

A Radioatividade e a História do Tempo Presente



Fábio Merçon e Samantha Viz Quadrat

Com o final da Segunda Guerra Mundial, alguns historiadores se debruçaram sobre a tentativa de explicar o que havia ocorrido com a humanidade nos anos do conflito. Com isto, surgiu o que chamamos de História do Tempo Presente, uma nova corrente historiográfica que se ocupa em analisar os fatos recentes. Nesse sentido, este texto – que traz o ponto de vista dos autores – se insere nessa corrente ao abordar uma questão polêmica: a utilização da energia das reações nucleares a partir da segunda metade do século XX, quando temas como o uso de armas atômicas ou a construção de usinas nucleares foram amplamente debatidos pela opinião pública. Foi uma época na qual os avanços tecnológicos passaram a se refletir em outros campos, como o político, o social, o ecológico e o econômico.

► radioatividade, energia nuclear, século XX ◀

Recebido em 06/03/03; aceito em 13/04/04

27

Em 1896, o cientista francês Henri Becquerel, ao estudar a relação entre substâncias fosforescentes e os raios X, observou que sais de urânio emitiam um tipo de radiação que impressionava chapas fotográficas. Posteriormente, o casal Pierre e Marie Curie descobriu que outros elementos também emitiam esse tipo de radiação, que foi batizada de radioatividade por Marie Curie (Chasot, 1995). Nas décadas seguintes, pesquisadores como Ernest Rutherford e Frederick Soddy elucidaram diversas propriedades da radioatividade e dos elementos radioativos.

Dentre as pesquisas desenvolvidas, a que proporcionou as mais marcantes aplicações foi a sobre a fissão do urânio. Em 1939, esta foi observada pelos alemães Otto Hahn e Fritz Strassmann e interpretada pela física austríaca Lise Meitner (Figura 1), já radicada na Suécia devido à perseguição dos nazistas. Nesse mesmo ano, o exército

A fissão do urânio foi observada por Otto Hahn e Fritz Strassmann, em 1939, e interpretada por Lise Meitner, homenageada pela IUPAC por meio do elemento 109, o meitnério

alemão invadiu a Polônia, iniciando a Segunda Guerra Mundial (1939-1945).

Em plena guerra, Niels Bohr foi um dos primeiros cientistas aliados a tomar conhecimento de que os alemães tinham obtido a fissão do urânio. Diante da enorme quantidade de energia liberada nesse processo, Bohr temeu por seu uso em uma arma. Um fato que reforçou suas suspeitas foi uma visita recebida, em plena Dinamarca ocupada pelos nazistas, de seu colega alemão Werner Heisenberg, que entregou a Bohr um diagrama contendo dados sobre o programa atômico alemão (ver a sugestão de leitura no *Para saber mais*).

Em função da perseguição pelos nazistas, Bohr fugiu para os Estados Unidos, onde encontrou Albert Einstein e advertiu-o que os países do Eixo (Alemanha, Itália e Japão) tinham o conhecimento teórico para a fabricação de uma bomba. Einstein, por

sua vez, alertou o presidente norte-americano Franklin D. Roosevelt.

Posteriormente, países Aliados (Estados Unidos, França e Inglaterra) verificaram que o diagrama era de um reator inadequado. Porém, restou a dúvida se esta seria uma farsa para mascarar os progressos alemães. Segundo o historiador Eric Hobsbawm (1995, p. 509),

Em essência, hoje está claro que a Alemanha nazista não conseguiu fazer uma bomba nuclear não porque os cientistas alemães não soubessem fazê-la, ou não tentassem fazê-la, com diferentes graus de relutância, mas porque a máquina de guerra alemã não quis ou não pôde dedicar-lhe os recursos necessários. Eles abandonaram a tentativa e passaram para o que parecia uma concentração mais efetiva em termos de custos, os foguetes, que prometiam um retorno mais rápido.

Após a rendição da Alemanha, nove dos principais físicos alemães,



Figura 1: Lise Meitner (1878-1968), física austríaca que explicou a fissão do urânio, em foto de aproximadamente 1937, em Berlim.

dentre eles W. Heisenberg e O. Hahn, foram mantidos sob custódia na Inglaterra. Gravações secretas das conversas mantidas por esses cientistas indicaram que o programa nuclear nazista não fôra capaz de gerar um reator nuclear auto-sustentável e que esses cientistas estavam confusos sobre as diferenças entre um reator e uma bomba atômica (Klotz, 1997).

O Projeto Manhattan

Em 1941, os Estados Unidos entraram na Segunda Guerra Mundial e direcionaram sua economia para uma “guerra industrial”, na qual o modo de produção em série, implantado por Henry Ford, foi direcionado para os produtos bélicos (Rémond, 1974). Diante da possibilidade dos alemães desenvolverem a bomba atômica, foi criado o Projeto Manhattan. Com custo estimado em dois bilhões de dólares, esse projeto representou a maior concentração de cientistas já reunida para trabalhar em um só tema (Strathern, 1998). Assim, cientistas de diversas nacionalidades, inclusive refugiados dos regimes nazi-fascistas, passaram a se empenhar na construção da bomba norte-americana.

Logo o investimento trouxe resultados. Em 2 de dezembro de 1942, teve início a “Era Atômica”, com a operação do primeiro reator nuclear

na quadra de *squash* da Universidade de Chicago, construído sob a supervisão do físico italiano Enrico Fermi. A conversão da reação controlada no reator em um armamento foi realizada nos laboratórios secretos de Los Alamos (Novo México - EUA), sob o comando de J. Robert Oppenheimer. Em 16 de julho de 1945 foi realizado o primeiro teste com uma bomba atômica no deserto de Alamogordo.

Em função da enorme demonstração de potencial destrutivo, Leo Szilard enviou ao presidente dos EUA uma petição assinada por inúmeros cientistas exigindo o controle internacional das armas atômicas. Segundo Szilard (Strathern, 1998, p. 72):

O maior perigo imediato é a probabilidade de que nossa demonstração de bombas atômicas precipite uma corrida na produção desses artefatos entre os Estados Unidos e a Rússia.

Em 1945, as explosões de duas bombas atômicas levaram à rendição do Japão e ao final da Segunda Guerra Mundial. Em 6 de agosto, cerca de 80 mil pessoas morreram na explosão de uma bomba de urânio em Hiroxima. Três dias depois, outras 40 mil foram vítimas fatais de uma bomba de plutônio em Nagasaki. Esses números indicam as vítimas diretas das explosões, não contabilizando as que vieram a falecer dos males decorrentes da radiação.

A necessidade do uso da bomba é questionada até os dias de hoje. Antes do primeiro teste nuclear, a Alemanha já havia se rendido e a derrota do Japão, apenas com o uso de armamentos convencionais, já era prevista. Entretanto, para os EUA, a bomba representou muito mais do que a vitória na guerra: foi uma demonstração de poder. Segundo o historiador Paulo G.F. Vizentini (2000, p. 199),

As bombas atômicas lançadas sobre um Japão à beira da rendição eram militarmente desnecessárias. Foram, na verdade, uma demonstração de força diante dos soviéticos e dos movimentos de libertação nacional que amadureciam na China, Coréia e países do Sudoeste Asiático.

A Guerra Fria

Como consequência da ordem mundial estabelecida no pós-guerra, teve início a Guerra Fria (1947-1989), na qual os EUA e a URSS passaram a disputar a supremacia mundial. Nessa competição, o desenvolvimento tecnológico foi usado como demonstração de prestígio e poder, e tiveram início duas corridas: armamentista e espacial.

Diante da repercussão da bomba atômica, em 1949 os soviéticos exploraram seu primeiro armamento nuclear. O seu programa nuclear, que havia sido interrompido durante os ataques nazistas, foi retomado quando Josef Stalin tomou ciência dos possíveis avanços tecnológicos da Alemanha e dos Estados Unidos.

A capacidade dos soviéticos terem desenvolvido a bomba a partir de seus próprios recursos foi posta em cheque com a prisão de Klaus Fuchs, cientista alemão que participou do Projeto Manhattan e que confessou ter passado informações do programa atômico norte-americano aos russos.

Nos EUA, em plena época do macarismo (a “caça às bruxas comunistas”), o casal Julius e Ethel Rosenberg, intermediários na transmissão das informações fornecidas por Fuchs, foi condenado à morte. Como os soviéticos já possuíam a bomba atômica, os EUA investiram na criação da bomba de hidrogênio (1952), sendo novamente alcançados pela URSS no ano seguinte. Por sua

Diante da possibilidade dos alemães desenvolverem a bomba atômica, os americanos criaram o Projeto Manhattan. Com custo estimado em dois bilhões de dólares, esse projeto representou a maior concentração de cientistas já reunida para trabalhar em um só tema

vez, na corrida espacial os soviéticos largaram na frente e surpreenderam seus adversários com o lançamento do Sputnik (primeiro satélite artificial – 1957) e a célebre frase “a Terra é azul”, de Yuri Gagarin (primeiro homem em órbita terrestre – 1961). Os Estados Unidos só conseguiram superar a União Soviética em 1969, com a chegada à Lua dos astronautas da Apollo XI.

Com o tempo, outros países dominaram a tecnologia e realizaram seus testes nucleares: Inglaterra (1952), França (1960) e China (1964). À medida que se ampliavam os arsenais nucleares, aumentava o risco de extinção da humanidade em uma guerra nuclear. Esse temor desencadeou a oposição da opinião pública. Campanhas pelo desarmamento e pelo fim dos testes nucleares foram lançadas em todas as partes do mundo.

Em meio a incontáveis conferências, diversos tratados antinucleares foram assinados e, muitas vezes, desrespeitados. Somente com o final da Guerra Fria e a desestruturação da União Soviética (1989), o receio do holocausto nuclear foi temporariamente amenizado.

As usinas e os acidentes nucleares

Na década de 50, o aproveitamento racional da energia nuclear possibilitou a criação das usinas nucleares. Segundo Goldemberg (1998, p. 100),

o uso da potência nuclear para a produção de eletricidade foi um subproduto do desenvolvimento dos reatores nucleares com fins militares durante e após a Segunda Guerra Mundial.

As usinas nucleares surgiram como uma fonte poderosa para atender à demanda de energia; não requeriam características geográficas específicas ou áreas extensas (como as hidrelétricas) e não utilizavam combustíveis fósseis ou poluíam a atmosfera (como as termelétricas). Mas havia os altos custos de construção e manutenção, os riscos de acidentes e os perigosos rejeitos radioativos. Na década de 80, o medo de um holocausto nuclear foi desviado das bom-

bas para acidentes nas centenas de usinas espalhadas pelo mundo.

Dois acidentes foram decisivos para o questionamento da segurança nessas usinas. O primeiro ocorreu em Three-Mile Island (EUA), em 1979, onde uma falha no sistema de refrigeração acarretou a liberação de uma quantidade de radioatividade. A rápida evacuação da população ao redor da usina evitou a ocorrência de vítimas fatais.

Em 1986, em Chernobyl (Ucrânia – URSS), o descontrole da reação provocou um incêndio no núcleo do reator e conseqüente liberação de grande quantidade de material

radioativo na atmosfera. Faltando um edifício protetor, a nuvem radioativa espalhou-se pela Europa e contaminou plantações, animais e seres humanos. Os países ocidentais só tomaram ciência do acidente quando a radiação liberada acionou os alarmes de uma usina nuclear sueca, situada a 2 mil km de distância. Com o intuito de poupar seu prestígio tecnológico, o governo soviético só admitiu o acidente 48 horas após o ocorrido, fato que acabou por retardar a ajuda internacional. Devido ao lançamento de isótopos radioativos de iodo na atmosfera, na década de 1990 verificou-se um aumento substancial na incidência de câncer de tireóide em crianças nas regiões próximas ao local do acidente, na Ucrânia e em Belarus (Stone, 2001).

Em função de mobilizações populares, muitos países começaram a desativar seus programas nucleares. Nos EUA, depois de Three-Mile Island, 21 dos 125 reatores foram desligados. Na Europa, após Chernobyl, apenas três reatores foram inaugurados.

Mesmo com todos esses esforços, chegou-se ao final do século XX com 130 mil toneladas de lixo nuclear. Devido à contínua emissão de radiação, esse material deve ser isolado até que a radiação atinja níveis tole-

ráveis, o que pode levar alguns milênios. Desta forma, os atuais locais de armazenamento (minas, montanhas e subterrâneos) demonstram-se inseguros devido às incertezas quanto às condições geológicas no longo prazo (Helene, 1996).

No Brasil, a energia nuclear também foi alvo de investimentos, que culminaram com a implantação de um complexo nuclear em Angra dos Reis (RJ), durante o regime militar. Após 23 anos de obras e um custo cinco vezes maior que o previsto, as duas primeiras unidades (Angra I e II, pois Angra III ainda está em construção) geram

2% da energia elétrica nacional.

Em 1987, o Brasil entrou para a lista dos acidentes radioativos. Em Goiânia, dois catadores de lixo encontraram uma cápsula contendo césio-137 abandonada em um hospital desativado e venderam-na para um ferrolheiro. O rompimento da blindagem protetora acarretou a liberação do material radioativo. Por desconhecimento da população, a livre manipulação contaminou várias dezenas de pessoas, das quais quatro faleceram nos dias seguintes. Nos anos subseqüentes, várias outras vítimas faleceram como resultado da exposição à radiação do césio.

Considerações finais

As aplicações das reações nucleares afetaram profundamente a sociedade nas décadas finais do século XX. Ao analisar as contribuições das ciências para a sociedade, Hobsbawm (1995, p. 504) afirmou que

nenhum período da história foi mais penetrado pelas ciências naturais nem mais dependente delas do que o século XX. Contudo, nenhum período, desde a retratação de Galileu, se sentiu menos à vontade com elas.

No início do século XXI, a energia

As usinas nucleares surgiram, na década de 50, como uma fonte poderosa para atender à demanda de energia; não requeriam características geográficas específicas ou áreas extensas (como as hidrelétricas) e não utilizavam combustíveis fósseis ou poluíam a atmosfera (como as termelétricas)

nuclear ainda se faz presente. As usinas respondem por 16% da energia elétrica mundial e as bombas, agora englobadas nas armas de destruição em massa, estão nas concepções bélicas de países como Israel, Índia, Paquistão e Coréia do Norte. Entretanto, é importante destacar as aplicações pacíficas da radiação, tais como: diagnóstico de doenças, esterilização de equipamentos, preservação de alimentos, datação de fósseis e artefatos históricos e uso de traçadores radioativos.

Todavia, com a diminuição dos riscos nucleares, esse tema passou a

ocupar um espaço cada vez menor na mídia e, conseqüentemente, nas discussões cotidianas. O foco ético das discussões científicas foi transferido para a genética e temas como clonagem, DNA e alimentos transgênicos foram incorporados ao nosso dia-a-dia. Um exemplo está no personagem Homem-Aranha (criado por Stan Lee e Steve Ditko) que ao ser concebido, em plena Guerra Fria (1962), obteve seus poderes ao ser picado por uma aranha radioativa. Em 2000, foi proposto um novo começo, mais adequado aos jovens do século XXI: os poderes do herói vieram de

uma aranha geneticamente modificada.

Fábio Merçon (mercon@uerj.br), licenciado em Química e engenheiro químico pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ), doutor em Ciências (Engenharia Química) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), é docente do Departamento de Ciências da Natureza do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira da UERJ e do Departamento de Tecnologia dos Processos Bioquímicos do Instituto de Química da UERJ (IQ-UERJ). **Samantha Viz Quadrat** (squadrat@zipmail.com.br), historiadora pela Universidade Federal Fluminense (UFF), mestre em História pela UFRJ e doutoranda (bolsista do CNPq) no Programa de Pós-Graduação em História da UFF, é coordenadora do Núcleo de Estudos Contemporâneos da UFF.

Referências bibliográficas

CHASSOT, A.I. Raios X e radioatividade. *Química Nova na Escola*, n. 2, p. 19-22, 1995.

GOLDEMBERG, J. *Energia, meio ambiente & desenvolvimento*. Trad. A. Koch. São Paulo: Editora da USP, 1998.

HELENE, M.E.M. *A radioatividade e o lixo nuclear*. São Paulo: Scipione, 1996.

HOBSBAWM, E.J. *Era dos extremos O breve século XX: 1914 - 1991*. 2ª ed. Trad. M. Santarrita. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

KLOTZ, I.M. Captives of their fantasies: the german atomic bomb scientists. *J. Chem. Educ.*, v. 74, p. 204-209, 1997.

RÉMOND, R. *O século XX. De 1914 aos nossos dias*. Trad. O.M. Cajado. São Paulo: Cultrix, 1974.

STONE, R. Living in the shadow of Chernobyl. *Science*, v. 292, p. 420-426, 2001.

STRATHERN, P. *Oppenheimer e a bomba atômica*. Trad. M.H. Geordane. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1998.

VIZENTINI, P.G.F. A Guerra Fria. Em: REIS FILHO, D.A. (Org.). *O Século XX*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2000.

Para saber mais

HERSEY, J. *Hiroshima*. Trad. H. Feist. São Paulo: Companhia das Letras, 2002. Esta obra relata a trajetória de seis sobreviventes ao ataque nuclear norte-americano, desde o dia do bombardeio até 40 anos mais tarde.

Peça teatral

Copenhagen, peça teatral de Michael

Frayn, no Brasil apresentada pelo grupo Amaná-Key, Desenvolvimento & Educação. Na peça, que pode ser considerada como quase uma aula de História e Filosofia das Ciências, três personagens (Niels Bohr, sua mulher Margarethe Bohr e Werner Heisenberg) se encontram em Copenhagen, às vésperas do lançamento das bombas atômicas pelos Estados Unidos, e discutem as possibilidades da Alemanha também produzir esse armamento.

Na Internet

Associação Brasileira de Energia Nuclear (ABEN), <http://www.aben.com.br>.

Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), <http://www.cnen.gov.br>.

Abstract: *Radioactivity and the Present-Time History* - With the end of World War Two, some historians dedicated themselves to the effort of explaining what had occurred with mankind in the years of the conflict. Hence, what is known as Present-Time History arose, a new historiographic current devoted to the analysis of recent facts. In this sense, this text - that brings forward the point of view of the authors - is inserted in this current, treating a polemic question: the usage of the energy from nuclear reactions starting from the second half of the 20th century, when themes such as the use of atomic arms or the construction of nuclear power plants were widely debated by the public. This was a time in which the technological advancements started to be reflected in other fields, such as the political, the social, the ecological and the economical.

Keywords: radioactivity, nuclear energy, 20th century

Nota

Assessores QNesc - 2003

Gostaríamos de agradecer aos assessores que colaboraram, ao longo de 2003, emitindo pareceres sobre os artigos submetidos para publicação em *Química Nova na Escola*:

Adhemar C. Rúvolo Filho – DQ/UFSCar
Aécio P. Chagas – IQ/Unicamp
Agustina Echeverría – IQ/UFG
Alice R.C. Lopes – FE/UERJ e UFRJ
Attico I. Chassot – Unisinos
Bernardo J. de Oliveira – UFMG
Carlos A.L. Filgueiras – IQ/UFRJ
Carlos A. Montanari – UFMG
Carol H. Collins – IQ/Unicamp
Cecília Lalue – IQ/UNESP
Eduardo B. Azevedo – UERJ
Eduardo F. Mortimer – FE/UFMG

Eduardo Peixoto – IQ/USP
Elizabeth Macedo – FE/UERJ
Fátima K.D. de Lacerda – IQ/UERJ
Francisco C. Biaggio – Faenquíl
Hélio A. Duarte – UFMG
Henrique E. Toma – IQ/USP
Irene de Mello – UFMT
Joana Mara T. Santos – IQ/UERJ
João B. Fernandes – DQ/UFSCar
José Cláudio Del Pino – IQ/UFRGS
Julio C. F. Lisboa – Gepeq/USP
Lenir B. Zanoni – Unijuí
Ligia M. M. Valente – IQ/UFRJ
Luiz Henrique Ferreira – DQ/UFSCar
Marcelo Giordan – FE/USP
Marcia S. Ferreira – FE/UFRJ
Marco-Aurelio De Paoli – IQ/Unicamp
Marco Antonio Moreira – IF/UFRGS

Maria Emília C. Lima – UFMG
Maria Inês P. Rosa – FE/Unicamp
Murilo C. Leal – FUNREI
Orlando Aguiar Jr. – FE/UFMG
Otávio A. Maldaner – Unijuí
Pedro C. Pinto Neto – Unicamp
Per Christian Braathen – DQ/UFV
Quézia B. Cass – DQ/UFSCar
Reinaldo C. Silva – Cefet-SC
Renato José de Oliveira – FE/UFRJ
Ricardo Ferreira – UFPE
Roberta Ziolli – PUC/RJ
Roberto R. da Silva – IQ/UnB
Rochel M. Lago – UFMG
Romeu C. Rocha Filho – DQ/UFSCar
Roseli P. Schnetzler – FE/Unimep
Wildson L. P. dos Santos – IQ/UnB