

ESCLARECIMENTOS SÔBRE O APROVEITAMENTO DA ENERGIA ATÔMICA RELACIONADA COM OS PROTOCOLOS FIRMADOS COM OS ESTADOS UNIDOS

GLYCON DE PAIVA

(Exposição feita no Conselho Técnico da Confederação Nacional do Comércio)

REATOR DE PESQUISA

O Ministro Barbosa da Silva comentou para este Conselho a matéria dos protocolos firmados recentemente com os Estados Unidos para aproveitamento, entre nós, da energia atômica. O primeiro desses protocolos é um ajuste de cooperação técnica entre os dois governos, para definição de províncias uraníferas em território brasileiro.

O segundo desses acordos tem por fim a cessão, pelos Estados Unidos, de um reator de pesquisa, que aqui será construído. Contempla, também, o suprimento contínuo de matéria físsil para alimentação desse reator, fazendo-se menção da cifra de seis quilos de urânio enriquecido a 20%.

Ao fazer a sua exposição o Ministro Barbosa da Silva fez menção a uma série de termos do jargão atômico que são os seguintes: reator de pesquisa, urânio enriquecido, isótopo, rádio-elementos, rádio-atividade reduzida e outros, que a seguir serão explicados para que este Conselho tire o maior benefício possível da exposição do Ministro. De modo que a presente exposição é um mero glosário relacionado com o segundo dos acordos firmados. O Professor Fróes Abreu, nosso companheiro de Conselho, semelhantemente, explicará a matéria relacionada com o primeiro dos acordos acima citados e que dizem respeito à definição em território brasileiro de províncias uraníferas.

O nome completo desse aparelho deve ser *reator atômico de pesquisa*, mais modernamente, *reator nuclear de pesquisa*. Deixando de lado o o atributivo de destinação, o que cumpre definir é o termo regente: *reator atômico ou nuclear*. Há tendência, hoje, para elidir-se o qualificativo e falar-se, simplesmente, *reator*, na certeza de entendimento.

Não é meritória a prática, pois o termo *reator* é usado em electricidade desde o fim do século passado. Refere-se a uma resistência elétrica variável com um campo induzido. Naturalmente, esse conceito não tem qualquer relação com o de *reator nuclear*.

De outro lado, a tendência da mente é voltar-se para o substantivo *reação*, quando se busca o significado de *reator* e, também, para o termo significativo da ação: *reagir*.

Reação, diz o dicionário, "é o ato ou o efeito de reagir; o fenômeno resultante da ação recíproca de dois corpos e, também, a manifestação dos caracteres de um corpo pela ação de outro".

O conceito de reação química parece o colado pelo dicionarista. Cumpre afastar, igualmente, a idéia de reação química nos fenômenos que se passam no corpo de um *reator nuclear*.

Finalmente, a desinência de *reator* é mais adequada, de acordo com

a índole da nossa língua para o agente da ação e menos apropriada para significar o aparelho onde ela se processa, como no caso. Foi importado do inglês que chamou *reator* o aparelho onde ocorre a *chain reaction*. Com essas ressalvas, pode-se definir, como abaixo, um reator atômico ou nuclear :

É um aparelho construído para a liberação controlada de forças nucleares, tendo em vista a produção de radiações, transmutação de elementos ou geração de energia.

Naturalmente que não é possível produzir radiações sem, e ao mesmo tempo, transmutar elementos ou gerar energia. Mas o reator pode ser construído de tal maneira a não se produzir, precipuamente, radiações, ou certos elementos transmutados, ou energia. Um reator construído para predominantemente produzir radiações, chama-se *reator de pesquisa*; para transmutações de elementos, digamos tório em urânio 233 ou urânio 238 em plutônio, chama-se, imprópriamente, aliás, *reator de produção*; e, finalmente, um reator especificamente construído para produzir energia toma o nome de *reator de potência* (*power reactor*).

Isso esclarece a última parte da definição de reator atômico e ensina, ao mesmo tempo, que o protocolo firmado com os EE.UU., de que nos dá conta o Ministro Barbosa da Silva, nos facilita um reator para produção de radiações.

Convém completar o conteúdo da definição com o esclarecimento da expressão "*liberação controlada de forças nucleares*". Liberação controlada, o nome o está dizendo, é aquela dependente da vontade do operador do reator, que o liga, acelera, desacelera, desliga e torna a ligar. Se, uma vez em marcha o processo de liberação das forças nucleares, o operador nada mais pode fazer para impedir-lhe a aceleração geométrica da intensidade do fenômeno que disparou, o aparelho deixa de ser um reator para chamar-se *bomba atômica*. De modo que uma bomba atômica é um reator incontrolável e, inversamente, um rea-

tor é uma bomba atômica ou *ralenti*.

Chegamos assim à expressão-chave da definição do que são *forças nucleares*, forças de natureza desconhecida, ainda que correntemente liberadas. Essas forças, poderosíssimas, jazem dormentes nos núcleos dos átomos constituintes da matéria e, em certos casos, podem ser libertadas de maneira controlada ou não.

Há dois processos fundamentais para a liberação dessas forças : a fissão dos núcleos atômicos de certas substâncias, como o urânio e o plutônio, ou fusão de núcleos de hidrogênio pesado.

Até o presente momento, só a fissão é controlável, ao passo que a fusão de átomos de uma massa de hidrogênio pesado, uma vez iniciada, não se interrompe até o consumo cabal da massa oferecida ao processo de integração. De modo que só existem *reatores de fissão*, não sendo conhecidos *reatores de fusão*. O nosso conhecimento da fusão atômica é o decorrente das explosões experimentais das bombas de hidrogênio.

Antes de descer ao exame da palavra-chave da definição de reator, que é *núcleo atômico*, convém esclarecer os termos *fissão* e *fusão*.

O vocabulário fissão foi, no sentido que hoje tem, criado em janeiro de 1939 por físicos alemães. O radical é o mesmo de *fissura*, significando o processo de fender, cindir, cisalhar ou incisar.

O termo cisão está hoje competindo com o de fissão. Em realidade o que se dá no processo de liberação controlada das forças nucleares, pelo instrumento da fissão, é a demolição do edifício atômico, tornando disponíveis as poderosíssimas forças que o mantinham estruturado, rompendo as relações existentes entre elas e a matéria constituinte do átomo fissurado. O processo de demolição é instantâneo e explosivo e as partículas da demolição são atiradas para todos os lados, a partir de cada centro de desintegração. Assim, as expressões, *ruptura nuclear*, *desin-*

tegração atômica são mais descritivas do fenômeno da liberação das forças nucleares do que o termo original ou o seu aparentado léxico, o termo *cisão*.

O processo de fusão nada tem que ver com o fenômeno físico homônimo, isto é, a passagem do estado sólido para o estado líquido. Em ciência nuclear, fusão significa a associação de dois edifícios atômicos para constituição de um terceiro, de estrutura mais complexa. Esse processo se faz com liberação de quantidades maciças de energia, de modo que, pêso por pêso, a fusão libera cerca de 1000 vezes mais energia que a fissão. Apenas agora se anuncia a possibilidade de fusão controlada. Como o hidrogênio é um elemento muito comum na natureza, contrariamente ao urânio e ao tório, as conseqüências de uma descoberta desse gênero para o progresso social são imensas.

Passemos a um esclarecimento sôbre a natureza do átomo, sem o qual não é possível conceber-se a origem dessas novas forças que se oferecem ao progresso social.

Uma substância qualquer é definida pela sua composição química e suas propriedades físicas. Quando se subdivide sucessivamente, uma amostra qualquer dessa substância, haverá um momento, no processo de subdivisão, em que, com um passo a mais, a substância passa a ser prejudicada na sua composição química ou em suas propriedades físicas, como verificadas na amostra original. Essa quantidade mínima, característica de cada substância, chama-se *molécula*, palavra que quer dizer *pequena massa*.

Essa quantidade é uma fração mínima do micrograma. Todavia, algumas moléculas, como as de pro-

teína, são suficientemente grandes para se tornarem visíveis mediante o emprêgo de ultramicroscópico. A molécula é formada de átomo, havendo moléculas mono-atômicas.

O átomo define-se como a menor parcela de um elemento químico que pode existir isoladamente ou em associação com átomos de outros elementos. Etimologicamente, a palavra significa indivisível. A necessidade desse conceito para compreensão dos fenômenos da química, fê-lo surgir como uma hipótese da constituição da matéria, no albor do século XIX, oferecida, como foi, por John Dalton, à consideração do mundo científico. Para Dalton, o átomo, para desempenhar o seu papel na explicação dos fenômenos químicos, tinha que ser, além de indivisível, também indestrutível.

Justamente porque se podem destruir os átomos de certos elementos é que é possível liberar forças nucleares, na era de cujo aproveitamento intensivo ora ingressamos. Uma das dificuldades para o entendimento dos fenômenos atômicos é a extrema pequenez do átomo. Disso se pode ter idéia, dizendo-se que há menos gotas d'água em tôda a Baía de Guanabara do que átomos de oxigênio em milímetro cúbico dessa mesma água.

Dêsse modo, o pêso do átomo, medido pelas unidades comuns, não tem sentido prático. Compara-se, por isso, o pêso dos átomos com o pêso do átomo de oxigênio, tomando como unidade de pêso atômico 1/16 dêsse pêso. Obtêm-se, assim, números, denominados *pesos atômicos* de que abaixo se dão alguns exemplos, dos mais leves para os mais pesados, fazendo-se proceder do seu número de ordem na escala do pêso crescente:

Ordem	Elemento	Pêso atômico	Nêutrons
1º	Hidrogênio	1	0
2º	Hélio	4	2
3º	Lítio	6	3
13º	Alumínio	27	14
26º	Ferro	56	30
47º	Prata	108	61
79º	Ouro	197	118
90º	Tório	233	143
92º	Urânio	238	146

Essa maneira de alistar os diferentes tipos de átomos conhecidos, pela escala dos seus pesos atômicos crescentes é útil, porque revela a existência de uma periodicidade das propriedades químicas dos elementos.

Essa disposição, quando feita em linhas horizontais de nove colunas, conduz à existência de uma correlação dos elementos químicos em nove grupos com ar de família, dada a comunhão de propriedades.

Tem-se observado que os elementos, 92 naturais, quando submetidos ao feixe de radiações emitidas por um reator de pesquisa, transmudam-se ligeiramente, perdendo peso atômico, embora a sua posição ordinal numa tabela periódica não se altere, em virtude da modesta variação de peso. De modo que os elementos irradiados transformam-se em isótopos, isto é, em substâncias diferentes da original por alguma propriedade particular, mas que ocupam a mesma posição da substância matriz na tabela periódica.

Essa é a principal aplicação de um reator de pesquisas: o preparo de isótopos para a pesquisa, a medicina, a indústria e a agricultura. Esses isótopos, elementos artificiais, são denominados isótopos radioativos, rádio-isótopos ou radioelementos. Assim, a irradiação do metal sódio, no âmago de um reator de pesquisa, conduz a um corpo denominado rádio-sódio; a irradiação do metalóide iôdo, produz o rádio-iôdo, sendo conhecidas hoje algumas centenas de elementos com essa origem.

As radiações paralelas da desintegração atômica são de duas naturezas:

- a) correntes de partículas;
- b) ondas eletromagnéticas.

As radiações dá primeira natureza chamam-se:

- 1) raios α que são partículas agregadas de 2 prótons e 2 nêutrons, um núcleo de hélio portanto;
- 2) raios β que não são partículas materiais, mas cargas elétricas negativas de grande energia;

3) nêutrons, partículas materiais sem carga, de alta penetração e grande poder de formação de rádio-elementos.

HISTÓRIA DA LIBERAÇÃO DA ENERGIA ATÔMICA

A radioatividade natural foi descoberta por Henri Becquerel em França em 1896. Significa que certas substâncias naturais espontaneamente padecem de desintegração atômica, delas se despreendendo radiações corpusculares α e β .

Em 1905, Einstein escreveu a célebre equação $E=mc^2$, que significa que o produto de uma massa em gramas pela velocidade da luz em centímetros (3×10^{10}) traduz energia em ergs. Isso quer dizer que se fôsse possível converter em energia toda a massa de uma grama de urânio, por exemplo, resultaria energia para as necessidades de um ano de uma cidade brasileira de 50 mil habitantes.

Mas na realidade a energia liberável é a que corresponde ao que se denomina a diferença de massa do núcleo. Parece natural imaginar-se que o peso do núcleo seja igual à soma dos pesos dos seus prótons e nêutrons. Mas isso não se dá. O peso do núcleo é menor do que o peso das partes que foram reunidas para o compor, porque uma parte da soma dos pesos encontra-se no número sob forma energia de coesão das partículas. Se o edifício atômico é artificialmente desintegrado, a energia da coesão fica liberada sob forma de energia nuclear.

O nêutron foi suspeitado em 1920 por Rutherford e descoberto em 1932 por Chadwick. O nêutron lento foi descoberto em 1934 por Fermi e a fissão foi realizada em 1939. Ainda em 1939 descobriu-se que só o urânio 235 poderia ser cindido com o nêutron lento. Já em junho de 1940, todo o mundo científico estava convencido da possibilidade de reação em cadeia para produção de energia.

A possibilidade da reação depende do multiplicador de nêutrons,

isto é, da relação dos aproveitados para fissão para os aproveitados no processo, a forma da massa físsil e o seu tamanho.

Atrás se disse, pela aplicação da equação de Einstein, que 1 grama de urânio, se completamente transformável em energia, daria lugar a energia para 50 mil habitantes durante um ano. Todavia, a energia liberada por fissão é apenas 0,007 da energia total contida na matéria.

Descrevendo êsse mundo fantástico e tão próximo, o grande cientista britânico, Sir John Cockroft, Diretor do Centro Atômico de Harwell, disse recentemente em Genebra: "O progresso será rápido, as centrais nucleares, em 1970, não mais se assemelharão às de 1957, estando entre si como um automóvel moderno diante do famoso "Ford", da primeira guerra... Uma tonelada de urânio prestará os mesmos serviços que um milhão de toneladas de carvão, pelo menos... Os nossos economistas e os nossos estatísticos fizeram entrever o que se passaria no ano de 1975 ou no ano 2000, e previram que as nossas necessidades de energia representariam, nessas duas datas, respectivamente, 150 e 300% das ne-

cessidades atuais. No fim do século o mundo teria, pois, necessidade de uma quantidade de energia representando 7 ou 8 bilhões de toneladas de carvão por ano, enquanto hoje precisa de 1,7 bilhões: perto da metade dessa energia servirá à eletricidade. As reservas de urânio existem no mundo. Considerando-se apenas sete países, haveria pelo menos um milhão de toneladas de urânio, cujo preço será, dentro de dez anos, de dez dólares por libra".

A água do mar será desmineralizada. Tornar-se-á doce. Chegará aos desertos, e os fertilizará. As regiões desabitadas povoar-se-ão. As demais quentes ou por demais frias serão climatizadas: o Negueb, de Israel; e Jurol, da África do Sul; o centro da Austrália; o Senegal e, por que não? — a Antártica — que são manchas vazias no mapa, cobrir-se-ão de vegetação e de manchas negras de aglomerações. Navios atômicos, aviões atômicos ligarão em alguns minutos os vários pontos do globo. Atualmente, os transportes absorvem 8% do consumo mundial de energia. Grande parte dela será liberada. "Meus pobres olhos apenas me podem dar uma visão nebulosa do futuro imediato".

Banco Indústria e Comércio de Santa Catarina S.A.

Agência do Rio de Janeiro

RUA VISCONDE DE INHAÚMA, 134-C — CAIXA POSTAL, 1239

END. TEL. "RIOINCO"

Telefone: 23-5928 — (Rêde Interna)

Gerência: 43-1112 — Diretoria: 23-0556

RIO DE JANEIRO

ABRA UMA CONTA NO "INCO" E PAGUE COM CHEQUE

(N. 6)