MANCINI FILHO, J. *Manual de biossegurança*. São Paulo: Manole, 2002.

OGA, Seizi. *Fundamentos de toxicologia*. São Paulo: Atheneu, 1996.

Abstract: Practicing Safety Chemistry. Safety related to the experimentation in Chemistry on the high school has been discussed, emphasizing its relevance and difficulties. Aiming an orientation to the school community some questions related to responsibilities, organization, protection equipment, storage and handling of chemicals substances are evaluated.

Keywords: experimentation, laboratory safety, responsibilities.