

A bomba de hidrogénio

A primeira alusão ao hidrogénio como explosivo nuclear é velha de trinta anos e foi anunciada numa conferência feita em Filadélfia pelo famoso físico inglês Aston:

«Se a raça humana conseguir no futuro descobrir meios para libertar a energia obtida por fusão dos átomos leves, terá à sua disposição uma potência que ultrapassa tudo quanto a imaginação possa sonhar; no entanto, terá de se considerar a hipótese de que uma vez em liberdade, essa força seja completamente incontrolável e que pela sua violência faça detonar as substâncias vizinhas. Se isto acontecer, todo o hidrogénio terrestre se transformará súbitamente em hélio e a mais prodigiosa experiência humana será anunciada ao Universo pelo aparecimento da nova estrela em que o planeta se transformará.»

Por alturas de 1945, já se sabia estarem erradas algumas das afirmações daquela profecia, em especial a impossibilidade de se verificar a catástrofe cósmica a que a mesma aludia, ao mesmo tempo que se adquiria a possibilidade de se libertar a energia de fusão dos átomos.

É difícil avaliar o que este passo em vias de realização tem de transcendente para a evolução dos conhecimentos humanos se o considerarmos isoladamente; por isso, julgamos que uma apreciação mais lúcida só poderá ser obtida através dum breve parêntesis histórico em que se descreva a largos traços a luta milenária pela conquista da energia e as suas repercussões sobre a civilização.

*
* *
*

Quando há muitos milhares de anos o homem primitivo produziu pela primeira vez o fogo, realizou sem o suspeitar uma descoberta que estaria destinada a pesar enormemente nos destinos da sua raça, pouco a pouco aprendeu

a maneira de o dominar, utilizando em seu proveito um fenómeno que até aí apenas lhe aparecera através dos catastróficos incêndios das florestas ou das sinistras erupções vulcânicas.

Só muito mais tarde compreendeu como deveria proceder para transformar em energia mecânica a libertada por via química, querendo o destino que o primeiro passo nessa direcção fosse efectuado pela descoberta da pólvora realizada há sete séculos pelo franciscano Rogério Bacon.

Mais de 300 anos decorreriam antes que o seu engenho ocorresse a maneira de transformar a energia calorífica em trabalho mecânico pela utilização dum fluido como agente intermediário.

A etapa seguinte só a realizaria no final do século passado, quando vislumbrou a possibilidade de utilizar directamente o calor sem se socorrer do vapor d'água; na verdade, não seria mais lógico provocar directamente a combustão dum combustível líquido no interior de uma câmara cilíndrica, por forma a realizar aquilo a que hoje chamamos uma máquina de combustão interna?

De qualquer forma, ao procurarmos uma visão sintética da história da civilização técnica e ao analisarmos a sua evolução multi-milenária, verificamos que até há pouco esta se alicerçava sistematicamente na produção da preciosa energia — mais preciosa que ouro fino — libertada nas transformações químicas, nomeadamente naquelas em que o carbono — quer ele provenha da madeira, do carvão ou dos derivados do petróleo — se combina com o oxigénio para formar anidrido carbónico.

Enquanto algumas transformações químicas necessitam para a sua realização que lhes seja totalmente fornecido do exterior toda a energia necessária (reações endotérmicas), outras há que ao invés, são capazes,

sob certas condições de libertar a energia interna das suas moléculas que a seguir poderá ser utilizada. Este facto de aparência tão banal é na realidade extremamente importante e merece que nos detenhamos um pouco sobre ele.

Assim, é de todos conhecido que um pedaço de carvão não arde espontaneamente na atmosfera enquanto a sua temperatura se não elevar até ao ponto em que se dê a ignição; da mesma forma, um explosivo não se decomporá a não ser que se produza uma perturbação suficiente na sua estrutura molécular, a qual poderá ser obtida fornecendo-lhe calor ou submetendo-o a uma percussão mais ou menos violenta.

Seja como for, sempre que pretendemos obter uma libertação de energia química, necessitamos de fornecer previamente ao sistema um determinado quantitativo para que a transformação exotérmica ulterior se possa realizar; esta propriedade que tem qualquer sistema possuidor de energia de necessitar duma cedência exterior inicial — energia de activação — para libertar a seguir a que contém, denomina-se metaestabilidade. A água, por exemplo, constitui um sistema estável visto que os átomos que constituem a sua molécula estão ligados por forma tal que não é possível a obtenção de energia através de um novo arranjo dos mesmos.

Pelo contrário, a nitroglicerina, o álcool, a gasolina, etc., constituem outros tantos sistemas metaestáveis, visto ser possível a formação de novas estruturas moléculares com formação de compostos estáveis e libertação da energia excedente, desde que lhes seja fornecida a energia de activação correspondente a cada um.

Ao procurarmos elaborar uma lista das substâncias metaestáveis que formam a crosta terrestre e através das quais podemos obter a libertação de energia química, verificamos que a quase totalidade daquelas é completamente inadequada para o fim em vista em virtude da sua estabilidade. As únicas substâncias metaestáveis que ainda se encontram no planeta são a madeira, o carvão e os de-

rivados do petróleo, sendo essa a única razão em virtude da qual elas constituem um dos mais fortes alicerces em que se baseia a actual civilização industrial.

Não há dúvida que podemos contar também com a parcela correspondente à energia das barragens ou dos ventos; é natural também que se encontrem fórmulas cada vez mais satisfatórias para o aproveitamento das marés, do desnível térmico dos mares e do calor solar.

Por outro lado, não é menos certo que as necessidades energéticas crescem de ano para ano em proporções inverosímeis, sendo de considerar o risco de a breve trecho se tornarem insuficientes os aprovisionamentos que duma maneira ou de outra o homem vai parasitar do Sol.

A descoberta da cisão e o domínio das forças atómicas através das pilhas marca sem dúvida o primeiro passo duma nova orientação na histórica luta pela conquista da energia; pelo contrário, na fusão dos átomos não se vislumbra actualmente técnica de controle alguma, não devendo porém ser esquecido que o manejo das esmagadoras forças em presença ainda, se encontra na sua infância.

Deutério ou trítio?

É sabido que a fusão de dois átomos ligeiros que se unem para formar um núcleo mais pesado origina uma libertação de energia proporcional à perda de massa verificada; de qualquer forma, a, quantidade de energia só é considerável quando os elementos de partida se referem aos elementos mais leves, nomeadamente ao hidrogénio.

Para a realização das reacções termonucleares entre os diferentes isótopos deste elemento necessitam-se temperaturas elevadíssimas, como só a explosão duma bomba atómica clássica é capaz de fornecer; salientemos desde já que não basta ter encontrado o engenho capaz de fazer detonar o hidrogénio; na verdade, é igualmente imprescindível que a temperatura se mantenha durante o tempo suficiente para o «inflamar», o que

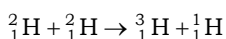
constitui um problema embaraçoso visto que a bomba atômica escorvadora apenas mantém a sua temperatura máxima durante um intervalo da ordem do micro-segundo.

Sabe-se que esse intervalo é demasiadamente pequeno para fazer detonar o hidrogénio pesado na sua forma gasosa, mas também se sabe igualmente que se o gás for liquefeito, a detonação exige menos tempo. O ganho assim obtido será suficiente? A resposta a esta pergunta resolverá o importante problema da composição qualitativa da bomba, isto é, se ela será constituída por deutério ou se se terá de recorrer ao trítio.

A questão é extremamente importante sob o ponto de vista económico, pois enquanto o deutério se pode fabricar em grandes quantidades e a preços da ordem dos 130 contos por quilograma, para o trítio ter-se-á de recorrer à produção artificial através de técnicas extremamente complexas, obtendo-se apenas quantitativos reduzidíssimos e a preços que actualmente (preços da Comissão de Energia Atômica Americana) andam por cerca de 3000 contos o miligrama.

Tomando como base para as considerações que se seguem a manufactura duma bomba mil vezes mais potente que a de Hiroshima, deprende-se que a sua fabricação exigiria — sem contar com o custo da bomba atômica escorvadora — aproximadamente 1 tonelada de deutério (130000 contos) ou uma mistura de 171 Kg. de trítio e 114 Kg. de deutério (5 biliões de contos), muito embora nesta última hipótese se considere que a produção industrial de trítio poderia baixar a sua cotação por um factor da ordem da dezena de milhar.

Com efeito, no primeiro caso considerar-se-ia a reacção de fusão:



A perda de massa será dada pela diferença entre os somatórios dos dois membros, ou seja $4,03200 - 4,02516 = 0,00684$ u. m.

Em consequência, por cada 4 gramas de deutério libertar-se-ão:

$$0,00684 \times 2,5 \times 10^7 \text{ KWh}$$

atendendo a que 1 grama $\leftrightarrow 2,5 \times 10^7$ KWh. Sabendo-se que cada bomba clássica liberta uma energia da ordem dos 4 a 5 milhões de Kwh, calcula-se imediatamente o quantitativo de deutério necessário para obter uma energia equivalente à obtida com um milhar daqueles engenhos: partindo da hipótese que a reacção de fusão apresenta um rendimento da ordem dos 10 %:

$$\begin{aligned} \text{Massa do deutério} &= \\ &= \frac{4 \times 4,5 \times 10^9 \times 10}{0,00684 \times 2,5 \times 10^7} \text{ gramas} \approx 1 \text{ Tonelada} \end{aligned}$$

A obtenção das massas de deutério e trítio a realizar na segunda modalidade foi feita de maneira aproximada notando (ver quadro 1) que a reacção correspondente é cerca de 3,5 vezes mais enérgica que a primeira, sendo portanto necessário apenas 285 Kg, de explosivo.

As considerações anteriores permitem avaliar desde já a enorme importância que reveste a escolha do isótopo do hidrogénio a empregar e por isso a questão merece ser tratada com um pouco mais de pormenor.

Na verdade, sabe-se que para fazer detonar o deutério — o mais económico dos dois isótopos — se torna necessária uma temperatura da ordem dos 20 milhões de graus, isto é, da mesma ordem daquela que existe no interior do Sol; no nosso planeta esse valor só pode ser alcançado mediante a explosão duma bomba atômica clássica, tendo sido publicado na bibliografia especializada que o modelo de Hiroshima era capaz de gerar uma temperatura da ordem dos 50 milhões de graus centígrados.

A grande dificuldade da empresa reside no intervalo de tempo extremamente pequeno — da ordem do micro-segundo — durante o qual a bomba se conserva intacta e que é demasiadamente curto para provocar a explosão do hidrogénio pesado.

Os cientistas nucleares conhecem perfeitamente quais os diferentes intervalos de tempo necessários para a fusão do deutério às diferentes temperaturas, quer o isótopo se encontre no estado líquido ou gasoso.

Assim, para o deutério gasoso elevado à temperatura de 50 milhões de graus são precisos 128 segundos para se dar a fusão dos átomos, ou seja um intervalo $1,28 \times 10^8$ vezes maior que o tempo limite: o mesmo isótopo sob a forma líquida e elevado à mesma temperatura exigirá ainda 200 micro-segundos, intervalo este que apesar de ser muito curto ainda é 200 vezes superior ao exigido.

Para o isótopo líquido e para temperaturas superiores, apresentam-se as correspondências seguintes, deduzidas teoricamente através dos trabalhos de G. Gamow:

75 milhões de graus	40	micro-segundos
100	»	»	»
150	»	»	»
200	»	»	»

O que fica dito permite desde já concluir que a fusão do deutério tem de ser fatalmente realizada antes da bomba atômica escurvadora se ter fragmentado, visto que o isótopo deixará de estar na forma líquida. Desta maneira, o problema da bomba de deutério depende afinal da resolução satisfatória das duas questões seguintes:

— Aumentar a temperatura de explosão das bombas atômicas clássicas até aos valores necessários.

— Idem para o intervalo de tempo existente entre a formação da massa crítica ($t=0$) e o da explosão da bomba: como foi dito, esse intervalo no modelo de Hiroshima é da ordem do micro-segundo.

Para melhor se poder avaliar a viabilidade de solução destas dificuldades, torna-se necessário fazer uma breve análise do mecanismo de funcionamento do engenho clássico:

Com efeito, pode-se considerar que o primeiro átomo que sofre a cisão, liberta em média 2 neutrões; estes vão bombardear outros tantos átomos de urânio ou plutônio, os quais por seu turno darão lugar a libertação de 4 neutrões e assim sucessivamente; pode portanto afirmar-se de maneira *aproximada* que na 10.^a geração se terão obtido 1000 desintegrações (rigorosamente 1024) e que em cada dez gerações o número de átomos

desintegrados tem de ser multiplicado por 10^3 .

Por consequência, no fim de 70 ter-se-ão aproximadamente 2×10^{21} cisões, os quais correspondem à desintegração total de cerca de 1 grama de urânio 235 ou plutônio e que correspondem a uma libertação de energia equivalente a explosão de 20 toneladas de T. N. T..

Como se sabe, o poder explosivo das bombas do tipo Hiroshima foi calculado em 20 Kilo toneladas de T. N. T., o que equivale a afirmar que se desintegrou cerca de 1 Kg. de um dos dois isótopos; desta maneira, a passagem duma equivalência de 20 toneladas de T. N. T. para 20000 exigirá 10 novos passos, os quais são verdadeiramente cruciais, visto que é a possibilidade de obter 80 gerações de cisões em vez de 70 que diferencia as duas explosões: num dos casos teríamos uma bomba atômica equivalente a duas bombas de 10 ton. de T. N. T. (denominadas vulgarmente por «bombas de quarteirão») enquanto no segundo se obterá um engenho equivalente a 2000 bombas desse tipo.

Como é evidente, para a bomba multiplicar a sua potência mil vezes ao passar de 20 para 20000 ton. T. N. T., necessitará duplicá-la sucessivamente durante os 10 passos considerados, e portanto terá de passar pelas equivalências 40, 80, 160,, 5000 e 10000 sem explodir: os cientistas de Los Alamos tiveram portanto de resolver o problema de construção da bomba de maneira tal que esta se não fragmentasse durante esses 10 passos (da 70.^a à 80.^a geração), o que equivale a demorar essa fragmentação por um tempo da ordem de 0,1 micro-segundo.

A única propriedade que a física apresenta capaz de solucionar satisfatoriamente este problema tremendo é a inércia; a questão foi atacada neste sentido e resolvida com sucesso para o que se envolveu a bomba com um material o mais denso possível e que tenha a propriedade de ser um bom reflector dos neutrões (chegou-se a encarar o emprego duma parte das reservas de ouro pertencentes ao Tesouro Americano e guardadas em Forte

Knox, por este metal apresentar em alto grau ambas as propriedades).

As considerações anteriores permitem desde já compreender como é problemática a possibilidade do emprego exclusivo do deutério na bomba de hidrogénio; na realidade, uma coisa é conseguir um «tamper» — nome técnico do corpo que actua pela inércia e destinado a demorar a fragmentação da bomba — que durante 10^{-7} segundos agente uma força que varia durante esse intervalo de 20 a 20000 toneladas T. N. T.; outra muito diferente será obter um dispositivo semelhante que durante um intervalo 2000 vezes maior (lembremo-nos que à temperatura de 50 milhões de graus o intervalo de tempo necessário para se realizar a fusão dos átomos é da ordem dos 200 micro-segundos) deve aguentar uma força que ao fim desse tempo se elevaria à gigantesca cifra de 4×10^{10} toneladas T. N. T..

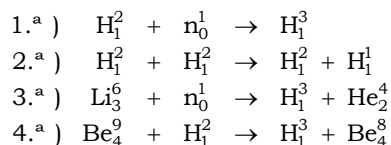
Como é lógico, isto não é possível de forma alguma, pois se houvesse processo de demorar a explosão construindo um «tamper» que permitisse obter aquela energia não haveria necessidade alguma de abordar o problema da manufactura duma bomba de hidrogénio. Por outro lado, é certo que as próprias informações oficiais americanas já anunciaram terem obtido melhoramentos significativos neste sentido, realizando tipos melhorados seis vezes mais potentes que o modelo de Nagasaki (a potência deste foi em tempo anunciada como dupla da do modelo Hiroshima), o que obriga necessariamente a soluções mais satisfatórias na construção dos «tamper».

Seja como for, é evidente que os progressos realizados estão longe de permitir alcançar os limites que atrás indicámos para a fusão do deutério, pelo que é possível afirmar com a maior segurança que o emprego exclusivo daquele isótopo como explosivo nuclear da super bomba não pode ser considerado.

Se nada há a esperar do deutério poderá ao menos ser encarada a utilização do trítio? A resposta é que para este também

existem razões que impedem o emprego exclusivo e que em seguida analisaremos:

Com efeito, este isótopo, não existe na natureza e por isso a sua obtenção tem de ser executada por métodos de fabricação sintética através das reacções nucleares apropriadas, das quais apresentamos as mais importantes:



As reacções que utilizam os deutões como agente bombardeante são realizáveis no laboratório mas o seu rendimento é deplorável; por outro lado, os métodos mais económicos para a produção industrial do trítio são sem dúvida aqueles em que o deutério (sob a forma de água pesada) ou o lítio são bombardeados com o poderoso fluxo neutrónico produzido nas pilhas (reacções n.º 1 e 3).

Desta maneira, cada neutrão da pilha absorvido nesta fabricação ficará perdido para a produção de plutónio; sendo assim, a construção duma bomba de hidrogénio que utilize exclusivamente o trítio como explosivo nuclear, não só exigirá a existência duma bomba atómica escorvadora mas também impedirá a obtenção do material desintegrável correspondente a vários engenhos clássicos.

Para avaliar melhor este ponto basta notar os seguintes factos: — A produção de cada átomo de trítio ou de plutónio exige o bombardeamento por um neutrão.

— As massas atómicas dos dois isótopos são respectivamente 239 e 3 e por consequência, em igualdade de massas, o número de átomos de trítio será aproximadamente 80 vezes maior que o correspondente ao plutónio.

Desta forma o problema apresenta-se como se a obtenção de cada quilograma de trítio exigisse o sacrifício de 80 Kg. de plutónio, com a correspondente diminuição do número de bombas clássicas produzidas.

Poder-se-á argumentar dizendo que o sacrifício não é tão desproporcionado, visto que em igualdade de massas dos dois isótopos, o trítio tem um poder explosivo 2,5 vezes maior; por outro lado não devemos esquecer que este isótopo é altamente radioactivo e sendo o seu período relativamente curto — apenas 12 anos — por cada kilograma produzido em 1952 só restaria metade em 1964. O plutónio, pelo contrário tem um período enorme (da ordem dos 25.000 anos) desintegrando-se lentamente no outro isótopo de interesse, isto é no U-235.

Apresentando a questão sobre outro ângulo ocorre perguntar qual a quantidade de trítio a fabricar para obter uma super-bomba 1000 vezes mais potente que o modelo de Hiroshima; uma vez que em igualdade de massa a energia obtida com o trítio é 2,5 vezes maior que a conseguida com o plutónio, compreende-se que seriam necessários 400 Kg de trítio líquido para realizar um engenho com uma energia equivalente à obtida através da desintegração total de 1 tonelada de plútonio.

Por outro lado, vimos já que a produção daquele quantitativo de trítio exigiria o sacrifício de 32 toneladas de plutónio, pelo que em termos energéticos se acabaria por obter uma energia correspondente à desintegração total de 1 tonelada pelo investimento de 32 toneladas de elemento, com a agravante de que metade do quantitativo de trítio obtido estaria perdida ao fim de 12 anos.

Os cálculos teóricos do professor inglês Oliphant avaliam entre 10 e 30 Kg. a massa crítica do plutónio, ou seja aquela que é indispensável reunir para a obtenção duma bomba clássica; nesta base, a realização do engenho de trítio com a energia atrás indicada implicaria o sacrifício de um número de bombas compreendido entre 3200 e 1066.

Além disso, não devemos esquecer a agravante que resulta do seu raio de destruição por onda de choque ser apenas 10 vezes maior que o da bomba clássica — o raio de destruição é proporcional à raiz cúbica da energia — enquanto o raio de destruição pelo

fogo seria 30 vezes maior — é proporcional à raiz quadrada da energia.

A Bomba Deutério-trítio

A leitura dos factos esboçados permite tirar as duas conclusões seguintes

— A bomba de deutério é irrealizável por dificuldades de ordem técnica.

— A bomba de trítio também o é, por motivos de ordem económica.

Posto o problema nestes termos, torna-se desde já patente que deve haver uma terceira solução que permita levar a cabo a fabricação da super-bomba, sem o que não teria sentido a ordem dada pelo presidente americano e as recentes notícias vindas a lume na imprensa mundial acerca do gigantesco desenvolvimento que os trabalhos têm tomado.

A solução a que nos referimos consiste em empregar como explosivo uma mistura dos dois isótopos pesados do hidrogénio: o deutério e o trítio. A potência explosiva de tal mistura é 3 vezes superior à do hidrogénio pesado e 1,5 vez a do trítio, se qualquer destes fosse empregado isoladamente.

No entanto, a propriedade mais importante dessa mistura reside na sua velocidade de ignição, muito mais elevada que a correspondente a qualquer dos seus componentes.

No quadro a seguir apresentam-se os tempos de fusão a diferentes temperaturas, para a mistura D-T e também para o deutério, a fim de se fazer melhor a comparação dos valores respectivos:

Temperatura (Milhões de graus)	Tempo de fusão (μ s)		Factor de proporcionalidade
	Deutério	Mistura D-T	
50	200	20	20
75	49	3	13,3
100	30	1,2	25
150	15	0,38	39

Se atendermos que os cálculos feitos para a determinação do tempo de explosão da bomba tipo Hiroshima indicam um intervalo de 1,1 μ s — isto é, 0,1 μ s mais que o tempo de fusão da mistura D-T a 100 milhões de graus — e se também tivermos presente a realização pelos americanos de versões aperfeiçoadas

das bombas de plutónio, é legítimo esperar que estas alcancem a temperatura dos 100 milhões de graus e resistam 1,2 μ s sem explodir, como se torna necessário para o efeito.

Por consequência, uma possível bomba de hidrogénio será constituída pelos órgãos seguintes:

a) Uma bomba aperfeiçoada de plutónio, servindo de espoleta para o engenho.

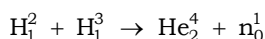
b) Um detonador constituído por uma mistura de deutério e trítio, destinada a obter o aumento de potência necessário para a desintegração subsequente do explosivo nuclear contido na super-bomba.

c) O explosivo, constituído por uma massa de deutério variável com a potência final a realizar.

A bomba de deutério munida com um detonador D-T será realizada com toda a certeza desde que a bomba-espoleta atinja 150 milhões de graus; nessa hipótese, o tempo de fusão do detonador seria de 0,38 μ s e como a energia libertada em igualdade de massa é 5 vezes maior que a obtida com o plutónio e alcançada 3 vezes mais rapidamente, é evidente que a temperatura obtida será muito mais elevada, sendo por isso razoável supor que o seu valor permita finalmente realizar a almejada fusão do deutério.

Uma questão muito importante a resolver será a de saber qual a quantidade de trítio a fabricar para o detonador; sobre este ponto não foram publicados dados alguns e como é evidente isso constitui um dos pormenores mais secretos respeitantes à super-bomba.

A reacção nuclear entre os componentes do detonador faz-se átomo a átomo, segundo a reacção de fusão:



e uma vez que as massas dos componentes estão entre si na razão 2/3, para um detonador de 1 Kg. serão necessários 600 gramas de trítio e 400 gr. de hidrogénio pesado; a realização deste detonador exigiria o sacrifício de 48 Kg. de plutónio ou seja 1,5 a 5 bombas clássicas, de acordo com a es-

timativa do professor Oliphant. A potência explosiva correspondente seria da ordem das 80 Kilo Ton. de T. N. T., igual à obtida com 4 bombas tipo Hiroshima.

Por outro lado, é muito possível que este quantitativo seja muito maior que o necessário para realizar a fusão subsequente da carga explosiva de deutério; se emitirmos a hipótese de que bastaria a décima parte, ou sejam 60 gr. de trítio e 40 gr. de deutério, ter-se-iam sacrificado 4,8 Kg. de plutónio (0,16 a 0,48 do quantitativo correspondente à bomba clássica), mas em troca obter-se-ia um engenho que uma vez carregado com 1 Tonelada de deutério, apresentaria um raio de destruição por onda de choque 10 vezes superior ao da bomba clássica (área destruída com cerca de 800 Km²) e um raio de destruição pelo fogo 30 vezes superior (superfície correspondente a mais de 4000 Km²),

Os efeitos do lançamento duma tal bomba sobre Lisboa estão representados no mapa que acompanha este artigo e em que os círculos traçados limitam:

— círculo de raio menor: superfície destruída pela onda de choque produzida pela bomba Hiroshima.

— círculo de raio médio: superfície destruída pela onda de choque da bomba de hidrogénio mil vezes mais potente.

— círculo exterior: superfície destruiria pela bomba H (é a mesma bomba ou não?) devida aos efeitos incendiários.

Se aos efeitos produzidos pela onda explosiva do fogo, juntarmos os devidos às radiações emitidas, obteremos uma ideia geral do fantástico poder de destruição da nova arma.

Observemos desde já que os efeitos obtidos neste último aspecto podem variar em larga escala, consoante a construção do engenho: assim se a cobertura exterior da bomba for de aço, os efeitos radioactivos produzidos dependerão apenas da bomba-espoleta e não serão maiores que os produzidos por esta; contudo, essa mesma cobertura poderia ser feita em cobalto, por exemplo, então a ra-



dioactividade induzida naquele elemento pelos neutrões seria verdadeiramente aterradora e produziria efeitos incalculáveis.

Ninguém sabe hoje quais as consequências da implacável corrida aos armamentos atômicos a que estamos assistindo.

Duma maneira ou de outra, o que nos últimos anos se fez neste domínio leva-nos desde já a evocar a dupla profecia de Aston

e os dois significados que ela poderá ter no futuro, consoante o uso que o homem fizer do seu próprio trabalho:

Numa extremidade, a possibilidade de alcançar as fronteiras mais recuadas do conhecimento.

Na outra, a alegria precursora duma civilização votada à destruição.

PASTOR FERNANDES
Cap. Art.

Leitores da «Gazeta de Física»! Enviem-nos os nomes e moradas dos vossos amigos que podem e devem interessar-se pela nossa revista