

- O Prof. Herold (Instituto Superior Técnico) começou por referir o estudo sobre a formação de pares iónicos em solventes apróticos. Seguidamente referiu o seu interesse actual nos Produtos Naturais dos quais mencionou o aproveitamento do  $\alpha$  - pineno, da essência de lãbdano e do resíduo do aglomerado negro da cortiça. Terminou por referir o projecto da pesquisa do papel dos radicais livres em Biologia.

O encontro continuou no dia 17 de Dezembro de 1976 no mesmo local com a apresentação pelo Prof. Herold do Prof. Carlos Correa (Faculdade de Ciências da Universidade do Porto). Este falou sobre a "Química dos Radicais Sulfonilo". Após uma introdução referiu o possível interesse em síntese e em estudos de poluição dos referidos radicais. Prosseguiu a sua conferência com uma breve evolução histórica do seu modo de produção e referiu a sua detecção por Ressonância Paramagnética Electrónica. Finalizou por referir algumas das principais reacções destes radicais.

Depois de um intervalo seguiu-se uma discussão em que todos os intervenientes referiram a validade do encontro e a necessidade da sua repetição. O Prof. Herold referiu a impossibilidade actual de descentralizar a sociedade ou modificar os seus estatutos mas referiu a possibilidade de formação de divisões técnicas. Devido ao interesse deste encontro, propôs a realização do próximo no prazo de um ano. O Prof. Nascimento começou por referir a necessidade de uma política científica que englobaria uma interligação com outras sociedades. Salientou a importância de um levantamento dos recursos humanos e técnicos do país propondo que este fosse realizado pela sociedade. Seguidamente a Dra. Ana Lobo propôs a realização de um próximo encontro dentro de seis meses que deveria focar problemas do ensino prioritariamente a nível liceal, com participação de professores liceais. O Dr. A. Portugal aprovou o interesse dos problemas referidos anteriormente e propôs antecipar o novo encontro.

O Prof. Herold encerrou o encontro.

(Secretariaram: Ilda Oliveira- Ângela Benito- Abel Vieira- Teresa Vilhena)

## EM FOCO: O REACTOR NUCLEAR E A INDUSTRIA QUÍMICA

A contribuição da Química para a descoberta e aproveitamento do fenómeno de fissão nuclear tem sido, desde o início, substancial.

Se é inegável que a Física teve nesta tarefa o papel preponderante (como aliás se compreende dada a índole do problema) o certo é que os aspectos químicos dele são também múltiplos e por vezes de muito difícil solução. Citam-se especialmente as questões de identificação, separação e de ultrapurificação, as quais, tendo papel primordial na interpretação dos fenómenos, também condicionam fortemente a excelência e a economia do seu aproveitamento em escala industrial.

Como prova da colaboração "ab initio" entre a química e a física, bastará citar os dois nomes ilustres de Enrico Fermi, físico insigne e singularmente completo (teoria e prática) e de Otto Hahn que, com técnicas aparentemente simples mas delicadíssimas e árduas, soube identificar um dos elementos "pesados" resultantes da fissão, o bário, e assim encaminhar definitivamente a atenção dos físicos para a realidade de tal fenómeno.

Como é natural, a indústria química tem, por sua vez, beneficiado da existência do reactor nuclear, já por efeito dos ensinamentos colhidos e em contrapartida da sua própria contribuição, já indirectamente usando a energia eléctrica dessa origem nos países onde é já sensível a sua contribuição.

Mas antes mesmo da década dos anos 60 se ouviam vozes de especialistas chamando a atenção para o facto de ser possível melhorar sensivelmente a economia de funcionamento dos reactores, associando neles a produção de energia eléctrica à de calor, destinando este ao aquecimento nomeadamente processual, ou à produção de vapor necessário a várias operações (fabrico de gás de síntese, por exemplo).

Mais recentemente sugere-se a utilização do calor nuclear para efectivação de certas transformações, como a gaseificação de carvão para obtenção de gás combustível, dessalgação das águas salobras, redução directa dos minérios de ferro, produção de hidrogénio por termo-cisão da água, etc.

Ora algumas destas operações exigem temperaturas mais altas que as ordinariamente obtidas a partir dos reactores nucleares habituais. Daqui proveio a ideia do chamado reactor "de alta temperatura", designado pelas letras HTR (high temperature reactor) ou HTGR (high temperature gas reactor). Não sabemos qual a orientação seguida nas investigações da URSS sobre este assunto, investigações que parecem ter alcançado êxito mas, na Europa Ocidental, a base de desenvolvimento do HTR tem sido tradicional sistema "moderador de grafite, arrefecimento por gás", da dinastia dos reatores ingleses (Clader Hall) e franceses (Marcoule). Foi esta a base de importante experiência denominada o projecto "Dragão", que parece ter constituído a mais extensa e das mais duradouras tentativas de colaboração internacional no campo tecnológico: nem mais nem menos que 12 nações europeias, entre as quais as seis da Euratom (Bélgica, França, República Federal Alemã, Itália, Luxemburgo e Holanda) e ainda a Inglaterra, Áustria, Dinamarca, Noruega, Suécia e Suíça. O acordo inicial para esta investigação foi assinado em Abril de 1959 e sucessivamente prorrogado até fim de Março do corrente ano.

O reactor Dragão funcionou em Winfrith (Inglaterra) durante mais de dez anos. Como acima se disse, tem moderador de grafite e arrefecimento por hélio. A pureza deste gás revelou ser um importante parâmetro para o funcionamento do reactor, cuja potência era de 20 MW. A temperatura máxima do gás de arrefecimento foi de 750°, à saída (máxima no "coração" do reactor: 1 200°).

A particularidade revelante do reactor é a fórmula adoptada para os elementos combustíveis e a associação destes no coração do reactor. Inicialmente o Dragão funcionou com grânulos de diâmetro inferior a 1 mm disseminados na grafite e constituídos por urânio altamente enriquecido (3/4 de carga), alterando com urânio levemente ou mesmo não enriquecido.

Durante a evolução da experiência que, no dizer dos ingleses (1), trouxe grandes ensinamentos, deve ter havido modificação na parte do combustível; possivelmente no sentido de vir a utilizar o ciclo do tório em vez do do urânio.

- Mas outros países, como o Japão e a Alemanha, fazem actualmente ensaios ou têm projectos com o HTR. Assim, para Schemehausen (Vestefália), o prof. Schulten estuda a instalação de um ou dois reactores também arrefecidos com hélio, com potência individual de 300 MW e podendo fornecer temperatura de 950° (mais tarde: 1 100°) \* \* (2). A ideia é aplicar o respectivo calor à gaseificação de lenhite ou hulha, à redução directa do minério de ferro e à fabricação de gás de síntese.

Nos Estados Unidos da América, estuda-se também um tipo de HTR: projecto de Fort Saint Vain, que parece ter sofrido grandes atrasos.

- Independentemente, porém, da utilização dum reactor de alta temperatura, cuja realização depende ainda de tarefas de I & D, anuncia-se para breve (3) a instalação, em Ludwigshafen (B.A.S.F.), dum reactor de água sob pressão (PWR) com a potência de 425 MW, da qual apenas 385 MW corresponderão a energia eléctrica produzida, pois dele se espera a produção de 1 800 t/h de vapor para fins processuais daquela grande empresa da química industrial.

Espera-se que o reactor esteja a funcionar em pleno em 1982.

Ora o interesse da grande indústria química pela utilização do calor nuclear, seja ou não por intermédio do vapor, pode resultar numa viragem importante no campo da energética.

Já se ouvem vozes autorizadas de ecologistas e engenheiros, verberando aquilo que se pode chamar a "centralização da produção de electricidade" e preconizando, portanto, uma futura descentralização.

Seria assim um progresso neste sentido se a grande indústria química (e porque não a metalúrgica?) se fosse autonomizando, pela instalação de centrais simultaneamente eléctricas e térmicas. Não só se conseguiria uma economia considerável quanto ao funcionamento dos reactores nucleares, mas estes ficaram na situação ideal: meio altamente especializado, onde o manuseamento de substâncias perigosas é o pão nosso de cada dia e onde, portanto, o factor segurança teria o máximo de garantia. Aliás o próprio HTR arrefecido a hélio é extremamente seguro, sendo praticamente nula a radioactividade, a saída, do hélio.

Por outro lado, o projecto da B.A.S.F. prevê um reactor semi-enterrado em protecções exteriores duplas ou triplas.

Vem a propósito lembrar que as regras de segurança obrigatórias sobre reactores nucleares são, para qualquer tipo, muito exigentes, podendo afirmar-se que sob o ponto de vista sanitário, tanto no que respeita ao próprio pessoal operário como de modo geral às populações vizinhas dessas instalações, esta indústria pode considerar-se mais salubres entre as actualmente existentes.

Bastará notar que, quanto ao total de radiações recebidas por qualquer operário duma dessas instalações, apenas uma ínfima parcela tem por causa a própria indústria; o resto é constituído principalmente pela "radiação de fundo", de origem natural (raios cósmicos, substâncias radioactivas existentes no solo) e certos fins terapêuticos. A radiação própria da indústria é assim muito inferior, por exemplo, a que recebe uma pessoa habitando uma região granítica, como a nossa Beira Alta.

Quanto aos efluentes gasosos saindo das chaminés das centrais nucleares, também bastará considerar que, sob tal ponto de vista, qualquer central térmica a carvão emite nos seus fumos uma quantidade muito maior de poeiras radioactivas, em virtude da presença constante de elementos radioactivos nas matérias minerais dos carvões. Estas realidades são esquecidas frequentemente pelos adversários da utilização, para fins pacíficos, de energia nuclear. Em todo o caso, não seria justo esquecer que devemos, em parte, a existência de estritas regras de segurança no domínio da indústria nuclear à acção desses seus adversários: ecologistas, técnicos e políticos.

E também há que reconhecer que, em relação ao futuro e, quanto ao acondicionamento dos produtos de fissão, as preocupações dos "anti-nucleares" têm razão de ser. Mas, no ritmo em que actualmente progride a construção e instalação de reactores nucleares, tais receios só terão incidência efectiva, pelo menos, até ao fim deste século.

A situação poderá resumir-se, em linguagem chã, da seguinte maneira: centrais nucleares, sim, mas devagar... enquanto se não resolverem os actuais problemas referentes ao aproveitamento em grande escala industrial, da fusão nuclear, de energia solar, eólica, das marés, etc. \*\*\*



Mas quanto ao caso português, parece-nos que o debate nem sequer tem razão de ser. O número dígito de reactores a instalar no país até ao fim deste século não põe de facto quaisquer problemas de acondicionamento de resíduos. Por outro lado, seria negligência que bradaria aos céus não aproveitarmos esta, até agora, ocasião única de possuímos apreciáveis reservas de combustível nuclear. Além de que não há neste momento qualquer outra solução.

Simplesmente seria altamente desejável que, pelo menos quanto aos primeiros reactores nucleares portugueses, que pudessemos adoptar tipos que dispensassem o enriquecimento em  $^{235}\text{U}$ . Só assim seríamos realmente independentes.

O exame cuidadoso de outros aspectos do problema, não conduzirá possivelmente à mesma conclusão mas é pena perder-se assim uma excepcional oportunidade de para nós.

Assim, o Prof, Alexandrov, eminente cientista e actual presidente da Academia das Ciências da U.R.S.S., em artigo recente publicado no jornal Izvestia (3), depois de referir o plano soviético de equipamento electro-nuclear, que prevê para 1980, 13-15 000 MW de centrais instaladas e subsequente expansão a partir de 1985 com base especialmente em reactores reprodutores, afirma que a via nuclear é actualmente a única possível e manifesta-se francamente optimista quanto aos aspectos de segurança, incluindo o do acondicionamento dos resíduos radioactivos, mesmo a longo prazo. E referindo-se à actual campanha anti-nuclear, afirma com certa originalidade: "a luta contra as centrais nucleares, nos países ocidentais, não é provocada por uma ameaça real de poluição, mas tem carácter conjuntural: a construção dos reactores nucleares limita os proventos dos monopólios petrolíferos".

Voltando, para terminar, à questão do hidrogénio, observa-se que o processo da dissociação térmica da água, em escala industrial e com economia favorável, é assunto cuja solução está ainda longe de se resolver (4).

Vários ciclos têm sido estudados, nomeadamente em França, Estados Unidos e Itália, aqui por iniciativa da C.E.E. Há que escolher reacções sucessivas constituindo séries equivalentes a ciclos termodinamicamente reversíveis e exigindo temperaturas situadas na zona que se espera atingir no HTR. Assim se têm experimentado, como matérias primas iniciais, o óxido de potássio ( $\text{K}_2\text{O}$ ) (GDF) cloreto ferroso (CEE), o cloreto de cobre I ( $\text{Cu}_2\text{Cl}_2$ ), etc. (5) No primeiro caso, as temperaturas exigidas escalonam-se entre 150° e 1 000°. Para os dois últimos, não será preciso ultrapassar 650°.

Também se estuda afincadamente o embaratecimento da electrólise da água, pensando que a corrente eléctrica seja produzida pelo reactor nuclear. Mas, nesta solução, perder-se-á a vantagem da maior economia do reactor para "fins múltiplos". Quanto ao problema, de tão grande significado enérgico, do uso do hidrogénio como combustível, ainda que também longe de solução cabal, continua a merecer a atenção dos especialistas em todo o mundo.

Se, por um lado, os aspectos da sua armazenagem e transporte, tanto no estado gasoso como no líquido, não sejam desfavoráveis (6), a questão de segurança parece-nos ainda duvidosa.

Quanto à utilização, sob o ponto de vista técnico, não há dificuldades de maior.

Nomeadamente o seu uso nos automóveis está a ser estudado pela própria General Motors que, segundo notícias recentes, parece achá-lo preferível ao metanol - o outro combustível não poluente que nos últimos tempos tem sido indicado como substituinte da gasolina e poderia beneficiar do reactor de fins múltiplos (fabrico do gás de síntese pelo processo da "reforma pelo vapor").

O advento do HTR virá talvez ainda longe, mas qualquer reactor dos tipos actualmente existentes pode produzir vapor para os processos da indústria química, como o demonstra o exemplo, acima dado, da recente iniciativa da BASF.

Oxalá o exemplo frutifique, com vantagem para a indústria e com relativa satisfação dos ecologistas.

A. Herculano de Carvalho

\* Não foram publicadas as conclusões finais da experiência, naturalmente reservadas aos países signatários do acordo.

\*\* Nos reactores de água ordinária (LWR), a temperatura é de 280 - 300°.

\*\*\* São no entanto numerosas as opiniões idóneas favoráveis ao desenvolvimento em grande escala da produção, por via nuclear (fissão), da energia eléctrica.

(1) - Atom - Junho 1976, pg. 166

(2) - David Martin - Process Engineering - Jan 1975, pg. 67

(3) - Ref. em "La Recherche", 7 Julho - Agosto 1976, pg. 657

(4) - Michel Grenou - Le Nouvel Economiste, 9 Fev 1976, pg. 55

(5) - René Fort - Gaz d'aujourd'hui, Fev 1976, pg. 77

(6) - George Donat - Idem, Ab. 1976, pg. 147

