



Tags

QUÍMICA FÍSICA, HISTÓRIA

cienciahoje.org.br/artigo/oppenheimer-para-sentir-e-entender/

Paula Macedo Lessa dos Santos

Instituto de Química - UFRJ

OPPENHEIMER, PARA SENTIR E ENTENDER



O tema sobre energia atômica oferece uma grande oportunidade para analisar as questões éticas e políticas nas quais a ciência está envolvida. O mito de Prometeu, o deus grego que passou grandes conhecimentos à humanidade, inclusive o domínio do fogo, contrariando Zeus, o senhor do Olimpo, é uma alegoria associada à figura do físico estadunidense Julius Robert Oppenheimer, por ser ele o diretor científico do projeto "Manhattan", no qual foram desenvolvidas bombas atômicas de fissão nuclear para fins militares. Porém, o projeto teve a participação de vários cientistas, técnicos, militares e políticos.

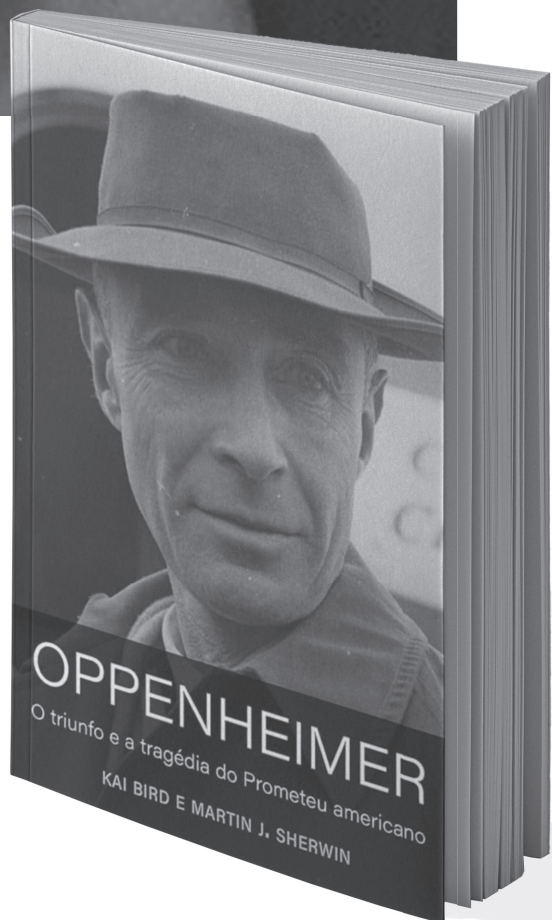
A motivação inicial para a produção das bombas atômicas era a ameaça nazista de fazê-las primeiro. Instalou-se, então, uma verdadeira corrida armamentista para produzi-las antes da Alemanha.



A seção "Na tela/Na estante" da CH 402, com o texto "Oppenheimer, para sentir e entender", apresenta o filme *Oppenheimer* e o livro *Oppenheimer – o triunfo e a tragédia do prometeu Americano* como obras complementares para entendermos todo o processo histórico, científico e político que envolveu o desenvolvimento das bombas nucleares jogadas sobre as cidades japonesas de Hiroshima e Nagasaki em 1945, com o pretexto de pôr fim à Segunda Guerra Mundial.

A marcha atômica que o texto se refere enfatiza os experimentos de Otto Hahn e Fritz Strassman, nos quais o núcleo do elemento químico urânio foi fissionado, partido, pelo bombardeamento de nêutrons, dando origem ao elemento bário. A reação de fissão do núcleo do isótopo de urânio U235 é um tema recorrente em conteúdos para o ensino médio e deve ser associado à crítica quanto ao uso de materiais com potencial tóxico, radioativo e nocivo ao meio ambiente e às pessoas. É um exemplo da interação matéria-energia e envolve conceitos de química e física quântica.

No artigo "Hiroshima e Nagasaki: razões para experimentar a nova arma" (Mourão, 2005), o bombardeamento das cidades japonesas é apontado mais como uma demonstração de força dos Estados Unidos e da Europa, dando início à Guerra Fria, do que um ataque necessário para encerrar uma guerra já finalizada.





POSSIBILIDADES DE ABORDAGEM

Compreender a relação entre matéria e energia por meio das reações nucleares;

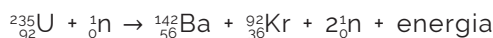
Discutir o potencial do uso da energia nuclear, seus limites e riscos.

PROPOSTA DE ATIVIDADE

O tema radioatividade pode ser bem explorado no ensino médio com o auxílio de um experimento computacional no qual os estudantes poderão construir núcleos atômicos e observar os decaimentos de partículas mais comuns a cada elemento ou isótopo. Para tanto, o professor pode lançar mão da simulação computacional "Monte um núcleo", da Simulação Phet Colorado. Como requisitos prévios, os estudantes deverão aprender sobre as emissões de partículas alfa, beta e gama, assim como a revisão permanente do conceito de unidade de massa atômica (u), número de massa, número atômico, isótopos, prótons, nêutrons e elétrons.

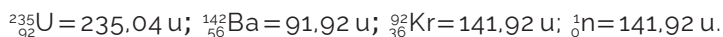
A exposição sobre o desenvolvimento da física quântica nos séculos 19 e 20 deve ser apresentada com um recorte histórico no evento mais importante do século 20, fruto do conhecimento acerca das reações nucleares: o bombardeamento em 1945 sobre as cidades de Hiroshima e Nagasaki ao final da Segunda Guerra Mundial. Todo esse arcabouço conceitual será necessário para responder a uma pergunta norteadora: como as bombas detonadas sobre as cidades japonesas causaram tanta destruição? A pergunta pode ter uma primeira resposta simplista, pois toda bomba tem potencial destruidor. Mas o "como" reporta ao tipo de reação nuclear envolvida em questão: a fissão de núcleos atômicos e sua relação com a produção de energia. Para responder a essa pergunta, o professor pode demonstrar, de forma comentada, o cálculo da energia produzida na reação de fissão nuclear da bomba de Hiroshima para um único átomo de U_{235} .

No caso da bomba de Hiroshima, chamada de *Little boy*, foi utilizado como material físsil o isótopo de urânio 235. A fissão artificial do isótopo U_{235} acontece quando ele é bombardeado por nêutrons e seu núcleo atômico é fissionado (partido). Como produtos da reação formam-se o bário 142, o criptônio 92, nêutrons e uma grande quantidade de energia. Os nêutrons produzidos vão bombardear outros núcleos de U_{235} numa reação em cadeia na qual mais e mais energia é liberada. A reação nuclear apresentada abaixo ilustra a fissão do urânio:



Portanto, na reação, ocorre a transmutação de um elemento químico em outros elementos por alteração no número de partículas do núcleo atômico. E, nesse caso, pela fissão nuclear do U_{235} .

Mas há um detalhe a se considerar, que são as massas atômicas das partículas de reagentes e produtos:



Quando somamos as massas dos produtos e, separadamente, as massas dos reagentes, o resultado é diferente! Ou seja, a soma das massas dos produtos é menor, pois há uma perda de massa no processo de fissão nuclear, que, no exemplo, é de $-0,1913 \text{ u}$. A perda de energia acompanha uma perda de massa. Portanto, essa pequena massa se converteu em energia, uma relação apresentada pela famosa equação de Einstein:

$$E = m \cdot c^2$$

Onde: E = energia (J); m = massa (kg); c = velocidade da luz ($3,0 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$). Sabendo-se que: $1 \text{ J} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$

Considerando que $1 \text{ u} = 1,6605 \times 10^{-27} \text{ kg}$, é possível calcular a energia equivalente à massa convertida ($-0,1913 \text{ u}$) em kg: algo em torno de $2,88 \times 10^{-11} \text{ J}$.

Nesta altura, o professor pode convidar a turma a imaginar que $1,0 \text{ g}$ de U_{235} foi consumido nesta reação. Convertendo $235,04 \text{ u}$ em kg e utilizando uma regra de três, pode pedir que a turma conclua os cálculos em forma de desafio, cujo resultado é em torno de $7,3 \times 10^{10} \text{ J}$ ou 73 GJ .

Retomando a questão norteadora, o resultado mostra o poder destruidor da bomba de Hiroshima. A energia liberada tem um conjunto de efeitos, tais como calor, pulso eletromagnético, luz, raios-X e gama. O resultado matemático aliado à discussão acerca do potencial destruidor da bomba atômica deve ser encaminhado para a reflexão a respeito da responsabilidade sobre o uso das tecnologias.

Como atividade avaliativa sugerimos uma pesquisa sobre os usos pacíficos de isótopos radioativos em nosso cotidiano e as tensões sobre as quais o cenário mundial hoje vive em relação às guerras entre países. ■

RECURSOS UTILIZADOS

▶ Sala equipada com computadores e acesso à internet (Simulação "Monte um núcleo", Phet Colorado) para os estudantes;

▶ Quadro branco e slides para o professor apresentar conteúdos e discutir a atividade.



EXPLORE +

Hiroshima e Nagasaki: razões para experimentar a nova arma.

Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ss/a/n4LdNcVgMn79gxyNdkB8HZN/>

Acesso em out 2023.



Prometeu, o inventor da humanidade.

Disponível em: <https://super.abril.com.br/historia/prometeu-o-inventor-da-humanidade>

Acesso em out 2023.



Monte um núcleo.

Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/build-a-nucleus

Acesso em out 2023.

Princípios de Química - Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente.

Alegre: Bookman, 2001.