

# Coleta Seletiva e Separação de Plásticos



**Luiz Claudio de Santa Maria, Marcia C.A.M. Leite, Mônica R. Marques Palermo de Aguiar, Rachel Ouvinha de Oliveira, Maria Elena Arcanjo e Elaine Luiz de Carvalho**

Um dos grandes desafios atuais é a disposição final do lixo urbano, no qual são encontrados diversos materiais plásticos presentes em nosso cotidiano e que, por sua natureza química, apresentam uma grande resistência à biodegradação. A reciclagem de plásticos descartados nos lixões é uma possível solução para minimizar este problema. O presente artigo trata de uma experiência didática desenvolvida junto a alunos de uma turma de 3ª série do Ensino Médio. O foco do artigo é a discussão sobre a utilização de experimento como elemento de estimulação em aulas expositivas de Química.

▶ plásticos, técnicas de ensino, reciclagem ◀

Recebido em 6/8/02, aceito em 15/1/03

32

O dia-a-dia do professor é muito dinâmico e requer sempre a execução de trabalhos didáticos que estimulem o aprendizado. Esta é uma tarefa inerente ao trabalho docente que é comum em todos os níveis de ensino. Uma alternativa para a dinamização das aulas é variar as técnicas de ensino empregadas. É razoável admitir que, a despeito de tantas falhas, a aula expositiva nunca tenha sido relegada na prática pedagógica em nossas escolas, e ela pode ser ainda empregada, com a introdução de recursos que a dinamizam (Lopes, 1991).

Por acreditar-mos que a educação é um processo que requer do educador um compromisso com a formação de um cidadão, e com o intuito de contribuir para a conscientização e reflexão sobre problemas diferenciados (Chassot, 1993), na perspectiva de alcançarmos melhorias no ensino de Química Orgânica, trazemos o relato de uma experiência

desenvolvida junto à 3ª série do Ensino Médio. Trata-se da abordagem do conteúdo *polímeros*, inserindo-o na problemática do lixo na sociedade, com a utilização de experimentos como elemento de estimulação nas aulas expositivas.

Nesse trabalho estiveram envolvidos alunos do curso de Licenciatura em Química (participantes do programa institucional *Iniciação à Docência*), uma aluna do curso de Especialização em Ensino de Química e professores do Instituto de Química da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

O tema polímeros constitui um dos conteúdos exigidos nos programas de ensino de Química e, normalmente, é oferecido aos alunos no final do terceiro ano do Ensino Médio, enfatizando definições e classificações. Sendo assim, o conteúdo de polímeros centrado nos conceitos científicos, sem envolvimento de situações reais, torna-se desestimulante para o aluno (Carretero, 1997). Nesta experiência, o conteúdo de polímeros abordado na problemática do lixo na sociedade

torna-se mais estimulante para o aluno, facilitando o aprendizado.

## Apresentando o tema polímeros em aula

A aula foi iniciada colocando-se em discussão algumas questões: *O plástico é importante? O plástico polui? Onde achamos plástico no dia-a-dia? O município conta com coleta seletiva de lixo? Que destino é dado ao lixo plástico da cidade do Rio de Janeiro? Qual a solução para o problema ambiental do lixo plástico?* Depois disso, foram distribuídos textos que falam da importância do plástico na sociedade e de suas implicações no meio ambiente. A escolha desses textos fica a critério do professor, podendo ser extraídos de livros (por exemplo, Canto, 1995), reportagens de revistas e/ou jornais, sítios da Internet etc.

Após ampla discussão, apresentamos aos alunos a definição da palavra "plástico", que deriva do grego *plastikós* e significa "relativo às dobras do barro". Em latim, transformou-se em *plasticu*, assumindo o significado de "que pode ser modelado". O termo "matéria plástica" é a designação genérica para uma grande família de materiais que apresentam em comum o fato de serem facilmente moldáveis.

**O tema polímeros constitui um dos conteúdos exigidos nos programas de ensino de Química, mas costuma ser centrado nos conceitos científicos, sem envolvimento de situações reais. Abordando a problemática do lixo na sociedade, o tema torna-se mais estimulante para o aluno, facilitando o aprendizado**

Os plásticos podem, através de métodos adequados, assumir a forma de garrafas, vasos, pratos, caixas, sacos etc. Foram apresentadas a seguir as estruturas químicas, nomenclatura e características dos principais polímeros (Canto, 1995).

Posteriormente, abordamos a questão do lixo. Foi discutido que um dos maiores problemas dos centros urbanos atualmente refere-se ao destino do lixo gerado. O tempo de permanência do lixo no ambiente é muito longo. Os materiais plásticos, por exemplo, necessitam de cerca de quatro a cinco séculos para se degradarem (Bonelli, 1993). Em todo o mundo, cada pessoa gera, em média, 1 kg de lixo ou resíduos sólidos por dia. Segundo o último relatório do IBGE, com dados dos anos de 1997-2000, apenas 40,5% das 228.413 toneladas de lixo recolhidas diariamente no país tiveram destino adequado, ou seja, foram encaminhadas a aterros sanitários controlados, incineradas ou recicladas. O restante foi descartado em grandes depósitos denominados lixões, amontoados a céu aberto.

Em seguida, discutiu-se que a reciclagem é um conjunto de técnicas que tem por finalidade aproveitar detritos e reutilizá-los no ciclo de produção de que saíam. Ela é o resultado de uma série de atividades, pela quais materiais que se tornariam lixo, ou estão no lixo, são desviados, coletados, separados e processados para serem reutilizados como matéria-prima na manufatura de novos produtos.

Segundo D'Almeida e Vilhena (2000), a reciclagem pode trazer vários benefícios, entre eles: diminuição da quantidade de lixo a ser aterrada; preservação de recursos naturais; economia de energia; diminuição dos impactos ambientais e geração de empregos diretos e indiretos.

O lixo plástico é gerado principalmente em residências e estabelecimentos comerciais. É constituído basicamente por embalagens comerciais descartáveis (sacos, potes, filmes, frascos, garrafas etc.). Dentre a grande variedade de plásti-

cos, apenas seis representam cerca de 90% do lixo plástico: polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno de alta densidade (PEAD), polipropileno (PP), poliestireno (PS), poli(cloreto de vinila) (PVC) e poli(tereftalato de etileno) (PET). Por sua forma e características, as embalagens de plástico ocupam nos aterros 15% a 20% do volume do lixo (em relação à sua massa, representam somente cerca de 4% a 7%).

A recuperação dos plásticos pode ser dividida em quatro categorias, de acordo com a procedência do material a ser reciclado e o processo ao qual será submetido: primária, secundária, terciária e quaternária.

A dificuldade em reciclar os resíduos plásticos concentra-se no fato de que estes encontram-se misturados, existindo a necessidade de separar os diferentes tipos, por serem incompatíveis entre si. Entretanto, já existe no Brasil uma norma (NBR 13230) da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas que padroniza os símbolos que identificam os diversos tipos de plásticos virgens. O objetivo dessa norma é auxiliar a identificar e separar os plásticos manualmente.

### Separação de plásticos por queima e por densidade

Nesse momento da aula, foi realizada a separação de plásticos por queima e por diferença de densidade. Os alunos foram informados de que os sucateiros de plásticos utilizam essa

**O tempo de permanência do lixo no ambiente é muito longo: materiais plásticos, por exemplo, necessitam de cerca de quatro a cinco séculos para se degradarem. No Brasil, entre 1997-2000, apenas 40,5% das 228.413 toneladas de lixo recolhidas diariamente no país tiveram destino adequado**

metodologia para separar os diferentes plásticos presentes no lixo. Aproveitou-se esse momento para abordar os diferentes tipos de plásticos, seus usos e diferenças de propriedades (aspecto, transparência ou opacidade, cor,

tipo de chama e cheiro).

O trabalho experimental foi iniciado por meio da divisão da turma em grupos (máximo de 5 alunos), com atribuição de tarefas. As tarefas foram: coleta de material, montagem do densímetro,

preparação de duas soluções (descritas a seguir) e separação de plásticos por densidade. O conteúdo correlacionado foi trabalhado no decorrer da prática, introduzindo-se os conceitos de densidade, separação por decantação e flotação, contextualizando o problema do lixo urbano.

### Materiais utilizados

Lamparina; caixa de fósforos; pinça de metal; três copos de vidro (requeijão - 250 mL); sal de cozinha; água; álcool (comum, comercial); peneira (pode-se usar um coador de chá); copinhos de plástico de café; densímetro alternativo; colher de sopa; massa de modelar; potes de sorvete de 2 L. Foi pedido que os alunos trouxessem materiais plásticos encontrados em diferentes embalagens usadas no nosso dia-a-dia, como o PVC, que compõe tubos de água e alguns frascos de produtos de limpeza (por exemplo: produtos líquidos para limpeza de vidros); o PS, que compõe copos descartáveis; o PP, que é o material componente de copos de mate; e o PEAD, que é o plástico de garrafas descartáveis de água de coco e suco de laranja. Esses materiais foram lavados e picados em pedaços pequenos pelos alunos.

### Testes de chama

Para a distinção dos plásticos empregados, é possível fazer um teste simples de chama com cada um deles. Com o auxílio de uma pinça metálica, queima-se um pequeno pedaço de plástico na chama de uma lamparina. Os alunos foram estimulados a perceber as mudanças no cheiro exalado e ocorridas no plástico durante a sua queima e a anotar todas as observações em forma de tabela. Após a execução do experimento, cada grupo comentou as suas observações. Os alunos observaram que o PVC escureceu, produziu uma chama fuliginosa, com odor forte e irritante, que se extinguiu. O PS primeiramente contraiu de volume, depois inflamou-se com chama fuliginosa e de cheiro forte. Já o PP fundiu completamente, depois se inflamou sem mudar de cor e o cheiro foi de vela queimada. Finalmente, os alunos observaram que o PEAD se comportou como o PP.

Durante a execução desse experimento, foi possível abordar combustão completa e incompleta (agentes poluentes: fuligem e HCl liberado na queima do PVC, o que pôde ser verificado com papel de tornassol). Foi também apresentada a recuperação ou reciclagem energética que se refere à incineração dos plásticos, já que estes possuem alta capacidade calorífica e a incineração pode ser usada para geração de energia, ressaltando a necessidade de estrito controle dos gases provenientes da queima (Baird, 1999). Nesse tipo de recuperação, o PVC é excluído, já que sua queima pode gerar, além do HCl, dioxinas cancerígenas.

### Preparação das soluções

#### Solução de sal

Para soluções com densidades superiores à da água, utiliza-se solução de sal, preparada da seguinte maneira: em um pote de sorvete, junta-se dois copos de água com três copinhos de café de sal e agita-se bem.

#### Solução de álcool

Em outro pote de sorvete, junta-se um copo de água com um copo de álcool.

Após os alunos terem preparado a

solução desejada, eles utilizaram o densímetro alternativo com o objetivo de avaliar as diferenças de densidade dessas soluções. Para cada líquido, foi feita uma marcação do nível que o líquido atinge no canudo, utilizando canetas de cores diferentes. Com isso, têm-se as marcas de referência da

Uma aula nesses moldes possibilitou o aprendizado de uma variedade de conceitos básicos de Química, estimulando os alunos para um aprendizado associado aos aspectos tecnológicos, econômicos e ambientais

densidade da água, da solução de sal e da solução de álcool. Os alunos foram induzidos a perceber as diferenças de densidade das soluções. Observaram que na solução de álcool o densímetro ficou mais submerso comparado com na

água, indicando que essa solução é menos densa do que a água. A mesma analogia foi feita para a solução de sal, que é mais densa do que a água.

### Testes de densidade

Uma mistura com todos os plásticos foi colocada e agitada em um pote de sorvete contendo a metade de sua capacidade de água. Os alunos deixaram o material em repouso por aproximadamente 10 minutos e observaram a separação dos pedaços. Durante a experiência, anotaram o que observaram. Em seguida, os pedaços que flutuaram foram retirados com o auxílio de uma peneira (ou de um coador de chá) e, então, transferidos e agitados em outro pote

Tabela 1: Densidade de materiais plásticos.

Material	Densidade/(g/cm <sup>3</sup> )
PEAD	0,94 - 0,96
PP	0,90 - 0,91
PS	1,04 - 1,08
PVC	1,22 - 1,30

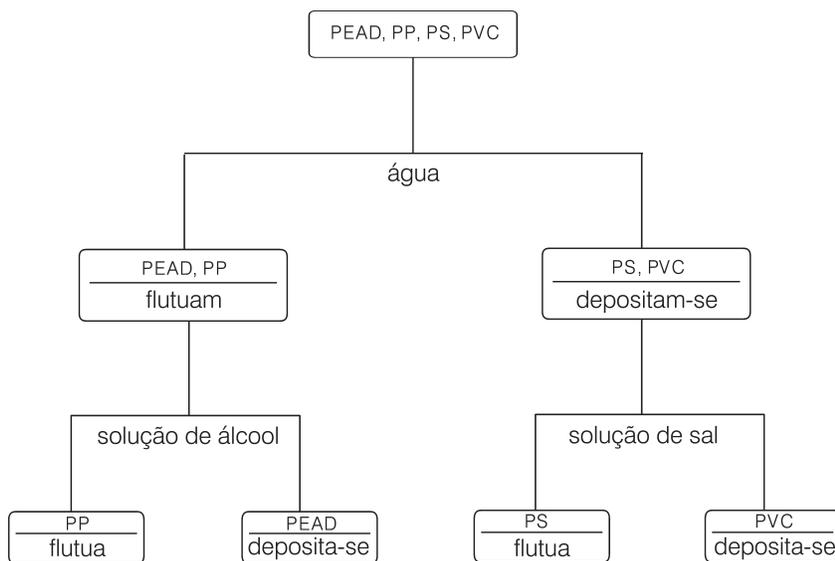
Obs: a densidade da água é 1,0 g/cm<sup>3</sup>.

de sorvete contendo a solução de álcool. Os pedaços decantados também foram retirados desta solução e transferidos para o outro pote contendo a solução de sal. Os alunos tiveram que anotar todas as suas observações.

No final da experiência, foi fornecida aos alunos a Tabela 1 contendo os dados de densidade de cada plástico. A partir desses dados, os alunos propuseram a separação dos plásticos de acordo com o Esquema 1. Em seguida, foram feitas as seguintes perguntas: *Qual a ordem de grandeza da densidade da solução de sal? E da de álcool?*

### Considerações finais

Essa aula possibilitou o aprendizado de uma variedade de conceitos básicos de Química, que são parte do Ensino Médio. Além disso, estimulou o aluno para um aprendizado associado aos aspectos tecnológicos, econômicos e ambientais. Um outro objetivo atingido neste trabalho foi o incentivo à leitura de textos e sua interpretação, além da expressão oral. O aluno tomou consciência de que uma das saídas para a longa vida do plástico é a reciclagem, isto é, o processo de reaproveitamento do material descartado como "lixo". Por meio de metodologia simples, foi possível preparar soluções e conduzir separações de materiais sólidos de diferentes densidades.



Esquema 1: Representação esquemática da separação de PEAD, PP, PS e PVC por diferença de densidade.

**Luiz Claudio de Santa Maria** (lscsm@uerj.br), licenciado em Química pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), doutor em Ciência e Tecnologia de Polímeros pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), é docente do Instituto de Química da UERJ (IQ-UERJ). **Marcia C.A.M. Leite** (amorim@uerj.br), engenheira química pela UERJ, mestre e doutora em Ciência e Tecnologia de Polímeros pela UFRJ, é docente do IQ-UERJ. **Mônica R. Marques Palermo** de Aguiar (mmarques@uerj.br), bacharel e licenciada em Química, mestre e doutora em Química Orgânica pela UFRJ, é docente do IQ-UERJ. **Rachel Ouwina de Oliveira** é aluna do curso de Licenciatura em Química da UERJ. **Maria Elena Arcanjo** é aluna do curso de Licenciatura em Química da UERJ e bolsista do seu Programa de Iniciação à Docência. **Elaine Luiz de Carvalho**, licenciada e bacharel em Química pela UFRJ, é aluna do curso de Especialização em Ensino de Química do IQ-UERJ.

## Referências bibliográficas

- ABNT. Norma NBR 13230, 1994.
- BAIRD, C. *Química ambiental*. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- BONELLI, C.M.C. *Recuperação secundária de plásticos provenientes de resíduos sólidos urbanos do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro, Instituto de Macromoléculas da UFRJ (dissertação de mestrado em Polímeros), 1993.
- CANTO, E.L. *Plástico: bem supérfluo ou mal necessário?* 3ª ed. São Paulo: Editora Moderna, 1995.
- CARRETERO, M. *Construtivismo e educação*. Porto Alegre: Ed. Artes Médicas Sul, 1997.
- CHASSOT, A.I. *Catalisando transformações na educação*. Ijuí: Unijuí, 1993.
- D'ALMEIDA, M.L.O. e VILHENA, A. *Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado*. 2ª ed. São Paulo: Cempre, 2000.

LOPES, A.O. Aula expositiva: superando o tradicional. In: VEIGA, I.P.A. (org.). *Técnicas de ensino: por que não?* Campinas: Papirus, 1991. p. 35-48.

## Para saber mais

- LIMA, M.E.C.C. e SILVA, N.S. Estudando os plásticos. *Química Nova na Escola*, n. 5, p. 6-10, 1997.
- LUFTI, M. *Cotidiano e educação em Química: os aditivos em alimentos como proposta para o ensino de química no segundo grau*. Ijuí: Unijuí, 1998.
- MATEUS, A.J. *Química na cabeça*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2001.
- RODRIGUES, J.R.; AGUIAR, M.R.M.P.; SANTA MARIA, L.C. e SANTOS, Z.A.M. Uma abordagem para o ensino da função álcool. *Química Nova na Escola*, n. 12, p. 20-23, 2000.
- USBERCO, J. e SALVADOR, E. *Química*

geral. 9ª ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2000. v. 1.

WAN, E.; GALEMBECK, E. e GALEMBECK, F. Polímeros sintéticos. In: DE PAOLI, M.-A. e MALDANER, O.A. (Eds.). *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola (Novos Materiais)*, n. 2, p. 5-8, 2001.

## Na Internet

- ABEPET, <http://www.abepet.com.br>, 2002.
- CEMPRE, <http://www.cempre.org.br>, 2002.
- COMPAM, <http://www.compam.com.br>, 2002.
- FUNDAÇÃO ECOMARAPENDI, <http://www.recicloteca.org.br>, 2002.
- NOBELPLAST, <http://www.nobelplast.com.br>, 2002.
- PLASTIVIDA, <http://www.plastivida.org.br>, 2002.

**Abstract:** *Selective Collection and Separation of Plastics* – One of the great current challenges is the final disposition of urban garbage, in which several plastic materials present in our daily lives are found and which, due to their chemical nature, present a great resistance to biodegradation. The recycling of plastics disposed in landfills is a possible solution to minimize this problem. This article describes a didactic experiment developed with third-year high-school students. The article is focused on the discussion of the usage of the experiment as an element of stimulus in chemistry lecture classes.

**Keywords:** plastics, teaching techniques, recycling

## Nota

### Revista Brasileira de Ensino de Física agora em CD-Rom

A Sociedade Brasileira de Física lançou em CD-Rom toda a coleção da *Revista Brasileira de Ensino de Física* e seu suplemento, *A Física na Escola*.

A iniciativa tem o intuito de recuperar a história da RBEF e também disponibilizar os números mais antigos para a comunidade, dada a constatação de que nenhuma biblioteca do país possui a coleção completa da revista. Em editorial oportuno o atual editor da RBEF registra os primórdios da publicação desde sua idealização até os dias de hoje.

Os arquivos estão apresentados em formato PDF sob uma interface em flash que apresenta facilidades

de navegação pelo índice de cada revista e busca por autor e palavras-chave.

O CD-Rom pode ser adquirido na sede da SBF (C.P. 66328, 05315-970 São Paulo - SP) com Jean Buzoli ou pelo e-mail [jean@sbf.if.usp.br](mailto:jean@sbf.if.usp.br). O custo é de R\$40,00 (institucional), R\$30,00 (não assinantes da RBEF) e R\$20,00 para assinantes. Pode ser pago por cartão (Visa) ou cheque nominal à SBF.

