

ÉTICA E FÍSICA NUCLEAR

João Martins

1. Introdução

Chegar-se a uma razoável avaliação da problemática existente em torno da física nuclear, parece-me estar a exigir que se estabeleça, logo ao início de nossa apreciação, um quadro, tão abrangente quanto possível, de seus fatores determinantes.

Nêle devemos por certo incluir muitos fatos científicos e técnicos e, bem assim, certos envolvimento éticos que, em meu desprezível entender, merecem especial atenção.

Muitas das informações que aqui iremos invocar já serão do conhecimento de quantos se interessam pelo assunto. Servirão essas, todavia, para compor a perspectiva histórica na qual iremos situar alguns elementos menos óbvios. Em análises deste teor em que êstes elementos escapem à consideração, poderão as conclusões ter seu conteúdo prejudicado.

2. Início da Era Nuclear

A física nuclear tem sido, dentro da própria física, uma poderosa fonte de motivações, tanto para o desenvolvimento científico, suscitando a elaboração de novos recursos de observação e medida, quanto para avançamentos técnicos altamente sofisticados.

Como exemplos podem citar-se os fatos de que:

- a) a célula mater dos modernos computadores surgiu e ganhou notável importância no primeiro quartel deste século, em laboratórios onde físicos nucleares davam os primeiros passos no estudo de certas reações em que ocorriam transmutações atômicas;
- b) aceleradores de íons pesados, que tanto serviço prestaram no estudo de reações nucleares, estão hoje a serviço da micro-eletrônica, na produção de micro-circuitos integrados;
- c) reatores de pesquisa destinados, no passado, à pesquisa pura, estão hoje servindo à produção de rádio-isótopos que, por sua vez, são utilizados quer no estudo de reações quí-

micas, quer como traçadores industriais, quer principalmente para fins médicos de radioterapia e rádiodiagnóstico.

Na década dos anos vinte, o estudo das reações nucleares começou a empolgar o mundo científico com uma avalanche de fatos espantosos.

Adveio daí a necessidade urgente de novos e mais poderosos métodos de observação, a qual impulsionou a criatividade na áreas do eletro-magnetismo, na química, na eletrônica e nas técnicas de alto-vácuo. Programas de pesquisa então originados levaram à descoberta de efeitos e sua pronta utilização em dispositivos que, hoje em dia, aparecem aperfeiçoados, nos equipamentos de cinema, rádio, televisão e em atividades espaciais.

Foi na década dos anos trinta, no entanto, que o estudo das reações nucleares, através do balanço relativístico das energias em jogo, verificou experimentalmente a equivalência entre massa e energia, conforme previa a teoria da relatividade.

A descoberta do neutron nessa fase despertou um inusitado interesse pela física nuclear. Nasceu então a física de neutrons com um enfoque especial sobre o estudo das reações com neutrons.

Logo depois veio a descoberta da fissão nuclear. Houve um impacto dramático na física quando, pelo estudo detalhado dessa reação, comprovou-se a espantosa energia que se havia suspeitado ser liberada no processo de desintegração e, mais ainda, que ocorria com a emissão de neutrons, em condições de manter um efeito recorrente.

A idéia de se favorecer esse efeito de recorrência na denominada reação em cadeia levava a um difícilíssimo processo de se aumentar a porcentagem de urânio-235 na mistura natural.

Estava encontrado o caminho para a construção do primeiro reator nuclear, como uma fabulosa fonte de energia que poderia ser posta a serviço da humanidade.

Os próprios riscos a serem enfrentados na construção desse reator decorrentes, ante tudo, da inexperiência em tal empreendimento, estavam a sugerir a possibilidade de se produzir uma bomba de fantásticos efeitos mortífero e destruidor.

Teve lugar, assim, a construção do primeiro reator nuclear, acompanhada de um dispendioso programa de enriquecimento de urânio, no decorrer da II Grande Guerra Mundial, com propósitos estritamente militares.

Foi, portanto, em meio aos destroços de um conflito humano cuja violência não tivera precedentes na história, nesse quadro de lastimáveis desacertos humanos, que nasceu a tecnologia das armas nucleares, a qual até hoje permanece como espada de Dâmocles sobre nossas cabeças, sobre nossas mais acalentadas esperanças de paz, sustenta-

da por um frágil fio de entendimentos, que a insensatez poderá deteriorar a qualquer momento, ao calor excessivo de grandes ambições frustradas.

Foi nessa fase negra da história da humanidade que se pode avaliar as tremendas possibilidades das bombas nucleares como instrumento de destruição.

3. Valores Construtivos da Física Nuclear

As valiosas possibilidades construtivas que a física nuclear abriu à tecnologia voltada para o bem-estar social representa, sem dúvida, algo que merece maior consideração por parte de quem esteja procurando sinceramente se situar no quadro dos mais significativos valores técnicos e econômicos da sociedade mundial contemporânea.

Em favor de uma visão mais nítida, deve-se distinguir, nessa análise, física nuclear, como ciência pura, de tudo aquilo que representa aplicações práticas da mesma, as quais por sua natureza envolvem uma maior carga de interesses econômicos e consequentemente políticos.

Como um setor da física, ciência da natureza, que estuda as manifestações do Poder Criador Universal quanto a energias em jogo, a física nuclear tem como objetivo último os fenômenos que ocorrem no âmbito de forças de intensidade consideravelmente maior do que aquelas com que interagem os íons atômicos e com que se unem os radicais nas moléculas. Isso significa que as energias em jogo nas interações atômicas e moleculares são milhões de vezes menores do que aquelas envolvidas nas transformações nucleares.

As forças nucleares, que revelam um alcance extremamente curto em comparação com o das forças eletromagnéticas, pertencem a uma realidade cósmica em que a ordem de grandeza das energias envolvidas está numa escala de valores muito acima, muito distanciada daquela em que as manifestações biológicas acontecem.

São essas espantosas forças e energias dos fenômenos nucleares, entretanto, que mantem as atividades estelares e portanto a do Sol, essa magnífica fonte de energia que permite a vida na Terra mas que também, por diferentes modos, poderá inexoravelmente extingui-la.

A física nuclear, em busca de explicações científicas, trouxe à luz do conhecimento humano o complexo universo dos fenômenos sub-atômicos. Seu domínio abriu um enorme número de novas possibilidades à criatividade voltada para o bem-estar humano.

A física nuclear abrange um universo de verdadeiras maravilhas que, lastimavelmente, permanece dissimulado aos olhos da grande maioria dos indivíduos, por uma sombria nuvem de temor, criada pela insensatez que põe em primeiro plano a tragédia que poderia advir do mau uso de suas numerosas e tão valiosas conquistas.

É hoje fora de dúvida, porque admitido por esclarecidos estrategistas da já tão comentada expectativa de uma guerra nuclear, que o emprego de armas nucleares de qualquer tipo, por quem quer que fosse, não importa sob qual pretexto, até mesmo num acidente mal interpretado, desencadearia inevitavelmente um crescendo de ações que culminaria na tragédia total.

Diante da consciência desse perigo, tem-se buscado, por todos os meios diplomáticos invocáveis, dissuadir as potências nucleares a abandonarem o uso de tais armas como meio de dissuasão, persuasão ou intimidação.

Todavia, conforme já foi ressaltado em encontros internacionais de alto nível em favor da paz mundial, as disponibilidades nucleares, tanto do Ocidente como do Oriente, já são suficientes para acabar com a humanidade umas vinte vezes, levando à total esterilidade a biosfera.

As tentativas diplomáticas têm esbarrado em dificuldades intransponíveis no seu elevado propósito de induzir o mundo todo à adoção de um estatuto regulador do uso da tecnologia nuclear e um eficiente sistema de controle que puzesse a coletividade humana inteiramente a salvo dos indesejáveis efeitos de sua má utilização.

Está a parecer, antes de mais nada, que as potências nucleares não se inclinam a abrir mão das vantagens decorrentes dessa privilegiada posição de que tão poucos países desfrutam.

4. Sôbre-carga da Biosfera.

Se de um lado o mundo vive sobressaltado pelo fantasma do holocausto nuclear, de outro, parece caminhar para a tragédia malthusiana.

O crescimento demográfico é agravado por um crescente esforço dos países do terceiro mundo em pról de melhores condições de vida. Esse esforço vem sendo acompanhado de uma crescente produção de recursos, nem sempre adequadamente conduzida.

Até que ponto, nosso domínio ecológico se apresentará regenerativo às ações predatórias a que vem sendo submetido ?

Eis um ponto a ser profundamente meditado por quem acompanha os clamores em torno do ritmo crescente das dificuldades de vida em todo o mundo.

O fato é que êsse clamor tem sido fundamentado pelos centros de estudos populacionais mais credenciados como é o de Harvard, nos Estados Unidos.

Segundo essas fontes, a demanda de bens de consumo essenciais à vida cresce de modo a preocupar profundamente os mais otimistas estudiosos da economia mundial.

Duas são as causas apontadas como responsáveis por êsse agravamento das condições de vida.

Por um lado, a taxa de crescimento demográfico inside nitidamente sôbre o chamado Terceiro Mundo, onde se encontra consideravel parcela da população mundial cujo poder aquisitivo médio nem sequer merece figurar nas estatísticas de consumo energético.

Por outro lado, um inconformismo que se amplia constantemente, leva essa enorme parcela de população humana, marginalizada dos recursos geradores de bem-estar, a procurar, através de um clamor persistente, um lugar à sombra dos já saturados fatores do viver não aviltante.

A crescente necessidade de maior produção de recursos básicos e daqueles que caracterizam a sociedade moderna em termos de transporte e comunicações, requer um desenvolvimento sempre ascendente de industrialização.

As perspectivas de um mundo cuja população cresce em número e nível de exigências são indubitavelmente aquelas inerentes a um processo de saturação, por exaustão natural das fontes de recursos.

Porisso, dentro de algumas décadas, um maior aproveitamento das regiões desérticas deverá ocorrer.

A superfície de tais regiões vem aliás aumentando, em função da ação desmatadora e das atividades que poluem a biosfera.

Por mais que se pretenda incentivar o recesso econômico para atenuar êsses efeitos de crescimento, haverá por certo um ponto crítico, além do qual a desestabilização do sistema todo se fará sentir.

Uma realidade à qual não se pode fugir diante do atual conhecimento científico, é que a biosfera tem um limitado poder de alimentar a vida, uma limitada capacidade de manter o complicado contexto biológico de seres que coexistem em termos de uma dinâmica e de uma economia de equilíbrio, delicada como o metabolismo do corpo humano.

A produção de recursos em escala cada vez maior, continuara por certo a acontecer.

5. O Futuro da Tecnologia Nuclear

As possibilidades das centrais nucleares, como fontes de energia elétrica, são hoje uma realidade nos países mais desenvolvidos.

Não se vislumbrou ainda outra opção, na produção de energia elétrica, em que a potência liberada por uma única central seja da ordem daquela liberada por uma grande hidroelétrica como, por exemplo, a central de Furnas.

E desde a Conferência Internacional de Salzburg, realizada de 2 a 13 de maio de 1977, sob os auspícios da Agência Internacional de Energia Atômica da Organização das Nações Unidas, novas possibilidades se mostraram efetivamente abertas à tecnologia nuclear na produção de energia elétrica.

Nesse encontro, dois mil delegados de sessenta nações discutiram a construção e comercialização dos reatores do tipo "fast breeder", ficando patenteada a sua utilização segura e mais econômica na produção de energia elétrica.

A literatura especializada da Europa e dos Estados Unidos deu particular ênfase à experiência soviética bem sucedida com seus projetos industriais de reatores do tipo "fast breeder".

O desenvolvimento de um primeiro projeto nessa direção, segundo noticiou a revista norteamericana FUSION, em seu número de julho-agosto de 1977, levava em 1964, à construção do reator BN-350, modelo industrial do tipo "fast-breeder" refrigerado a metal líquido, com capacidade térmica de 1.000 megawatts. Tal reator permitira a construção da cidade de Schevchenko na região desértica adjacente ao Mar Cáspio, fornecendo-lhe energia elétrica para fins domésticos e industriais, além de 50.000 metros cúbicos de água dessalinizada, por dia. Essa região é rica em petróleo, gás e metais não ferrosos porém muito carente de água potável.

O sucesso alcançado com o BN-350 tornou mais simples a construção de um reator de maior potência, o BN-600, projetado para a capacidade elétrica de 1600 megawatts, cujo invólucro teria cerca de 18 metros de diâmetro, tamanho êsse possível nos reatores "fast-breeder" em consequência de sua pressão interna de operação ser inferior àquela dos reatores convencionais a água pressurizada.

Uma variante do BN-1600 estaria também em andamento na qual a fonte fria seria uma "piscina" de oito metros de diâmetro, situada ao lado do núcleo do reator. Finalmente, um projeto de refrigeração a gás vinha sendo desenvolvido para o BN-1600, empregando tetróxido de nitrogênio, em virtude das vantagens técnicas e econômicas apresentadas e de permitir a sua operação na potência de 1500 megawatts.

Projetos têm sido desenvolvidos na Inglaterra e Alemanha Ocidental, a grafite e água pesada, para o fornecimento de potências da ordem de 1000 megawatts.

Nos Estados Unidos, a perspectiva de dificuldades futuras com o petróleo, tem levado a uma progressiva substituição de centrais termo-elétricas a petróleo, por centrais núcleo-elétricas.

Acontece que a produção energética destas últimas não é afetada pelos invernos rigorosos, contrariamente ao que acontece com as centrais a petróleo. Estas podem sofrer as consequências de uma falta relativamente prolongada de combustível, por bloqueio de estradas e aeroportos, em circunstâncias de aumento considerável das exigências de aquecimento doméstico e de locais de trabalho, e justamente quando a produção das hidro-elétricas é diminuída pelos efeitos de congelamento.

Por outro lado, a necessidade de urgente industrialização para atender às crescentes exigências de recursos em todo o mundo, vai incentivar um crescente apelo à tecnologia nuclear, enquanto outra alternativa viável em termos de exigências técnicas e capacidade de produção, não for efetivamente alcançada.

Por estas considerações, a simples reflexão sobre os fatos deixa em aberto a hipótese de que a corrida para as armas nucleares, dada a completa impraticabilidade da guerra nuclear, serviria, em última análise, como pretexto para um continuado acúmulo de reservas nucleares, muito conveniente do presente e muito importante em termos de vantagens energéticas, num futuro não muito remoto.

A tecnologia nuclear, entretanto, tem oferecido outras contribuições de grande valor.

Ela tem desempenhado, por exemplo, um papel muito importante na física de novos materiais.

O método de análise por ativação com neutrons é hoje largamente utilizado nos países mais desenvolvidos, o qual oferece indiscutíveis vantagens sobre a análise química, pelas maiores sensibilidade e rapidez que oferece.

Questiona-se, todavia, a destinação dos resíduos nucleares.

O "lixo nuclear" consiste naquilo que é rejeitado no processamento químico do combustível, bem como no seu reprocessamento, ao fim de um certo tempo de utilização dos elementos combustíveis, tanto nos reatores a urânio enriquecido, como naqueles a urânio natural.

Nos reatores regenerativos, aqueles do tipo "fast-breeder", segundo os especialistas no assunto, esse efeito é grandemente atenuado .

Parece-me interessante a esta altura lembrar que no mundo já

operam cerca de 200 centrais núcleo-elétricas e que a utilização de outras fontes de energia podem produzir efeitos tão ou mais indesejáveis no que diz respeito ao meio-ambiente:

O Centro de Estudos Atmosféricos da Califórnia já tem chamado a atenção para o perigo que representa a névem de gases que se formou na alta atmosfera. São gases provenientes do consumo de petróleo ou carvão em indústrias, veículos terrestres, aviões e centrais termo-elétricas e, bem assim, de milhares de toneladas de gás freon, oriundo do uso de propelentes em larga escala. Segundo os químicos, êsses gases, em contacto com o ozona, o destroem. Essa nuvem de gases poluentes, segundo os pesquisadores, estaria se difundindo lentamente para a extratosfera.

Ao atingir alí a camada de ozona, ocorreria a destruição progressiva da mesma e conseqüentemente a proteção da biosfera contra a radiação ultra-violeta do Sol iria desaparecendo.

Fatos como êsse ocorrem, ao lado de outros que escapam à vigilância dos especialistas, mesmo em países desenvolvidos como os Estados Unidos onde está em vigor um vasto código de leis de proteção ao meio-ambiente e um consideravel esforço é exercido no sentido de fazê-lo cumprir.

Talvez o setor das atividades nucleares, por razões históricas, tenha se constituído no alvo mais focalizado pela vigilância do meio-ambiente.

O equilíbrio do fabuloso mecanismo econômico de emprego de energia para a manifestação da vida, depende, tal como no metabolismo do corpo humano, de que as alterações ocorrentes no mesmo não ultrapassem a capacidade regenerativa da biosfera.

Obviamente o domínio ecológico da Terra tem uma limitada capacidade de prover dos necessários meios de vida, a complexa coletividade de seres que abriga.

Mas para se tornar impossível a vida na Terra, não é necessário esgotar-se-lhe a capacidade de gerar recursos. Basta que se ocasione um desequilíbrio ecológico irreversível e a própria natureza se encarregará do resto.

Para que a humanidade de hoje possa legar às gerações futuras um mundo efetivamente melhor do que aquele que encontramos, acredito ser necessário e suficiente que cada indivíduo se torne cada vez melhor, não só para seus semelhantes, mas também para cada aspecto deste maravilhoso contexto que o Criador de Todas as Coisas nos concedeu. Só assim, acredito, a coletividade humana eliminará seus grandes conflitos e as consciências desanuviadas não mais impedirão que a vida humana seja tudo aquilo que deve ser: a experiência mais bela do Criador.