

Contributo para o ensino/aprendizagem do conceito de elemento químico

M. FERNANDA P. SILVA, M. CARMO T. LOURENÇO E JOANA M. MARTA FILIPE*

Procurou averiguar-se se professores profissionalizados com vários anos de experiência e professores em profissionalização (estágio integrado no 5.º ano da licenciatura em Ensino de Física e Química), apresentavam conhecimentos claros e bem estruturados acerca do conceito de elemento químico, e em que medida alunos do 10.º do ensino secundário e do 1.º ano da universidade retiveram esses conceitos. Aplicou-se um inquérito, em que se

solicitava aos inquiridos para relatarem ideias/comentarem frases contendo a expressão elemento químico. Verificou-se que os professores apresentam descrições cientificamente correctas em maior percentagem do que os alunos, mas em ambos os grupos de inquiridos há confusão entre elemento e a respectiva substância elementar. Apresentam-se sugestões para melhorar o processo ensino/aprendizagem do conceito em questão.

Introdução

No estudo do conceito de elemento químico é inevitável falar-se da tabela periódica (T.P.). Não se pretende fazer aqui um resumo da evolução histórica da T.P., mas recorda-se que, quando Lavoisier fez a sua classificação dos elementos conhecidos, nessa época o elemento era a substância elementar respectiva [1-4]. Apesar de se saber que elemento e substância elementar são conceitos distintos, continua a fazer-se a identificação de elemento com substância elementar. Para isso têm contribuído vários factores, tais como, de entre outros: os diferentes modelos da T.P. que têm aparecido, como um modelo da *Royal Society of Chemistry* [5] onde aparece a fotografia da substância elementar junto ao símbolo do elemento e os modelos (da Merck, de 1997 e da Sargent-Welch, de 1968) em que as propriedades físicas das substâncias elementares (pontos de fusão e de ebulição) aparecem junto aos símbolos químicos; frases e definições em livros de texto para alunos do ensino secundário e do 1.º ano da universidade [6,7]. Contudo, investigação efectuada em Ciências da Educação mostra que é essencial que os professores tenham

os conceitos bem estruturados e mentalmente clarificados, para uma correcta transmissão dos mesmos. Tem de haver coerência entre as concepções do professor e a sua formulação, a maneira como o ensino é desenvolvido, o modo como o aluno aprende e o modelo didáctico adoptado, para que o professor leve a cabo a sua intervenção na sala de aula [8-12]. As concepções alternativas dos professores podem ser directamente transmitidas aos alunos durante o processo de ensino/aprendizagem e as concepções erradas que os estudantes apresentam, embora em maior percentagem, são paralelas às dos professores [13]. A investigação em Ciências da Educação em Química está a mostrar o fosso que existe entre a teoria e a prática e a aplicação à sociedade [14]. O processo ensino/aprendizagem dos conceitos químicos é considerado muito complexo quer por professores quer por alunos [15]. Para além disso, o conceito de elemento químico – conceito abstracto, segundo Mendeléev [16] – era (à altura da aplicação do inquérito que conduziu ao presente trabalho) leccionado no 9.º ano de escolaridade, portanto a alunos que se encontram na adolescência, fase de desenvolvimento caracterizada pela alteração de processos físicos, socio-afectivos e, essencialmente, cognitivos, em que se opera a transição do pensamento

concreto para o formal, proposicional ou abstracto, fase esta, inicial, que dificulta a apreensão daquele tipo de conceito. Com o desenvolvimento das Ciências da Educação nas últimas décadas, a nível internacional, tem havido um grande incremento na investigação científica sobre muitos conceitos usados em química. Contudo sobre o conceito de elemento químico o investimento não tem sido tão elevado. Alguns trabalhos recentes envolvem o conceito em questão [1,17,18]. Em Portugal apenas se conhece um estudo efectuado sobre identificação de versões privadas (i.e., ideias intuitivas que o aluno possui antes de sujeito à instrução formal, e que foram a base daquilo que hoje é conhecido como concepções alternativas), feito com alunos do 2.º ciclo (8.º ano) e ensino secundário (10.º ano de escolaridade) [19]. Com o presente trabalho procurou-se identificar concepções alternativas de alunos que frequentaram o 10.º ano (numa altura em que a introdução do conceito de elemento era feita no 9.º ano) e alunos do 1.º ano da universidade, em detectar se professores com experiência profissional e professores do núcleo de estágio integrado da Universidade de Aveiro, U.A. (alunos do 5.º ano da licenciatura em Ensino de Física e Química) identificavam o conceito de elemento químico aceite pela comunidade científica [20], recolher

*Universidade de Aveiro
Departamento de Química
3810-193 Aveiro

estratégias sugeridas pelos professores que permitam melhorar o ensino/aprendizagem do conceito e fazer a comparação, entre os diferentes grupos de inquiridos, dos resultados obtidos nas questões comuns aos dois questionários.

Parte Experimental

Metodologia e amostras usadas Usou-se a técnica de recolha de dados através de inquérito. O trabalho experimental consistiu na aplicação de dois inquéritos: um a professores e outro a alunos. Os dois questionários continham cinco questões cada, sendo três comuns. As questões comuns são designadas por Q1, Q2 e Q3 e a formulação respectiva encontra-se na tabela 1; as outras duas questões de cada um dos inquéritos são identificadas por Q4 e Q5 e os respectivos enunciados apresentam-se na tabela 2, separados por grupo, de professores e de alunos.

Na questão Q1 foi usada a técnica de definição livre e procurou-se com ela identificar o conceito de elemento químico que professores e alunos possuem. Na questão Q2, falso/verdadeiro, o objectivo era identificar concepções alternativas nos dois grupos de inquiridos. Na questão Q3, de resposta aberta, estava subjacente o conceito de isótopo e pretendia-se verificar se reconheciam a existência de mais do que um tipo de átomo (com o mesmo número atómico) num elemento. Com a questão Q4 dos alunos pretendia-se verificar se os alunos responderam aleatoriamente à questão Q1 ou se tinham um conheci-

Tabela 2 Enunciado das questões não comuns aos inquéritos de alunos e professores, Q4 e Q5

Inquérito	Enunciado da questão Q4	Enunciado da questão Q5
Professores	<i>Que concepções alternativas já detectou nos alunos acerca do conceito de elemento químico? a) Elemento referido num contexto químico b) Elemento como um componente de uma substância c) Elemento como sendo uma substância pura d) Elemento referido à tabela periódica e) Outras</i>	<i>Que estratégias costuma utilizar para combater tais concepções alternativas?</i>
Alunos	<i>A descrição de elemento químico, que fez na questão Q1, será considerada cientificamente correcta? Sim / Não</i>	<i>Onde já ouviu falar de elemento químico? a) na escola b) fora da escola c) em aulas de química de anos anteriores</i>

mento correcto de elemento químico. A questão Q5 do inquérito dos alunos pretendia dar a conhecer se os alunos tinham tido contacto com o conceito de elemento químico fora da escola. Com a questão Q5 dos professores o objectivo era saber se estes, após detectarem concepções alternativas nos alunos, usam estratégias para que os alunos as ultrapassem. Em ambos os inquéritos se pedia para assinalarem qual a situação do inquirido: de entre os professores se era ou não estagiário, e de entre os alunos se era do ensino secundário ou da universidade. Solicitou-se que as respostas fossem dadas individualmente, após o acto da leitura, sem recurso a qual-

quer tipo de consulta. Os alunos da universidade deram as respostas nos últimos dez minutos de uma aula prática de duas horas, os alunos do ensino secundário no início de uma aula, e os professores foram contactados pessoalmente. A amostra nos professores foi em número total de vinte e quatro, divididos em professores com experiência (N=12) e professores em profissionalização, estagiários, (alunos do núcleo de estágio integrado no último ano da licenciatura em Ensino de Física e Química da U.A.) (N=12) e nos alunos (amostra em número total de duzentos e vinte e cinco) também se consideraram os alunos do 10.º ano (N=176) e os alunos do 1.º ano da universidade (N=49) separadamente.

Tabela 1 Enunciado das questões Q1, Q2 e Q3 comuns aos inquéritos de alunos e professores (i) questão retirada da referência [7]; (ii) idem de [19]; (iii) idem de [20]; (iv) idem de [21]

Questão	Enunciado
Q1	<i>Descreva as ideias que a designação elemento químico lhe suscita.</i>
Q2	<i>Classifique as afirmações em verdadeiras, V, e falsas, F, justificando estas: Um elemento químico é/são: 2.1...uma substância composta de uma única espécie de átomos (i) 2.2...um conjunto de átomos que possuem o mesmo número de neutrões (ii) 2.3...uma substância que por meios químicos não pode ser decomposta em substâncias mais simples(ii) 2.4...uma espécie de átomos que possuem o mesmo número de protões no núcleo (iii) 2.5...substâncias que constituem a T.P. (ii) 2.6...substância composta por várias moléculas iguais (ii) 2.7...conjunto de átomos iguais que formam uma substância (ii)"</i>
Q3	<i>Comente a seguinte afirmação: Os átomos do mesmo elemento são idênticos (iv)</i>

Resultados e sua análise

Os resultados obtidos para cada uma das três questões comuns aos dois questionários, Q1, Q2 e Q3, irão ser apresentados em paralelo para os diferentes grupos de inquiridos.

Na tabela 3 estão as respostas, classificadas em resposta "correcta", "outras respostas", "incorrecta" e "não responde", e respectivas percentagens, apresentadas pelos alunos e pelos professores relativas à questão Q1. Em outras respostas incluem-se definições de elemento como substância e substância composta, substância elementar, átomo e tipo de átomos,

Tabela 3 Categorias de resposta na definição de elemento químico, questão Q1, e respectiva percentagem, por grupo inquirido

Categoria	Prof.s*	Estagiários	10.º ano*	1.º ano*
Correcta	59	48	2	4
Outras	60	76	94	110**
Incorrecta	–	–	15	6
Não responde	12	14	13	2

*A soma de cada coluna dá valor superior a 100% devido ao facto de, em cada grupo de inquiridos, as outras respostas serem em % muito elevada, e isto por em uma mesma resposta se detectar mais que uma concepção diferente de elemento químico. **idem para este valor.

símbolo químico, tabela periódica, e ainda algumas outras.

Pela análise das percentagens constantes da tabela 3 verifica-se que 59% dos professores e 48% dos estagiários responderam de acordo com o conceito científico de elemento químico, pois definem-no como um conjunto de átomos com o mesmo número de protões, mas nos alunos a percentagem para essa definição é baixíssima, 2% no 10.º ano e 4% no 1.º ano da universidade. Pode inferir-se deste facto uma justificação para a elevada percentagem de outras respostas nos alunos: 110% nos do 1.º ano da universidade e 94% nos do 10.º ano; este valor um pouco mais baixo pode demonstrar que estes têm o conceito mais presente que os da universidade. A percentagem de outras respostas nos professores é bastante elevada, uma vez que são docentes, mas é mais baixa nos professores experientes do que nos estagiários. Não há respostas incorrectas nos professores. De entre as

respostas incluídas na designação outras respostas (3.ª linha da tabela 3) foram dadas em maior percentagem respostas em que fazem a identificação de elemento com substância elementar e com tabela periódica, em valores percentuais idênticos nos professores (valores não tabelados); nos alunos a identificação é feita em maior percentagem com substância e substância composta, mais nos alunos do 10.º ano que nos da universidade, e também com tabela periódica, mas esta mais nos alunos do 1.º ano que nos do 10.º ano (valores não tabelados).

Na tabela 4 apresentam-se os resultados, em percentagem, das respostas dadas a cada uma das frases da questão Q2. Nela apenas constam as respostas que consideravam que a frase era “verdadeira” (V) ou “falsa” (F) e neste caso com justificação correcta (ver enunciado da questão Q2 na tabela 1). Houve outras descrições de elemento que não constam dos valores da tabela.

Pode constatar-se na tabela 4 que a soma das percentagens de “falso”, F, e “verdadeiro”, V, dá, em algumas das frases, valor diferente de 100% para cada um dos grupos. Isso deve-se ao facto de alguns dos inquiridos não terem respondido e outros não terem dado uma resposta directa, mas, na justificação das frases que consideravam falsas, identificarem o conceito de elemento com outros conceitos; a diferença para 100% é, portanto, relativa a outras respostas. Como se pode observar da tabela 4, para a frase 2.1, os alunos erram na resposta, i.e., consideram-na verdadeira, V, em muito maior percentagem do que falsa, F; os professores experientes apresentam elevada percentagem de respostas F, e 42% dos estagiários também; destes 19% erram na resposta (i.e., V). Relativamente à frase 2.2 verifica-se que os alunos consideram a frase como falsa em menor percentagem do que verdadeira, e é curioso observar que na frase 2.1 tiveram comportamento idêntico, denotando uma certa coerência nas respostas dadas às duas frases. Os professores acertam na resposta, i.e., consideram a frase falsa, F, em elevada percentagem, em percentagem igual à da frase 2.1 os experientes e em maior valor os estagiários. Na frase 2.3 são novamente os alunos que, em maior percentagem erram na resposta, i.e., consideram-na verdadeira; nos professores são os estagiários que a consideram verdadeira em maior percentagem que os experientes. Frase 2.4 – elevada percentagem de respostas verdadeiras, nos professores e menor nos alunos; nestes é maior a percentagem dos alunos que consideram a frase verdadeira do que falsa. Na frase 2.5 apenas 4% dos alunos consideram a frase falsa, e os alunos do 1.º ano da uni-

Tabela 4 Respostas V/F e respectiva percentagem, por grupo de inquiridos, para as frases da questão Q2

Grupo	Frase 2.1 V/F / %	Frase 2.2 V/F / %	Frase 2.3 V/F / %	Frase 2.4 V/F / %	Frase 2.5 V/F / %	Frase 2.6 V/F / %	Frase 2.7 V/F / %
Prof.s	0/70	0/70	24/52	88/0	0/64	0/47	12/12
Estag.s	19/42	5/80	53/33	90/0	0/61	0/24	23/19
10.º	40/2	37/23	73/0	56/16	0/4	37/1	65/3
1.ºano	50/8	25/16	72/6	39/31	0/0	4/2	42/2

Tabela 5 Descrições de elemento e percentagens respectivas, dadas por professores e estagiários, à questão Q3

Grupo Inquirido	Igual n.º de protões / %	Igual n.º de electrões / %	Diferente n.º de neutrões / %	Isótopos / %	Substância elementar / %	Não responde / %
Professores	71	35	82	53	12	6
Estagiários	57	14	57	43	5	0

versidade dão 100% de outras respostas (0% V e 0% F), facto que revela, de entre as designações dadas, a identificação com a tabela periódica; na frase 2.5 os professores apresentam zero por cento de respostas verdadeiras e mais de 60% consideram-na falsa. Na frase 2.6 são os alunos do 10.º ano que mais erram a resposta, i.e., que identificam a frase como verdadeira e nos professores essa percentagem é nula. Na frase 2.7 verificou-se que houve identificação com substância (ver enunciado na tabela 1) em 12% nos professores contra 23% nos estagiários, sendo essa percentagem muito elevada nos alunos, pois que consideraram a frase verdadeira em maior percentagem (65% nos do 10.º ano e 42% nos da universidade) do que falsa. Ao confrontarem-se as respostas dadas pelos alunos com as dos professores verifica-se um balanço positivo por parte dos professores.

Na tabela 5 registam-se, em percentagem, as respostas dadas por professores e estagiários, que incluem as descrições “igual n.º de protões”, “igual n.º de electrões”, “diferente n.º de neutrões”, “isótopos”, “substância elementar”, e alguns que não respondem. A soma das percentagens/linha é superior a 100% pois há mais que uma definição em algumas respostas. Conforme se pode verificar pela tabela 5 a maior percentagem de respostas dos professores refere-se a átomos com igual n.º de protões e diferente n.º de neutrões; a percentagem nos estagiários é a mesma nas duas categorias, o que demonstra

que todos falaram simultaneamente em n.º de protões e em n.º de neutrões; isso já não aconteceu nos professores com experiência. A percentagem de professores que referem os isótopos não é muito elevada, mas é 10% maior nos professores experientes do que nos estagiários. Volta a manifestar-se identificação com substância elementar.

As respostas dos alunos à questão Q3 apresentam categorias diferentes das dos professores, pois pedia-se um comentário e alguns limitaram-se a dizer se concordavam ou não com a afirmação. Classificaram-se as respostas em “correcta”, “incompleta”, “correcta sem justificação”, “identificação com substância elementar”, “resposta incorrecta” e “não responde”; os tipos de categorias e as percentagens de resposta respectivas constam da tabela 6.

A percentagem mais elevada é a de respostas incorrectas, isto é, os alunos respondem inadequadamente, dando respostas que nada têm a ver com a questão em si. Apenas 2% dos alunos do 1.º ano da U.A. e 5% dos alunos do 10.º ano responderam correctamente à questão. Também 24% dos alunos do 10.º ano e 10% do superior apenas concordaram com a afirmação mas não justificaram, facto que pode significar apenas resposta aleatória. Nas respostas incompletas incluem-se todas aquelas em que o aluno menciona apenas que têm o mesmo n.º de protões e as que dizem apenas que os átomos va-

riam no n.º de neutrões, e também os que fazem referência a isótopos, mas não explicam. De notar a elevada percentagem de alunos que não responderam (última coluna da tabela 6), mas era a última pergunta do questionário e poderão não ter tido tempo para responder à questão.

Para a questão Q4 do inquérito dos professores, relativa às concepções alternativas, apresentam-se na tabela 7 os resultados, em percentagem, das respostas dadas pelos professores com experiência e pelos estagiários. A soma das percentagens em cada linha da tabela dá valores superiores a 100% pelo facto de alguns dos inquiridos terem feito no comentário efectuado, identificação de elemento com mais do que uma categoria.

Observa-se da tabela 7 que a concepção alternativa que os professores detectam nos alunos em maior percentagem é a identificação de elemento químico com substância pura; outra é de elemento como componente de uma substância; também referem elemento, mas em contexto vulgar, não químico, e identificam também muito com tabela periódica. O facto de os estagiários apresentarem elevada percentagem de “não responde” (68%) é devido ao facto de ainda não terem leccionado o conceito de elemento químico.

Das respostas às outras duas questões do questionário dos alunos, na Q4, 57% dos alunos do 10.º ano e 78% dos alunos do 1.º ano da U.A. têm consciência que não

Tabela 6 Categorias de resposta, e percentagem, dadas pelos alunos, à questão Q3

Grupo Inquirido	Correcta	Incompleta	Correcta sem justificação	Identificação com subst. elementar	Resposta Incorrecta	Não responde
Alunos 10.º ano	5	11	24	2	31	27
Alunos 1.º ano U.A.	2	0	10	4	47	37

Tabela 7 Concepções alternativas, em percentagem, detectadas por professores e estagiários, relativas à questão Q4

Grupo Inquirido	Elemento...em contexto não químico	Elemento como ...componente de substância	Elemento como ...substância pura	Elemento ...referido à tabela periódica	Não responde
Professores	29	47	76	23	6
Estagiários	5	9	24	5	68

sabem a definição científica de elemento; e na Q5, 32% dos alunos do secundário e 58% dos alunos do ensino superior dizem que tinham ouvido falar de elemento nas aulas, embora 26% dos alunos do secundário digam que também foi fora da escola.

A última questão, Q5, do inquérito dos professores pedia sugestões para implementar o conceito na sala de aula. As estratégias sugeridas pelos professores são: – detectar, previamente, as concepções alternativas dos alunos; – usar linguagem coerente e cientificamente correcta; – explicar que só as substâncias elementares apresentam propriedades físicas (cor, estado físico, ponto de fusão...); – informar que são átomos do elemento que intervêm numa reacção química e não o elemento; – fazer a distinção, na linguagem utilizada, entre o átomo do elemento, o elemento e a substância elementar; – apresentar o conceito de elemento químico em paralelo com o de isótopo; – informar que a T.P. contém os símbolos químicos dos elementos e dados relativamente aos átomos respectivos.

Conclusões

Do trabalho realizado conclui-se que os alunos fazem identificação de elemento com substância elementar e substância composta, dizem que são as substâncias da T.P., confundem o elemento com o símbolo químico, identificam elemento como apenas um átomo ou com porção de matéria. Os alunos do 10.º ano dão em geral maior número de respostas certas do que os alunos do primeiro ano da universidade, o que significa que aqueles têm mais presente o conceito que os do primeiro ano da universidade, ou então estes já o esqueceram. Os professores apresentam respostas com maior qualidade científica do que os alunos (o que

seria de esperar): referem a existência de isótopos e conhecem a definição científica em grande percentagem (mas não na totalidade), mas mais os professores experientes do que os estagiários. Por outro lado, fazem a identificação de elemento com substância elementar, atribuindo propriedades das substâncias aos elementos. De um modo geral, mas não muito significativamente, pode concluir-se que os professores com experiência apresentam respostas mais sucintas e mais correctas do que os professores estagiários. Conclui-se que nem os professores nem os alunos têm o conceito bem estruturado, mas para que os alunos aprendam correctamente é necessário que os professores tenham, em primeiro lugar, o conceito bem claro (não se pode ensinar o que não se sabe) e em segundo, que se expressem de maneira cientificamente adequada. E quando se diz adequada significa usar a palavra elemento em contexto correcto, isto é, que permita diferenciar elemento, de substância elementar e de átomo do elemento.

Referências

- [1] M. Laing, *Education in Chemistry*, (2004) 140
- [2] A.L.Lavoisier, *Traite Elementaire de Chemie*, 1798, in M. Laing, *Education in Chemistry*, (2004) 140
- [3] R. Boyle, 1661, in M. Laing, *Education in Chemistry*, (2004) 140
- [4] H.-J. Schmidt, T. Baumgartner, H. Eybe, *Journal of Research in Science Teaching*, **40** (2003) 257-277
- [5] S. Ritter, *Science & Tecnology*, **22** (2003) 32
- [6] V.M.S.Gil, J.Paiva, A.J. Ferreira, J. Vale, 12 Q Química 12.º Ano, 1.ª ed., Texto Editores, Ld.ª, Lisboa, 2005, 17
- [7] L.Jones, P. Atkins, *Chemistry Molecules, Matter and Change*, 4th ed., W. H.Freeman and Company, New York, 2000, 1 e 3
- [8] K. Tobin, M. Espinet, *Journal of Research in Science Teaching*, **26** (1989) 105-120
- [9] A. L. De Longhi, *Enseñanza de las Ciencias*, **18** (2000) 201-216
- [10] C. Sutton, *Enseñanza de las Ciencias*, **21** (2003) 21-25
- [11] M.ª D. Baena Cuadrado, *Enseñanza de las Ciencias*, **18** (2000) 217-226
- [12] A.J. Phelps, C. Lee, *Journal of Chemical Education*, **80** (2003) 829-832
- [13] R.A.Kruse e G.H.Roehrig, *Journal of Chemical Education*, **82** (2005) 1246-1250
- [14] J. W. Moore, *Journal of Chemical Education*, **82** (2005) 1431
- [15] F. N. Finley, J. Stewart, W. L. Yaroch, *Science Education*, **66** (1982) 531-538
- [16] D. Mendeléev, 1869, in M. Laing, *Education in Chemistry*, (2004) 140
- [17] D. R. Mulford, W. R. Robinson, *Journal of Chemical Education*, **79** (2002) 739-744
- [18] <http://www.jce.divched.org/JCEDLib/QBank/collection/CQandChP/CQs/ConceptsInventory/CCIIntro.html> (acedido em 10/01/2006), in J. W. Moore, *Journal of Chemical Education*, **82** (2005) 1111
- [19] A. F.C. Cachapuz, M.G.Ribeiro, *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, **23** (1986) 21-36
- [20] A.D. McNaught, A. Wilkinson, *IUPAC Compendium of Chemical Terminology*, 2.ª ed., Blackwell Science, 1997
- [21] J. Dalton, *A New System of Chemical Philosophy*, 1808, in M. Laing, *Education in Chemistry*, (2004) 140

Plásticos de Forma Múltipla

“Triple-shaped plastics”, ou plásticos de forma tripla, termicamente controlada, que como o nome indica podem assumir três formas distintas, foram desenvolvidos por investigadores alemães e norte-americanos. Estes materiais podem ser aplicados em interruptores ou actuadores de sistemas microelectromecânicos ou como próteses endovasculares inteligentes para o tratamento de vasos sanguíneos bloqueados.

Investigadores do Centro de Investigação de Desenvolvimento de Biomateriais de Teltow, próximo de Berlim, e do Instituto de Tecnologia de Massachusetts, de Cambridge, EUA, criaram estes novos materiais através da combinação de dois polímeros de cadeia longa e da introdução de ligações em várias posições das duas moléculas. Estas ligações controlam a forma permanente do novo material ao nível molecular. Tal como um elástico, a rede polimérica pode ser deformada, mas mantém a capacidade de retornar à sua forma original assim que a acção deformadora cessa. Isto

acontece porque o elástico é constituído por um polímero de forma única.

Por outro lado, um polímero de forma dupla pode ser deformado, sendo as cadeias poliméricas esticadas e torcidas. No entanto, se o polímero nestas condições for arrefecido abaixo de uma temperatura crítica, formam-se novas ligações que bloqueiam a molécula na sua nova forma. Quando se retorna à temperatura inicial, a forma original do material não é reposta.

Agora, no caso dos novos polímeros de forma tripla, existe uma segunda temperatura crítica abaixo da qual uma terceira forma pode ser bloqueada, porque existem dois polímeros distintos reticulados entre si que respondem a duas temperaturas distintas, formando diferentes tipos de ligações a cada uma dessas temperaturas. Tal significa que cada cadeia polimérica da mistura pode alterar a forma global do material, ocorrendo a primeira alteração de forma a uma temperatura e a segunda nas condições correspondentes à segunda temperatura.

Os polímeros com memória de forma foram descobertos há já algum tempo e constituem-se como uma classe promissora de materiais. Todos os estudos anteriormente realizados apenas levaram ao desenvolvimento de materiais de forma dupla. Deste modo, este estudo representa a primeira descoberta de polímeros que podem assumir três formas diferentes. Estes novos materiais são constituídos segmentos de poli(ϵ -caprolactona) (PCL) e de poli(ciclohexil metacrilato) (PCHMA).

O comportamento de tripla forma abre a possibilidade a inúmeras aplicações tecnológicas. Uma destas aplicações seria na área da medicina através do desenvolvimento de próteses endovasculares inteligentes que seriam introduzidas nos vasos sanguíneos com uma forma geométrica compacta para serem infladas no local de implantação e assumirem a forma desejada. Posteriormente, o controlo de temperatura poderia ser usado para encolher o aparelho e facilitar a sua remoção quando necessário. (adaptado de *webzine Reactive Reports* 61, 2006).

Paulo Brito

**VIII Encontro da Divisão de Catálise e
Materiais Porosos da Sociedade
Portuguesa de Química**

Lamego
21 a 23 Setembro

Datas importantes
Pré-inscrição e reserva no hotel - **31 Maio 2007**
Inscrição e entrega de resumo - **30 Junho 2007**

Comissão Organizadora
M. M. Pereira (Presidente)
E. Eusebio / M. J. Moreno
E. Azenha / T. Roseiro
A. Peixoto / R. Nunes
C. Monteiro / A. Abreu
T. Fernandes / S. Pinto

Contacto
8ENCMP@qui.uc.pt
Departamento de Química, Universidade de Coimbra
3004-535 COIMBRA
PORTUGAL
Tel.: 239 852080
Fax: 239 827 703

Com o apoio


