

# ANTI MATÉRIA

e os elementos  
transfêrmicos

## Novidades nos Elementos Superpesados e a Obtenção do Anti-Hidrogênio

Romeu C. Rocha-Filho

**A seção “Atualidades em química” procura apresentar assuntos que mostrem como a química é uma ciência viva, seja com relação a novas descobertas, seja no que diz respeito à sempre necessária redefinição de conceitos.**

**Este artigo traz notícias recentes sobre os elementos transfêrmicos e a antimatéria.**

► elementos químicos, elementos 101 a 109, antimatéria, anti-hidrogênio ◀

Os elementos transfêrmicos — assim como a antimatéria — sempre despertaram muita curiosidade, embora não tenham importância no dia-a-dia da química. Recentemente, a escolha dos nomes dos elementos 101 a 109 pela IUPAC vem causando uma certa polêmica. Neste ínterim, novos elementos transfêrmicos (110, 111 e 112) foram sintetizados; embora tenham existido só por frações de segundo, chamam a atenção pela grande dificuldade técnica de sua obtenção. Já a antimatéria sempre teve aura de ficção científica; recentemente, conseguiu-se sintetizar átomos de anti-hidrogênio.

### IUPAC ressugere nomes para os elementos 101 a 109

O *imbroglio* em que a IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada) se meteu quando, no 2º semestre de 1994, publicou como definitivos os nomes dos elementos 101 a 109 sem antes ter dado à comunidade científica internacional a oportunidade de se manifestar sobre os mesmos está relatado no número 2 de *Química Nova na Escola* (pp. 13-14). Levando em consideração diversas manifestações de insatisfação, a IUPAC voltou atrás em agosto de 1995, declarou os nomes como provisórios e estabeleceu que, durante os meses de janeiro a maio de 1996, sua Comissão sobre Nomenclatura de

Química Inorgânica (CNQI) estaria recebendo sugestões da comunidade química internacional sobre esses nomes provisórios; posteriormente, a CNQI deveria ressugere a lista de nomes emendada, se considerasse procedentes as sugestões.

Assim, em fevereiro de 1997, a IUPAC divulgou a nova lista de nomes sugeridos pela CNQI (vide quadro). Essa lista revisada baseia-se em parte nas sugestões recebidas durante o 1º semestre de 1996. Dadas as controvérsias existentes sobre a prioridade de descoberta de alguns dos elementos 101 a 109, a CNQI novamente levou em conta as conclusões de um grupo de trabalho da IUPAC e da IUPAP (União Internacional de Física Pura e Aplicada) sobre quais grupo(s) havia(m) descoberto esses elementos. Por outro lado, apesar de dar grande peso às propostas de nomes dos descobridores dos elementos, a CNQI também levou

em conta outros fatores. Além disso, ela revogou uma recomendação anterior de que nomes de elementos não deviam homenagear cientistas ainda vivos. Segundo o presidente da CNQI, Alan M. Sargeson (Univ. Nacional Australiana), “a resposta dos países membros da IUPAC e da comunidade química mostrou claramente que os químicos em geral não viam isso como uma questão importante e muitos a achavam irrelevante. Portanto, a Comissão parecia não refletir a opinião geral dos químicos sobre a questão.”

Segundo o presidente da IUPAC, Albert Fischli, “é responsabilidade da IUPAC desenvolver recomendações que sejam amplamente aceitas e que possam formar a base para a comunicação internacional em química. ...

Acredito que a proposta da CNQI se aproxima bastante desse nosso objetivo.”

A nova lista sugerida não terá o endosso da IUPAC até que seja aprovada pelo Conselho da IUPAC, em

### A decisão final sobre a lista revisada dos nomes desses elementos caberá à Assembléia Geral da IUPAC

Lista revisada de nomes sugerida pela Comissão sobre Nomenclatura de Química Inorgânica para os elementos 101 a 109, bem como os nomes anteriores (os que foram modificados estão sublinhados).

<i>n</i> <sup>o</sup> atômico	nome revisado*	símbolo	nome anterior
101	mendelévio	Md	mendelévio
102	nobélio	No	nobélio
103	lawrêncio	Lr	lawrêncio
104	rutherfórdio	Rf	<u>dúbnio</u>
105	dúbnio	Db	<u>joliótio</u>
106	seabórgio	Sg	<u>rutherfórdio</u>
107	bóhrio	Bh	bóhrio
108	hássio	Hs	<u>hâhnio</u>
109	meitnério	Mt	meitnério

\* Os nomes precisam ser considerados e aprovados pelo Conselho da IUPAC, cuja assembléia está marcada para 29/30 de agosto de 97.

agosto de 1997. A palavra final será das delegações dos 40 países membros da IUPAC, entre elas a brasileira. O CBAQ<sup>1</sup> (Comitê Brasileiro para Assuntos de Química Junto à IUPAC), em reunião em 14 de março de 1997, decidiu que durante a assembléia da IUPAC sua delegação deverá votar pela aprovação definitiva da nova lista.

A CNQI resolveu alterar os nomes provisórios dos elementos 104, 105, 106 e 108. Levando em consideração que as prioridades de descoberta dos elementos 104 e 105 são disputadas, a CNQI acatou o nome sugerido pelo grupo de Berkeley (EUA) para o elemento 104 (rutherfordóidio) e recomendou o nome dúbnio para o elemento 105 em homenagem ao laboratório de Dubna (Rússia), onde foram feitas importantes contribuições para a criação dos elementos transférmicos; anteriormente dúbnio era o nome provisório do elemento 104. A CNQI ressaltou que as contribuições do laboratório de Berkeley já haviam sido reconhecidas diversas vezes do mesmo modo. Por outro lado, considerando que a descoberta do elemento 106 pelo grupo de Berkeley é incontestável, a CNQI acatou a sugestão proveniente desse laboratório de que o elemento fosse denominado de seabórgio. O mesmo ocorreu com os elementos 107 a 109, aceitando-se as sugestões do laboratório de Darmstadt (Alemanha), com pequena mudança no caso do bóhrnio (elemento 107); o nome desse elemento fora sugerido como nielsbóhrnio, mas a CNQI, após ouvir o Comitê Nacional de Química da Dinamarca, país natal de Niels Henrik David Bohr (1885-1962), decidiu simplificá-lo para bóhrnio.

A lista revisada difere fundamentalmente em um só elemento daquela aprovada anteriormente pela ACS (Sociedade Americana de Química) para uso nos Estados Unidos: o nome do elemento 105, que a ACS aprovara como hâhnio, nome que constava como 108 na lista provisória da IUPAC. A lista da ACS, por outro lado, tem o elemento 107 como nielsbóhrnio em vez de bóhrnio. A nova proposta da CNQI implica em que dois nomes constantes da lista provisória original foram deixados de lado, pelo menos por ora: jolítio e hâhnio.

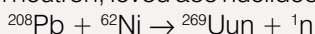
## A tabela periódica continua crescendo

Ao mesmo tempo que na IUPAC ocorriam debates sobre os nomes dos elementos 101 a 109, átomos de novos elementos (110, 111 e 112) foram sucessivamente criados no *Gesellschaft für Schwerionenforschung* (GSI — Centro de Pesquisas sobre Íons Pesados), em Darmstadt, Alemanha. Nesse laboratório, usando-se um acelerador, são gerados feixes de alta energia de íons, que são lançados contra alvos, na tentativa de que ocorra fusão nuclear. Apesar da baixíssima probabilidade dessa fusão, alguns casos ocorrem. Já são seis os elementos superpesados descobertos no GSI desde 1981, quando foi criado o elemento 107; os elementos 108 e 109 foram criados em 1984.

Experimentos como os do GSI permitem aos cientistas nucleares obter informações sobre a estabilidade de elementos com altos números atômicos e sobre a estrutura de seus núcleos. Deve-se ter em mente que o reconhecimento ou não pela IUPAC da 'descoberta' (obtenção) desses elementos só acontecerá no futuro, após a confirmação da criação dos elementos por outro grupo independente de pesquisadores.

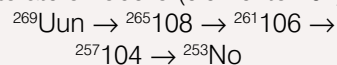
### Elemento 110: ununílio (Uun)

A criação de pelo menos três átomos do nuclídeo 269 deste elemento ocorreu em novembro de 1994. Eles foram obtidos pelo bombardeio, durante duas semanas, de oito alvos de chumbo 208 (<sup>208</sup>Pb) por feixes de alta energia de íons de níquel 62 (<sup>62</sup>Ni); esses alvos estavam montados sobre um disco que girava a uma taxa de 1125 rotações por minuto, de modo a manter o chumbo numa temperatura abaixo da de seu ponto de fusão. A fusão nuclear de átomos de <sup>62</sup>Ni e <sup>208</sup>Pb, seguida da emissão de um nêutron, levou aos nuclídeos 269:



A identificação dos átomos do elemento 110 (ununílio — Uun, segundo a nomenclatura sistemática da

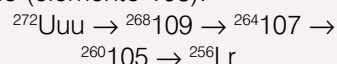
IUPAC) foi feita examinando a cadeia de decaimento por emissão de partículas alfa (núcleos de hélio 4). Foi possível acompanhar a cadeia de decaimento até o nobélio (elemento 102):



O primeiro átomo de ununílio existiu por somente 393 microssegundos, antes de decair.

### Elemento 111: ununúnio (Uuu)

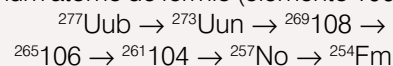
Três átomos do nuclídeo 272 do elemento 111 foram obtidos, em dezembro de 1994, por processo similar ao que levou à obtenção do elemento 110. Dessa vez, foi feito o bombardeamento, por diversos dias, de um alvo rotatório de bismuto 209 (<sup>209</sup>Bi) por um feixe de alta energia de íons de <sup>64</sup>Ni. Os nuclídeos <sup>272</sup>Uuu existiram por pouco mais de um milissegundo, decaindo a seguir por emissão de partículas alfa. A identificação do elemento também foi feita examinando o padrão de emissão das partículas alfa, acompanhando a cadeia de decaimento até o lawrêncio (elemento 103):



Esse experimento feito no GSI levou também à obtenção de novos isótopos dos elementos 107, 109 e 110, de números de massa 264, 268 e 271, respectivamente.

### Elemento 112: unúnbio (Uub)

Segundo comunicado do grupo do GSI, um átomo do elemento 112 foi inequivocamente detectado na noite de 9 de fevereiro de 1996. Ele resultou da fusão de um átomo de chumbo (alvo) com um átomo de zinco acelerado a alta energia. O nuclídeo 277 de unúnbio assim formado também foi identificado por meio da cadeia de decaimento por emissão de partículas alfa. Ele decaiu após existir por 280 microssegundos, e a cadeia de decaimento terminou num átomo de férmio (elemento 100):



## Sintetizado o anti-hidrogênio

A existência de antimatéria é explicada pela equivalência matéria-energia enunciada por Einstein na Teoria da Relatividade ( $E = mc^2$ ) e pelos princípios de conservação de energia e de carga. Assim, é possível que um fóton (sem carga elétrica) de alta energia colida com um átomo na atmosfera e, ao atingir o núcleo atômico, se transforme num elétron (carga negativa) e num pósitron (carga positiva), gerando restos nucleares (pedaços do núcleo). Esse tipo de evento é conhecido como 'criação de pares', devendo ter-se claro que tanto o elétron como o pósitron foram criados a partir de energia e que não são parte dos restos nucleares.

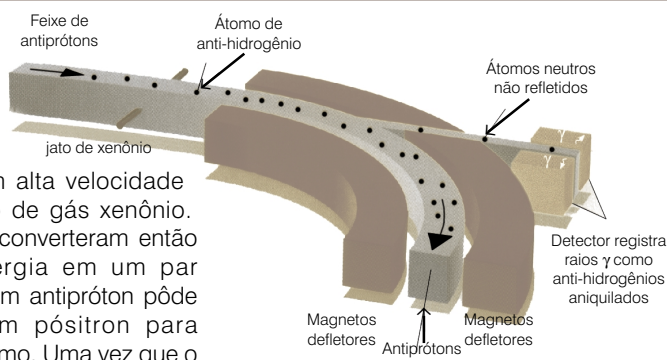
A antimatéria foi detectada pela primeira vez em 1932, com a descoberta do pósitron por Carl D. Anderson, no Instituto de Tecnologia da Califórnia, EUA. O pósitron é em tudo igual ao elétron, exceto que sua carga é positiva. A sua existência foi prevista pelo físico teórico inglês Paul A. M. Dirac em 1928, ao desenvolver a teoria quântica relativística; sua teoria e previsão do antieletrôn não eram, então, aceitas por outros físicos (em 1928 Heisenberg escreveu a Pauli: "O capítulo mais triste da física moderna é e continua sendo a teoria de Dirac"). Após 1932, descobriu-se que a toda partícula de matéria corresponde uma de antimatéria; a junção das duas leva ao aniquilamento mútuo, acompanhado da emissão de fótons (a energia das partículas e suas massas são convertidas em fótons).

Entre setembro e outubro de 1995, uma equipe de físicos europeus deu um passo além: criou átomos de anti-hidrogênio, combinando antiprótons com pósitrons.

O experimento foi feito no Centro Europeu de Pesquisas Nucleares (CERN), em Genebra, Suíça, usando uma máquina chamada Anel de Antiprótons de Baixa Energia (LEAR). Por um total de cerca de 15 horas, os físicos do CERN fizeram com que um jato de átomos de xenônio cruzasse o feixe de antiprótons do LEAR (veja a ilustração). Ocasionalmente, colisões entre antiprótons e prótons nos núcleos de xenônio faziam com que parte da energia dos antiprótons fosse convertida em pares de elétrons e pósitrons. Muito ra-

Nove átomos de anti-hidrogênio foram formados no CERN no início de 1996. Antiprótons

foram lançados em alta velocidade através de um jato de gás xenônio. Alguns antiprótons converteram então parte de sua energia em um par elétron—pósitron. Um antipróton pôde então capturar um pósitron para constituir um antiátomo. Uma vez que o anti-hidrogênio é eletricamente neutro, sua rota não é alterada pelo campo magnético, portanto os átomos criados



prosseguiram em linha reta e foram registrados em um detector ao se aniquilarem de encontro à matéria.

ramente, um desses pósitrons se movimentava na mesma direção que o feixe de antiprótons e com aproximadamente a mesma velocidade. Então, a captura do pósitron por um antipróton levava à formação de anti-hidrogênio. Mais recentemente, o Fermilab (EUA) também produziu antiátomos de anti-hidrogênio.

Os antiátomos de anti-hidrogênio, que nesse experimento só existiram por cerca de 30 nanossegundos, poderão ser usados no futuro para testar o modelo padrão da física de partículas, que descreve os componentes fundamentais do Universo e as forças que operam entre eles. Segundo essa teoria, à semelhança dos elétrons nos átomos, pósitrons devem emitir fótons ao decair de níveis mais altos de energia para níveis mais baixos da 'positrosfera' do antiátomo. Se isso não ocorrer, o modelo padrão terá de ser modificado ou abandonado. Porém, esse teste da teoria só ocorrerá quando os físicos conseguirem aumentar a vida média do anti-hidrogênio.

A antimatéria já desempenha papel chave em diversas tecnologias. Na medicina, a *tomografia por emissão de pósitrons* é usada para análises do funcionamento do coração e do cérebro, por exemplo. Um composto contendo um átomo radioativo que emite pósitrons é injetado no paciente. Quando os pósitrons se encontram com elétrons próximos, essas partículas se aniquilam e surgem raios gama que são detectados pelo tomógrafo, permitindo a obtenção de uma imagem dos órgãos sob análise. Apesar dessas tecnologias, espaçonaves movidas pela energia liberada pelo aniquilamento mútuo de matéria e antimatéria ainda são assunto

de ficção científica. Mas, até quando? O problema chave é como dispor de quantidades apreciáveis de antimatéria, sem grande consumo de energia para criá-la.

**Romeu C. Rocha-Filho**, licenciado em química pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), doutor em ciências (área de físico-química) pela USP, é docente do Departamento de Química da UFSCar, em São Carlos - SP.

### Nota

1. O CBAQ (Comitê Brasileiro para Assuntos de Química Junto à IUPAC), criado em 24 de junho de 1988, é a organização que representa o Brasil junto à IUPAC. O CBAQ, coordenado por uma secretaria executiva, é atualmente composto por representantes das seguintes entidades membros: Associação Brasileira da Indústria Química e de Produtos Derivados (ABIQUIM), Associação Brasileira de Engenharia Química (ABEQ), Associação Brasileira de Polímeros (ABPol), Associação Brasileira de Química (ABQ) e Sociedade Brasileira de Química (SBQ). A atual secretaria executiva do CBAQ é a profa. Carol H. Collins [Instituto de Química, UNICAMP, C.P. 6154, 13083-970 Campinas - SP, e-mail [chc@iqm.unicamp.br](mailto:chc@iqm.unicamp.br), fone (019) 239-7642, fax (019) 239-3805].

### Para saber mais

ADAMS, S. World of antimatter. *New Scientist*, v. 153, nº 2069, encarte Newscientist Inside Science nº 98, p. 1-4, 15 fevereiro 1997. [disponível em diversas bibliotecas universitárias da área de ciências exatas]

TOLENTINO, M. & ROCHA-FILHO, R.C. A nucleossíntese dos metais transfêrmicos, *Química Nova*, v. 18, nº 4, pp. 384-395, julho/agosto 1995.