



# CURIOSIDADES DA FÍSICA

José Maria Filardo Bassalo  
[www.bassalo.com.br](http://www.bassalo.com.br)



## Von Ardenne, a Possível Bomba Atômica Alemã e a Bomba de Plutônio Norte-Americana.

Em verbete desta série, vimos que por ocasião da *Segunda Guerra Mundial* - SGM (1939-1945) foram desenvolvidos três Projetos Atômicos: Americano, Alemão e Soviético. O *Projeto Atômico Americano*, conhecido como *Projeto Manhattan* (PM), sob a liderança científica do físico norte-americano Julius Robert Oppenheimer (1904-1967) e a liderança militar do brigadeiro-general norte-americano Leslie Groves (1896-1970), fabricou três bombas atômicas (BA). A primeira delas, de plutônio (Pu) e denominada de *Trinity*, com a capacidade de 15.000 a 20.000 toneladas (15-20 kilotons) de trinitrotolueno (TNT), foi detonada no dia 16 de julho de 1945, na região deserta de Alamogordo (“Jornada del Muerto”), no Novo México. A segunda, com dez quilos de urânio (U-235), enriquecido a 93%, cognominada de *Little Boy*, pesando 66 quilos e com a capacidade de 13 kilotons de TNT, foi lançada no dia 06 de agosto de 1945 sobre a cidade de Hiroshima, produzindo cerca de 66.000 mortos (para alguns historiadores ou 140.000 para outros), 69.000 feridos e 62.000 prédios derrubados. A terceira, de Pu-239, denominada de *Fat Man*, foi detonada no dia 09 de agosto de 1945 sobre a cidade japonesa de Nagasaki (a primeira escolha havia sido a cidade de Kokura, porém, suas más condições atmosféricas naquele dia salvaram-na da destruição), pesando cerca de 4,5 toneladas e com a capacidade de 22 kilotons, provocando cerca de 39.000 mortos e 40.000 feridos. Destaque-se que, por ocasião do lançamento dessas duas bombas, o Presidente dos Estados Unidos era Harry S. Truman (1884-1972), pois o Presidente Franklin Delano Roosevelt (n.1882) morrera em 12 de abril de 1945. Note que ambas foram lançadas (sem aviso prévio, contrário às regras de guerra então vigentes) de paraquedas de um bombardeiro B-29 e explodiram a ~ 500 metros de altura para aumentar o número de danos.

Se os Estados Unidos não testaram nenhuma BA de U, qual a razão de testarem uma BA de Pu? Uma possível resposta a essa pergunta foi dada pelo físico brasileiro Alfredo Marques (n.1930) em seu excelente livro intitulado *Energia Nuclear e Adjacências* (EdUERJ, 2009). Antes de entendermos essa resposta, são necessárias algumas informações preliminares sobre energia nuclear, já tratadas em alguns verbetes desta série. Em 1934, o físico ítalo-norte-americano Enrico Fermi (1901-1954; PNF, 1938) e seu grupo da *Universidade de Roma* passaram a realizar experiências sobre a *radioatividade induzida* bombardeando, com nêutrons, alguns elementos químicos em ordem crescente do número atômico. Desse modo, os cientistas italianos do famoso *Grupo de Roma* ao bombardear o isótopo urânio-238 ( ${}_{92}\text{U}^{238}$ ), o elemento químico mais pesado até então conhecido, acreditaram que poderiam obter o elemento seguinte da Tabela Periódica, o elemento “urânio X” ( ${}_{93}\text{X}^{239}$ ), uma vez que o nêutron utilizado seria transformado em próton, elétron (conhecido como partícula beta -  $\beta^-$ ) e seu neutrino (hoje, antineutrino) associado (segundo o modelo da força fraca, proposto por Fermi, também de 1934, que explicava a *decaimento beta*) e, portanto, aumentaria de uma unidade o Z (número de prótons) do urânio considerado. Contudo, na experiência que realizaram em maio de 1934, o resultado que conseguiram foi muito confuso, pois, além de observarem a desintegração e a correspondente meia-vida do urânio, obtiveram uma mistura de outras meias-vidas. Destaque-se que, ainda em 1934, a química alemã Eva Tacke Noddack (1896-1979) indicou a possibilidade de interpretar os resultados obtidos por Fermi e seus assistentes, como uma *fissão nuclear*. Contudo, ela nunca se preocupou em realizar uma experiência para fundamentar essa conjectura. É oportuno registrar que o primeiro elemento transurânico radioativo – o *neptúnio* ( ${}_{93}\text{Np}$ ) – foi obtido pelos norte-americanos, o físico Edwin Mattison McMillan (1907-1991; PNQ, 1951) e o químico Philip Hauge Abelson (1913-2004), em 1940, com a vida média de 2,3 dias, usando a mesma ideia que Fermi e seu Grupo utilizaram em 1934. Em dezembro de 1940, McMillan, e os norte-americanos, o químico Glenn Theodore Seaborg (1912-1999; PNQ, 1951) e os físicos Joseph William Kennedy (1916-1957) e Arthur Charles Wahl (1917-2006) produziram o segundo elemento transurânico radioativo – o *plutônio* ( ${}_{94}\text{Pu}^{238}$ ). Note que, em virtude do recrudescimento da SGM essa descoberta só foi por eles anunciada em 1946 (*Physical Review* 69, p. 366). Registre que a produção do  ${}_{93}\text{Np}^{238}$  acompanhado de dois nêutrons ( ${}_{0}\text{n}^1$ ) decorreu da colisão de um dêuteron ( $\text{D} = {}_1\text{H}^2$ )

com o  ${}_{92}\text{U}^{238}$ ; por sua vez, a produção do  ${}_{94}\text{Pu}^{238}$  resultou do decaimento beta do  ${}_{93}\text{Np}^{238}$ . Observe que o U-238 pode capturar um nêutron transformando-se no Np-239 e este, por decaimento beta, produz o Pu-239.

Por sua vez, o *Projeto Atômico Alemão* decorreu de duas reuniões: a primeira convocada pelo *Ministério da Educação* em abril de 1939, convocada pelo físico alemão Paul Karl Maria Harteck (1902-1985), e a segunda em 16 de setembro de 1939 (já em plena SGM, pois ela foi iniciada em 01 de setembro de 1939), convocada pelo *Departamento de Armamentos e Munições do Exército*, convocações essas solicitadas pelo *Instituto Kaiser Wilhelm (KWI)*, dirigido pelo físico e químico holandês Petrus Joseph Wilhelm Debye (1884-1966; PNQ, 1936). A primeira delas reuniu apenas físicos experimentais, como os alemães Erich Rudolph Bagge (1912-1996), Kurt Diebner (1905-1964), Siegfried Flügge (1912-1997), Hans (Johannes) Wilhelm Geiger (1882-1945), G. Hoffman e J. Mattauch; a segunda contou com os físicos teóricos, os alemães Werner Karl Heisenberg (1901-1976; PNF, 1932) e o Barão Carl Friedrich Weizsäcker (1912-2007). Em 09 de junho de 1939, Flügge publicou um artigo na *Naturwissenschaften* 27, p. 492, no qual calculou que um metro cúbico de óxido de urânio (UO) continha energia suficiente para erguer 1.000 m<sup>3</sup> de água a 27 km de altura. Em consequência desse cálculo, formulou a seguinte pergunta: - *Poderá a energia nuclear ser utilizada em tecnologia?*. Em decorrência dessas reuniões, surgiu o *Uraveirein*, uma espécie de clube atômico, para desenvolver projetos nucleares, envolvendo cerca de 300 pessoas entre cientistas, técnicos e administradores. Apenas para registro, é oportuno destacar que o PM envolveu cerca de 150.000 pessoas!

Paralelamente ao grupo atômico *Uraveirein*, um outro projeto atômico misterioso foi desenvolvido pelo *Departamento de Correios*, dirigido pelo político alemão Karl Wilhelm Ohnesorge (1872-1962). Este, ao conhecer a pergunta que fizera Flügge, divulgada por um jornal alemão, foi conversar com o talentoso inventor alemão Manfred von Ardenne (1907-1997), célebre por suas invenções e, principalmente, por haver transmitido, por televisão, as Olimpíadas de Berlim de 1936. Desse modo, em suas empresas, von Ardenne desenvolveu vários projetos, dentre os quais o seu próprio microscópio eletrônico, em 1938; o enriquecimento do U-235 por ultracentrifugação e separação magnética de isótopos; bem como engenhosos fusíveis infravermelhos. A proposta de uma possível bomba atômica alemã tomou corpo com a incorporação do físico austriaco Fritz George Houtermans (1903-1966) ao lado de von Ardenne e Ohnesorge, no projeto misterioso do *Departamento de Correios*. Foi provavelmente dele a ideia de usar o Pu-239 como elemento físsel, substituindo o U-235, com a vantagem de não ser necessário enriquecer esse isótopo do U.

Como as empresas de von Ardenne foram duramente bombardeadas pela Força Aérea Americana, não há muitas informações sobre seus projetos, pois supostamente foram destruídos pelos bombardeios. Contudo, segundo nos conta Alfredo Marques (op. cit.), logo depois do atentado contra a vida do primeiro ministro alemão Adolf Hitler (1889-1945), em 20 de julho de 1944, os projetos nucleares oficiais foram retirados do *Departamento de Armamentos e Munições do Exército* e entregue ao *Ministério da Aeronáutica*, sob o comando do militar alemão Hermann Goering (1893-1946), que desenvolvia novos tipos de avião (turbinas a jato), submarinos e os famosos mísseis balísticos V<sub>1</sub> e V<sub>2</sub>, desenvolvidos pelo engenheiro e físico alemão Wernher von Braun (1912-1977), especialista em foguetes movidos a combustíveis líquidos, testados na vila Peenemünde, no nordeste da Alemanha, no mar Báltico. Com essa mudança, mudou também o discurso de Hitler, no qual falava que a Alemanha estava desenvolvendo a *Wunderwaffe* (“arma maravilhosa”). Ainda segundo Marques (op. cit.), há testemunhos de que a Alemanha teria explodido, em 1944, um engenho nuclear na ilha Rügen, próximo de Peenemünde. Em 08 de maio de 1945, a Alemanha e a Itália renderam-se aos aliados e, logo em 12 de maio, assinaram o armistício, ocasião em que o submarino alemão U234, supostamente levando todos os planos daquele artefato nuclear, se dirigia ao Japão. Porém, em consequência da assinatura do armistício, o U234 foi entregue aos Estados Unidos, no dia seguinte, 13 de maio. Também se presume que, naqueles planos, estavam os fusíveis infravermelhos de von Ardenne e, de posse eles, foi possível ao PM fazer o teste da BA de Pu, em Alamogordo.

Na conclusão deste verbete, é oportuno fazer um comentário do Projeto Atômico Soviético. Em 1939, o físico francês Frédéric Joliot-Curie (1900-1958; PNQ, 1935) realizava experiências sobre fusão nuclear usando a água pesada (D<sub>2</sub>O). Ao tomar conhecimento dessas experiências, os físicos soviéticos Yakov Borisovich Zel'dovich (1914-1987) e Yulli Borishovich Khariton (1904-1996) publicaram um artigo em 1939 (*Zhurnal Eksperimentalnoi i Teoreticheskoi Fiziki* 12, p. 1425), no qual consideraram a possibilidade de uma reação em cadeia bombardeando o U-238 com nêutrons rápidos. No ano seguinte, em 1940 (*Zhurnal Eksperimentalnoi i Teoreticheskoi Fiziki* 1, p. 29), Zel'dovich e Khariton consideraram hipótese de realizar aquela mesma reação, porém usando nêutrons lentos moderados por grafita [material rico de hidrogênio (H)], uma vez que a Alemanha não dispunha de água pesada. Em vista

desses trabalhos, esses cientistas, associados a outros cientistas soviéticos [dentre eles os físicos Georgii Nikolaevich Flerov (1913-1990) e Konstantin A. Petrzhak (1907-1998) que haviam descoberto a *fissão espontânea* do U-238, também em 1940 (*Zhurnal Eksperimentalnoi i Teoreticheskoi Fiziki* 9-10, p. 1013)] submeteram, ainda em 1940, à *Academia de Ciências da União Soviética* um projeto para realizar uma reação em cadeia auto-sustentável usando U-238 e D<sub>2</sub>O. Em 1941, Flerov escreveu ao primeiro ministro soviético Joseph Stalin (1879-1953) alertando que as revistas científicas ocidentais não mais publicavam artigos sobre fissão nuclear. Preocupado com a invasão alemã de seu território, que acabara de ocorrer, Stalin não deu prioridade àquele projeto. No que a União Soviética só entrou no Clube Atômico depois do término da SGM, conforme vimos em verbetes desta série. Para maiores detalhes sobre o início da era nuclear ver, além do referido livro do professor Alfredo Marques, os seguintes textos: Rudolf Ernst Peierls, *Atomic Histories* (American Institute of Physics, 1997); Thomas Powers, *Heisenberg's War: The Secret History of German Bomb* (Da Capo Press, 2000); John Cornwell, *Os Cientistas de Hitler: Ciência, Guerra e o Pacto com o Demônio* (Imago, 2003).

---



[ANTERIOR](#)

[SEGUINTE](#)