

Um Contributo para a Formação de Professores

— descrição de um caso em
Metodologia da Química (8.º ano)

M. Mercês Sousa Ramos ^a
M. Luz Castro Ribeiro ^a

É descrito um trabalho, desenvolvido no âmbito da formação de professores de Física-Química, que consistiu numa planificação de parte do programa de Química do 8.º ano, tendo como base um tema ambiental, e na implementação dessa planificação. Apresentam-se a referida planificação, um teste de avaliação final e algumas considerações relativas à resposta dos alunos e ao contributo para a formação dos professores envolvidos.

INTRODUÇÃO

Desde os anos sessenta vem sendo dada especial atenção ao ensino da Ciência na Escola, tendo ocorrido até hoje, alterações nas linhas orientadoras definidas por entidades competentes, numa preocupação de ajuste e adequação às necessidades de formação científica dos cidadãos.

Hoje é um dado que a Ciência deve ser uma componente essencial do currículo escolar de formação básica geral dos jovens, no sentido de preparar uma população com bagagem científica suficiente para que possa participar de uma forma fundamentada, na resolução dos problemas da vida comunitária nomeadamente sobre questões de recursos energéticos, nutrição, guerra, desarmamento e poluição, como refere alguma literatura recente. Nesta mesma literatura é dada ênfase à formação dos professores numa perspectiva de apetrechar o Ensino da Ciência com uma metodologia capaz de proporcionar uma aprendizagem eficaz, não só em termos cognitivos, mas também de processo e afectivos. Foi neste contexto que se conduziram discussões sobre a prática lectiva (planeamento, execução e avaliação) com um grupo de professores de Física-Química em profissionalização.

Nestas discussões foram manifestadas pelos professores algumas dificuldades em gerir o programa do 8.º ano de uma forma que tivesse em conta: — a concepção de actividades de investigação que incluíssem planeamento de experiências e controlo de variáveis; — a ligação dos conteúdos programáticos a situações do dia a dia nomeadamente as relacionadas com problemas de poluição; — a formulação de questões para avaliar a aprendizagem dos alunos na utilização de processos científicos, e na utilização de linguagem química para descrever e explicar fenómenos ambientais.

No sentido de ultrapassar as dificuldades referidas, foi fornecido aos professores um plano de organização de parte do programa de Química do 8.º ano que pretendia explicitar tipos de actividades lectivas e extra-lectivas que fossem ao encontro do espírito do ensino da Ciência, que tem vindo a ser desenvolvido na década de 80, a nível mundial. Após discussão detalhada sobre a planificação, os professores iniciaram a sua implementação, nas turmas do 8.º ano que tenham a seu cargo (12 turmas no total), adaptando-a ao seu estilo de ensino.

CARACTERIZAÇÃO DOS DOCUMENTOS ELABORADOS:

PLANO E TESTE DE AVALIAÇÃO

O plano elaborado dá orientações que visam o estudo de conceitos e princípios do programa num contexto ligado à vida real. O contexto é o da utilização, em larga escala, dos combustíveis fósseis e a consequente poluição do ambiente.

Foi ainda elaborado um teste posteriormente aplicado às 12 turmas do 8.º ano, num total de 274 alunos. Com este teste pretendia-se detectar o tipo de influência da estratégia seguida no desenvolvimento de capacidades dos alunos, não só ao nível cognitivo mas também ao nível dos processos, nomeadamente na utilização de linguagem científica, na descrição de situações não puramente académicas e no planeamento de experiências. Apresenta-se a seguir o plano elaborado bem como o teste acima referidos.

Plano de organização de parte do Programa de Química do 8.º ano

Estrutura Geral

*Os combustíveis fósseis
são fonte de energia mas também
são fonte de poluição*

Este tema é o contexto no qual serão estudados e/ou aprofundados os conceitos de: reacção química, equação química, reacções endo e exoenergética, combustão de não metais e metais, soluções ácidas e básicas, velocidade de reacção química e poluição atmosférica. A escolha do tema surgiu do pressuposto de que a ligação do ensino da Química a situações da vida real, neste caso do ambiente, proporcionará uma aprendizagem mais eficaz na medida em que dará um sentido «palpável» ao ensino da Química e estabelecerá a ligação aluno-cidadão.

Parte-se do conhecimento dos alunos, em discussão em assembleia, sobre o uso dos combustíveis mais comuns: tipos, razões de uso, consequências. Propõe-se aos alunos uma pesquisa bibliográfica sobre o combustível mais utilizado actualmente em Portugal e no resto do mundo — *petróleo* * e seus derivados. Esta pesquisa deverá incidir na constituição química. Alguns alunos

* Colaboração da Geografia/Biologia sobre a formação de combustíveis fósseis nomeadamente do petróleo.

^a Docentes Orientadores da Escola Superior de Educação de Lisboa.

poderão ficar encarregados de fazer a «desmontagem» do painel sobre «o petróleo», existente praticamente em todas as escolas. Entretanto explora-se na aula o caso do butano e do propano, gases utilizados vulgarmente na actividade doméstica: características do gás (cheiro, cor, composição a partir da fórmula), o que se observa enquanto o gás está a arder, a combustão, o significado de «acender o gás», a equação de palavras e a equação química da combustão, a noção de reacção exoenergética. A existência do carbono nos combustíveis derivados do petróleo pode ser demonstrada experimentalmente através da formação de negro de fumo na combustão de agarrás, por exemplo, sob um prato branco. Com base nos dados recolhidos na pesquisa bibliográfica e na aula, sobre a composição química do petróleo, os alunos, em assembleia e com a ajuda do professor, fazem uma síntese e registam-na nos seus cadernos. Nessa síntese deverá ressaltar a existência no petróleo de compostos de carbono e hidrogénio, essencialmente, e de outros, que aparecem como impurezas, cuja composição inclui enxofre e azoto e a necessidade destes serem removidos no tratamento industrial do combustível bruto. Porquê a dessulfurização, por exemplo? Uma demonstração da combustão do enxofre seguida de diálogo alertará para a formação de óxidos de enxofre, os quais são maléficos para o aparelho respiratório do homem. Os alunos deverão relatar o que se observa. A combustão é realizada num copo com oxigénio. Seguir-se-á uma breve discussão sobre a constituição do ar e a combustão do enxofre no ar, «extrapolando» para a combustão dos combustíveis fósseis, quando utilizados pelo homem. Levantar-se-á então a questão da interacção entre o dióxido/trióxido de enxofre e o vapor de água existente na atmosfera ou a água da chuva que a atravessa. O professor fará um teste que demonstrará a interacção daqueles óxidos com a água e o carácter químico da solução obtida.

Qual a acção da humidade ou das chuvas com características ácidas sobre os materiais em que caem na terra? — Os alunos farão, em grupo, testes de soluções ácidas (ácido sulfuroso, ácido sulfúrico) sobre metais (Zn, Fe), tecidos, materiais de construção (granito, calcário). Após esta actividade prática os resultados serão discutidos e relacionados com os efeitos no ambiente. Facultar-se-ão então aos alunos textos sobre poluição atmosférica, nomeadamente sobre chuvas ácidas, os seus efeitos na comunidade mundial e os custos que daí advêm. Dos possíveis, o texto apresentado em anexo, é um exemplo.

O professor fará a demonstração da combustão do carvão e identificar-se-á o carácter ácido da solução do óxido. Os alunos escreverão as equações de palavras e as equações químicas da combustão do carbono e do enxofre e as equações para as reacções dos respectivos óxidos com a água. Para o caso do azoto escreverão somente as equações de palavras, pois a escrita da equação é mais complicada. A combustão do enxofre bem como a do carbono (do carvão) serão também identificadas como reacções exoenergéticas. Abordar-se-á o facto de que, quando a temperatura não é suficientemente elevada ou o ambiente é pobre em oxigénio, pode verificar-se, na combustão do carbono, a formação de monóxido de carbono (CO) que é um gás venenoso, bem como o lançamento de partículas sólidas de carbono que não arderam (fuligem). O perigo do uso de braseiras e esquentadores, por exemplo, em ambientes pouco arejados deverá ser referido.

Os alunos farão então uma pequena actividade de investigação em que terão de controlar variáveis e elaborarão os respectivos relatórios. Tentarão resolver os seguintes problemas:

- Soluções mais ou menos ácidas atacam igualmente os materiais?
- Soluções ácidas atacam igualmente peças maciças de metal ou calcário e peças finamente trabalhadas destes materiais?

Após a realização desta actividade os alunos comunicarão os resultados e far-se-á uma síntese, estabelecendo a ligação com situações ambientais. Encarar-se-ão soluções para os problemas do ambiente focados, a nível de atitudes individuais e colectivas (referir legislação, identificar organismos responsáveis).

Seguir-se-ão algumas aulas em que se fará o estudo comparativo entre reacções exoenergéticas e reacções endoenergéticas, não metais e metais, óxidos de não metais e óxidos de metais. Abordar-se-á também a temperatura como outro factor que pode influenciar a velocidade da reacção química. Serão feitas nestas aulas demonstrações pelo professor e serão proporcionados momentos de discussão e de síntese.

Objectivos

CONCEITOS, FACTOS, PRINCÍPIOS

- Identifica a queima dos combustíveis como uma reacção química.
- Relaciona a utilização de um combustível com o facto da sua reacção ser exoenergética.
- Identifica a transformação de energia que ocorre na combustão.
- Relaciona a composição química do petróleo ou seus derivados com a poluição atmosférica resultante da sua combustão.
- Caracteriza os óxidos de carbono, enxofre e azoto e as respectivas soluções aquosas.
- Escreve as equações de palavras e as equações químicas que traduzem as combustões do carbono e do enxofre.
- Descreve a acção de soluções ácidas sobre metais, tecidos e materiais de construção.
- Descreve os efeitos dos gases resultantes da combustão, na atmosfera.
- Identifica factores que influenciam a acção (mais ou menos rápida) das soluções ácidas sobre metais e calcários.
- Explica a acção da «atmosfera ácida» sobre seres vivos, rios, lagos e monumentos.
- Enuncia medidas preventivas da poluição atmosférica.
- Identifica os produtos de algumas combustões.
- Distingue metais de não metais.
- Distingue, através das suas características, óxidos de não metais de óxidos de metais.

PROCEDIMENTOS (método, técnicas, meios de expressão)

- Faz pesquisa bibliográfica
- Verifica experimentalmente a acção de soluções ácidas sobre vários materiais.
- Regista dados obtidos nas experiências realizadas.
- Tira conclusões dos dados registados.

- Investiga os factores que influenciam a acção de soluções ácidas sobre o ferro e o calcário (ou outros materiais adequados): planeia experiências, controla variáveis.
- Elabora o relatório da investigação efectuada.

ATITUDES

- Participa na discussão em assembleia.
- Comunica os resultados da sua pesquisa.
- Colabora com os colegas num grupo.
- Realiza com prazer actividades de investigação.
- Assume-se como futuro cidadão consciente da sua participação para uma melhor qualidade de vida.

Uma possível organização de aulas

1.ª AULA

- Combustíveis mais usados.
- Combustíveis de uso doméstico: butano, propano — características, fórmula molecular, combustão (eq. de palavras, eq. química, r. exoenergética).

ESTRATÉGIA: Diálogo/exposição; demonstração - experiência do negro de fumo para comprovar a existência de carbono no combustível.

T.P.C.: pesquisa bibliográfica sobre a constituição química do petróleo.

2.ª AULA

- Composição química do petróleo.
- Combustão do enxofre — características do óxido; consequências do seu lançamento para a atmosfera.

ESTRATÉGIA: Comunicação pelos alunos dos dados recolhidos na pesquisa. Elaboração de síntese com registo no quadro e caderno.

Demonstração: combustão do enxofre e identificação do carácter ácido da solução aquosa do óxido.

3.ª AULA

- Acção dos ácidos sobre alguns materiais — metais, tecidos, materiais de construção.
- Efeitos ecológicos das chuvas ácidas.

ESTRATÉGIA: Trabalho experimental a realizar pelos alunos em grupos. Discussão dos dados registados e elaboração da síntese e previsão de efeitos ecológicos. Interpretação de gravuras.

T.P.C.: leitura de texto/pesquisa bibliográfica sobre chuvas ácidas.

4.ª AULA

- Combustão do carvão.
- Características do CO_2 .
- Consequências do lançamento do CO_2 p/ o ar.
- Escrita de eq. de palavras e química das combustões e «dissoluções» dos óxidos de S e C.

ESTRATÉGIA: Demonstração da combustão do carvão e identificação das características ácidas do óxido formado. Discussão. Registo no quadro e cadernos.

5.ª AULA

- Velocidade da reacção química — factores que a influenciam: concentração dos reagentes em solução e divisibilidade dos reagentes sólidos.

ESTRATÉGIA: Trabalho de investigação pelos alunos.

6.ª e 7.ª AULAS

- Continuação e conclusão do trabalho de investigação.
- Elaboração do relatório.

8.ª AULA

- Síntese do estudo efectuado nas aulas anteriores.
- Soluções possíveis para a redução da poluição devida ao uso de combustíveis: atitudes individuais e colectivas.

ESTRATÉGIA: Comunicação pelos alunos dos dados recolhidos na investigação. Discussão, registo, síntese.

9.ª AULA

- Reacções endo e exoenergéticas.
- A temperatura como factor que influencia a velocidade das reacções químicas.

ESTRATÉGIA: Exposição/diálogo. Demonstração experimental, pelo professor do efeito da temperatura.

10.ª AULA

- Combustão de metais (sódio, magnésio, ferro).
- Óxidos de metais e não metais.

ESTRATÉGIA: Exposição/diálogo. Demonstração, pelo professor, das combustões. Identificação das características das soluções os óxidos por prof. ou aluno em demonstração.

11.ª AULA

- Escrita das equações químicas das reacções efectuadas na aula anterior.
- Síntese.

ESTRATÉGIA: Trabalhos em pequenos grupos. Exposição/diálogo.

12.ª e 13.ª AULAS

- Teste formativo.
- Teste sumativo.

Observações:

- Se os alunos mostrarem interesse em conhecer o gás que se liberta na reacção do ácido sobre o metal ou sobre o calcário, o professor poderá fazer a demonstração das características desses gases no sentido de os identificar. Poderá haver então necessidade de mais uma aula.
- O «teste formativo» indicado na aula 12.ª não significa que tem de ser nessa aula nem que ocupa uma aula inteira. Está assim indicado por questões práticas podendo mesmo resultar da aplicação de vários «mini-testes».

Teste

DA QUESTÃO 1 À 4 ASSINALA COM UMA CRUZ (X) A RESPOSTA CORRECTA

- Combustão é uma reacção química entre _____ o combustível e o oxigénio do ar.
_____ o comburente e o oxigénio do ar.

- ___ a chama e o oxigénio do ar.
 ___ o combustível e a chama.

2. Quando um combustível fóssil arde forma-se
 ___ somente água.
 ___ somente CO_2 .
 ___ somente CO_2 e água.
 ___ principalmente (CO_2 + água).

3. Fez-se a combustão da substância elementar Z, não metal, no seio do ar.
 Qual das seguintes equações pode traduzir esta combustão:

- ___ $\text{Z} + \text{ar} \longrightarrow \text{óxido de Z}$
 ___ $\text{Z} + \text{oxigénio} \longrightarrow \text{óxido de Z}$
 ___ $\text{Z} + \text{oxigénio} \longrightarrow \text{base de Z}$
 ___ $\text{Z} + \text{oxigénio} \longrightarrow \text{ácido de Z}$

4. Combustão é:

- ___ uma reacção de oxidação
 ___ uma substância que arde
 ___ uma reacção endoenergética
 ___ uma forma de poluição

5. Enuncia os nomes de quatro combustíveis fósseis, derivados do petróleo.

6. O uso de combustíveis derivados do petróleo é uma das principais fontes de poluição atmosférica. Dá uma explicação para este facto, basenado-te na composição química daqueles combustíveis.

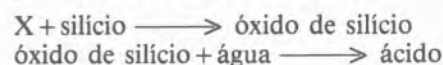
7. Considera a equação química



Traduz por palavras tuas o significado daquela equação.

8. O Mosteiro dos Jerónimos é um monumento nacional construído em pedra calcária.
 Explica, usando linguagem científica, de que modo as chuvas ácidas podem danificar aquele monumento.

9. Baseia-te na equações de palavras seguintes para responderes às questões 9.1. e 9.2.



- 9.1. Identifica X

- 9.2. Identifica os elementos constituintes do ácido.

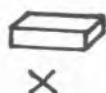
10. Define por palavras tuas e da forma mais completa:

- 10.1. ácido

- 10.2. base.

11. Imagina que és uma molécula de SO_3 e escreve uma pequena composição sobre o tema: «Se eu fosse uma molécula de SO_3 lançada para a atmosfera...»
 Deverás usar, entre outras, as palavras: oxigénio, gasolina, chuvas ácidas, poluição, peixes, pH, acidez, ácido.

12. Considera duas peças de ferro X e Y. A peça X é um pequeno paralelepípedo massiço com a massa de 50 g e a peça Y é um fio de ferro com a masa de 80 g, ao qual se deu a forma representada na figura.



Y

Planeia uma experiência que poderias fazer para descobrir a resposta à seguinte questão:
 «Qual das duas peças é mais rapidamente corroída pelos ácidos?»

Na tua resposta deves escrever sobre:

- material que usarias
- grandezas que irias medir e como as medirias
- como procederias para que o teste fosse válido
- como tratarias os resultados que viesses a obter.

Considera que terias acesso ao seguinte material:

- copos (globelês)
- provetas
- soluções de: ácido clorídrico com concentração 2M; ácido clorídrico com concentração 1M (menos concentrada que a de 2M).
- balança
- relógio/cronómetro
- alicate.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE OS RESULTADOS OBTIDOS

- Após o estudo da unidade constatou-se que em três das turmas mais de 50 % dos alunos (100, 96, e 56 %) dizem que a combustão «é uma forma de poluição» (questão 4 do teste). Estes resultados chamam à atenção para o cuidado a ter na exploração de contextos não académicos de modo a não promover a formação de concepções erróneas sobre o fenómeno em estudo. É de referir que as duas turmas em que as percentagens de respostas «é uma forma de poluição» foram de 100 e 96 % tinham o mesmo professor e o assunto tinha sido abordado de forma idêntica em ambas as turmas.
- Mesmo depois do estudo do tema num contexto ambiental em que a combustão é associada a combustíveis como fonte de energia 27 % dos alunos de 4 turmas dizem que a combustão «é uma reacção endoenergética» (questão 4 do teste). Uma das razões que pode ter levado à escolha desta alternativa é o facto de, em geral, a combustão ser iniciada termicamente, haver semelhança grafológica entre os termos «endoenergética» e «exoenergética» e ainda o facto da alternativa correcta — «é uma reacção de oxidação» — não corresponder à abordagem feita na aula.
- A utilização de linguagem científica na explicação de fenómenos ambientais, pedida na questão 8 do teste, mostrou ser deficiente após o estudo do tema; 55 % dos alunos não utilizou o termo «reacção química» nem identificou quimicamente os intervenientes na reacção, descrevendo a ocorrência somente com termos menos específicos (por ex. corroem) ou mesmo coloquiais (por ex. danificam, desgastam). É de notar que, na disciplina de Física-Química, os alunos nunca haviam deparado com questões deste tipo em testes escritos.
- Nas respostas à questão 11 do teste, que pedia uma composição sobre «Se eu fosse uma molécula, de SO_3 lançada para a atmosfera...» os alunos mostraram de um modo geral, ter dificuldade de síntese utilizando os termos científicos aprendidos. Só 20 % referiu a formação de SO_3 a partir da combustão da gasolina, embora 33 % tivesse referido a formação das chuvas ácidas a partir de SO_3 e água atmosférica, 29 % o pH das chuvas ácidas e 37 % a acção das chuvas ácidas sobre peixes e/ou materiais. É de salientar que somente 3 % dos alunos fez referência à formação de outras moléculas de

SO₃ para além de «si» próprio e à acção conjunta dessas moléculas na formação das chuvas ácidas.

- Na questão 12, do teste, em que é pedido aos alunos o planeamento de uma experiência, 33% dos alunos de 11 turmas, mostrou ter tido em conta o controlo de variáveis. É de notar que numa turma em que não foi seguida a estratégia proposta, a qual incluía a realização de experiências pelos alunos com controlo de variáveis, os alunos apresentaram muita dificuldade na descrição de um plano experimental e dos que a fizeram nenhum teve em conta o controlo de variáveis.

- Quer a actividade proposta no plano, sobre planeamento de experiências e controlo de variáveis, quer a questão 12 do teste incidindo neste tipo de capacidades pareceram influenciar alguns dos professores, no planeamento e execução de aulas que decorreram posteriormente sobre outros assuntos, incluindo nelas actividades adequadas ao desenvolvimento daquelas capacidades.

- Foi opinião dos professores que implementaram a estratégia proposta que houve por parte dos alunos maior interesse e entusiasmo no estudo da Química do que em anos anteriores, com outros alunos do 8.º ano, em que os mesmos conceitos e princípios haviam sido abordados em contextos mais académicos.

É de salientar que numa das Escolas esse interesse levou a um acréscimo significativo no número de inscrições na opção de Quimicotecnia do 9.º ano (o número de turmas passou de uma para três).

CONTRIBUTO PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Os conteúdos do plano e do teste e as discussões que a partir deles se desenvolveram, constituíram um meio de sensibilização dos professores que implementaram o plano para a realização de actividades experimentais com vista ao desenvolvimento de capacidades associadas ao processo científico, no estudo de questões ambientais, e para modos de testar essas capacidades. O entusiasmo de alguns professores levou-os a introduzir actividades do mesmo tipo no estudo de outros assuntos nomeadamente actividades que envolviam planeamento de experiências e controlo de variáveis.

Estes professores aperceberam-se que o desenvolvimento, nos alunos, de capacidades de utilização de linguagem científica na explicação de fenómenos ligados ao meio, de capacidades de síntese, de capacidades de planeamento de experiências e de controlo de variáveis não é possível somente durante o estudo de um único tema, ainda que com actividades adequadas, mas sim ao longo de todo o programa em que actividades do mesmo tipo vão sendo realizadas e integradas em diferentes contextos.

Parece-nos poder concluir, olhando para o futuro, que a elaboração de documentos de apoio, do tipo dos aqui apresentados, a sua implementação por professores neles interessados e a respectiva discussão são meios a encarar na formação dos agentes de ensino no âmbito da Metodologia da Ciência.

Bibliografia

- Gardner, M.H. (1984) *The Future*, in *Teaching School Chemistry*. UNESCO. Paris.
Ingle, R. e Jennings, A. (1981) *Science in Schools which way now?*. Heinemann Educational Books Ltd., London.

ANEXO

As chuvas ácidas *

A humanidade tem sempre considerado a chuva como um benefício; sem os 12 000 km³ que caem anualmente sobre os continentes, estes seriam áridos. Mas em certos pontos do globo a chuva tem-se tornado numa fonte de preocupação; mistura-se no ar com a poluição proveniente dos gases libertados pela combustão dos combustíveis fósseis — nomeadamente nas centrais eléctricas, nas fábricas e nos motores de automóveis — e provoca a queda de ácido sulfúrico e de ácido nítrico diluídos. Estas substâncias matam os peixes e outras formas de vida aquática e atacam os edifícios entre os quais alguns monumentos antigos dos mais importantes do mundo; podem igualmente prejudicar as florestas e as culturas e mesmo ameaçar a saúde do Homem.

A chuva ácida não é um fenómeno novo: este termo já era usado há mais de um século, quando se falava da poluição de Manchester em Inglaterra. O que é novo é a importância que este problema tomou a nível internacional. Tem-se podido purificar, em larga medida, o ar de cidades como Manchester, contruindo nas centrais e fábricas altas chaminés que atiram a poluição para zonas elevadas da atmosfera. Estas chaminés melhoraram a situação localmente, dispersando os gases poluentes, mas agravaram as dificuldades internacionais. Com efeito, esses gases, os óxidos de azoto e de enxofre, emitidos pela combustão dos combustíveis fósseis podem ser levados, pelos ventos, a milhares de quilómetros de distância e provocar chuva ácida em países muito afastados do ponto onde, aqueles óxidos, se formaram.

Até há pouco tempo pensava-se que as chuvas ácidas eram um problema essencialmente regional, limitado às zonas industriais do hemisfério norte. Se bem que o problema se tenha manifestado inicialmente aí, ele está agora generalizado a outras regiões do globo, principalmente naquelas em que se faz uso intensivo de combustíveis fósseis.

Há processos naturais que também emitem para a atmosfera compostos de azoto e enxofre (actividade vulcânica), no entanto, a quantidade devida à actividade humana é muito mais elevada.

Nos países da CEE, por exemplo, aproximadamente 75% dos óxidos de enxofre emitidos para a atmosfera são devidos à combustão do petróleo ou seus derivados, nas centrais eléctricas e fábricas. No entanto há indícios de que as emissões de dióxido de enxofre (o principal poluente da Europa e da América do Norte) não tem aumentado nos últimos 10 anos, contrariamente às previsões e, provavelmente não aumentará nos próximos decénios. Um melhor controlo da poluição atmosférica e uma redução no consumo dos combustíveis fósseis tem contribuído para tal.

Os óxidos de enxofre e azoto que poluem a atmosfera, além de se poderem dissolver na água das chuvas ou na humidade do ar podem também depositar-se directamente no solo sob a forma de depósitos secos. Os depósitos ácidos, secos ou húmidos, sobre as folhas das árvores têm contribuído para a sua destruição lenta em algumas zonas do globo.

Os lagos e os rios foram as primeiras vítimas da chuva

* Texto adaptado de «Les pluies acides» em *Le Courier*, UNESCO, Jan. 1985, pp. 21-24.

ácida a serem descobertas, principalmente na Escandinávia, no nordeste dos Estados Unidos, no sudeste do Canadá e no sudoeste da Escócia. Algumas zonas destas regiões são particularmente vulneráveis porque o seu solo e subsolo oferecem uma fraca protecção à chuva ácida: são constituídos por minerais como o granito e rochas ricas em quartzo; contêm pouco calcário e não se desagregam facilmente pelo que não podem neutralizar o ácido que sobre elas cai. Deste modo as águas ácidas infiltram-se no solo e subsolo até encontrarem cursos de água, que escorrem para os rios e lagos provocando os seus efeitos maléficos sobre os seres vivos aquáticos.

À medida que a acidez da água dos rios e dos lagos se vai acentuando, aumenta progressivamente a solubilidade de metais provenientes de esgotos e de despejos de indústrias, como o alumínio, o cádmio, o zinco, o chumbo e o mercúrio. Alguns destes metais são extremamente tóxicos e podem ser absorvidos pelos seres vivos aquáticos através das cadeias alimentares.

A poluição pode igualmente pôr em risco a saúde humana. Sabe-se há muito que grandes quantidades de dióxido de enxofre, de óxidos de azoto e de poeiras na atmosfera são nocivas. Por outro lado as chuvas ácidas, resultantes da dissolução destes óxidos, provocam a libertação de metais, não só nas águas como já foi referido anteriormente, mas também nos solos. Estes metais através das águas subterrâneas, rios e lagos que constituem fonte de aprovisionamento de água potável, são introduzidas nas cadeias alimentares podendo vir a afectar o Homem.

Agradecimentos

São devidos agradecimentos: — Aos professores que implementaram o plano, pelo seu empenho e pelas informações que prestaram sobre o comportamento dos alunos na aula ao longo dessa implementação; — À Escola Superior de Educação de Lisboa pelo apoio dispensado na reprodução de materiais que foram distribuídos aos alunos das turmas do 8.º ano; — À Prof.^a doutora Mariana Pereira que amavelmente se prestou a fazer a revisão deste texto.

COLABORE
COM A
SOCIEDADE

NÃO ATRASE
O PAGAMENTO
DAS
SUAS QUOTAS