

Relato de Experiência Didática em HFSC

Pesquisa em HFSC

## **A centralização da Figura de Hans Bethe na Descoberta da Fonte de Energia do Sol: algumas reflexões**

*Vinicius Henrique Souza* – Universidade Federal de Lavras –  
vinicius.souza11@estudante.ufla.br

*Alexandre Bagdonas* – Universidade Federal de Lavras – alexandre.bagdonas@ufla.br

**Palavras-chave:** Natureza da Ciência, História da Ciência, Energia do Sol.

### **1. INTRODUÇÃO**

Como indica Martins (2015, p. 704), “Não é de hoje que a comunidade de educadores em ciência reconhece a importância do saber sobre a ciência para o ensino de ciências”. Nesse sentido, o termo “Natureza da Ciência” é utilizado por e entre educadores e pesquisadores da área da ensino de ciências para se referir ao conjunto de saberes sobre a ciência, com a finalidade de descrevê-la e identificar os elementos que influenciam o seu funcionamento, sua construção e o estabelecimento do conhecimento científico, como: aspectos epistemológicos contidos na prática científica; a influência de valores e crenças dos cientistas; e influências políticas, econômicas e culturais no processo científico; dentre outros. Dessa forma, entende-se a ciência como como um empreendimento humano complexo, que se relaciona com várias áreas do conhecimento e aspectos da sociedade (Rozentalski, 2018).

Apesar da importância do Sol para a vida na Terra ser amplamente reconhecida, as propostas atuais acerca da fonte de sua energia são relativamente recentes, remontando à primeira metade do século XX. Até cerca de 1930, existia um problema fundamental entre a idade “jovem” do Sol e sua imensa produção de energia, que não poderia ser explicada apenas por reações químicas ou tratamentos quânticos. Durante o período em que os astrofísicos tentaram resolver essa questão, eles enfrentaram limitações em sua compreensão da física nuclear, o que dificultava a abordagem do problema. Por outro lado, os físicos nucleares que possuíam o conhecimento necessário, estavam predominantemente envolvidos com os resultados dos novos aceleradores de partículas. Assim, os indivíduos mais interessados em resolver esse enigma eram jovens físicos teóricos, dentre eles: Hans Bethe, George Gamow, Oppenheimer e Edward Teller nos Estados Unidos, Carl Weizsacker na Alemanha e Lev Landau na União Soviética (Hufbauer, 1991).

Nesse contexto, George Gamow, convencido de que apenas a energia nuclear poderia produzir tamanha quantidade de energia, conseguiu articular físicos nucleares, astrônomos e astrofísicos com o propósito de incentivar a pesquisa sobre o funcionamento da energia das estrelas, em especial o Sol. Gamow e coautores publicaram vários artigos

entre 1937 e 1939, desempenhando um papel de "catalisador" no desenvolvimento desse campo de estudos, denominado por Teller como "Jogo de Gamow". Este jogo foi "vencido" por Hans Bethe, que conseguiu descobrir a sequência correta de reações nucleares necessárias para a produção de energia no núcleo do Sol e, futuramente, ganhou o Nobel de Física em 1967 (Bagdonas; Kojevnikov, 2021). O sucesso de Hans Bethe nessa empreitada é divulgado por Gamow em seu livro *Nascimento e Morte do Sol* em forma de uma anedota, em que Hans Bethe se apressa para resolver o problema da sequência correta das reações nucleares enquanto está à espera de seu jantar em um trem de volta para casa, após a conferência de Física Teórica de Washington de 1938. Este trabalho visa discutir sobre alguns impactos da centralização da figura de Hans Bethe nesse processo de “descoberta”, bem como possíveis implicações didáticas de como isso pode influenciar na visão sobre a natureza da ciência e na construção do conhecimento científico.

## 2. PERCURSO METODOLÓGICO

O trabalho em questão consiste em uma análise e discussão da centralização da figura de Hans Bethe na descoberta da cadeia correta de reações nucleares que explicam a fonte da energia do Sol. Dessa forma, será analisada a anedota e alguns de seus possíveis impactos na percepção de como a ciência é construída. A análise será feita através de fontes secundárias, mais especificamente dos textos *Funny Origins of the Big Bang Theory* (Bagdonas; Kojevnikov, 2021), *The Birth and Death of the Sun* (Gamow, 1940) e *Exploring the Sun: Solar Science Since Galileo* (Hufbauer, 1991).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Gamow (1940, p.93) conta a descoberta de Bethe com a seguinte anedota, atribuindo a Bethe o pensamento: "Certamente eu devo ser capaz de resolver isso antes do jantar!" E, tirando um pedaço de papel, começou a cobri-lo com fileiras de fórmulas e números, sem dúvida para grande surpresa de seus companheiros de viagem.”

Então, o narrador de Gamow acrescenta:

Mas Hans Bethe não é o tipo de pessoa que deixaria de fazer uma boa refeição simplesmente por causa de algumas dificuldades com o Sol e, redobrando seus esforços, ele obteve a resposta correta no exato momento em que o atendente do vagão de jantar anunciou o primeiro chamado para o jantar (Gamow, 1940, p. 93).

Mesmo que essa história possa parecer inofensiva em um primeiro olhar, de forma semelhante ao que acontece com a anedota da maçã caindo sobre a cabeça de Newton, acaba por reforçar algumas visões distorcidas da produção do conhecimento científico, como a visão individualista de uma ciência feita por grandes gênios de forma independente e isolada (Gil-Pérez *et al.*, 2001). Dentre os problemas que essa visão pode acarretar, destacamos i) o ofuscamento do caráter social da construção do conhecimento científico, através da diminuição da participação de outros atores que vieram antes ou que participavam do processo de forma conjunta e ii) a concepção de que a ciência seria produzida através de “insights” e que quando as ideias surgem, tudo está resolvido, sem ser necessário o trabalho constante do desenvolvimento de pesquisas (Martins, 2006).

Hans Bethe participou das Conferências de Física Teórica de Washington de 1935 a 1939. Inicialmente desinteressado em astrofísica e sem planos de participar em 1938, foi persuadido por Teller, e mais tarde descreveu o evento como a conferência mais impactante de sua vida. Durante esse encontro, ele se familiarizou com a pesquisa em astrofísica e conheceu Charles Critchfield, aluno de pós-graduação da Universidade

George Washington que trabalhava sob a orientação de Teller. Critchfield estava investigando uma cadeia de reações de bombardeio com prótons como uma abordagem para explicar os processos nucleares no interior do Sol, culminando eventualmente na síntese de núcleos de hélio.

Hans Bethe começou a colaborar com Critchfield no problema e, cerca de seis semanas após a conferência, apresentou colóquios sobre sua solução para a questão da fonte de energia solar, contrastando com o enfoque imediato no término da conferência de 1938 trazido pela anedota. É importante notar também que, em 1938, Weizsacker independentemente de Bethe, descobriu o mesmo ciclo de carbono enquanto estudava a origem dos elementos químicos em uma explosão primordial, em um universo em expansão (Hufbauer, 1991; Bagdonas; Kojevnikov, 2021).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As reflexões apresentadas neste trabalho sobre a centralização da figura de Hans Bethe na descoberta das reações nucleares que explicam a fonte da energia do Sol destacam aspectos importantes na compreensão do processo de construção do conhecimento científico. A anedota que traz a resolução do problema durante uma viagem de trem à espera de um jantar, embora possa servir como motivação, tende a perpetuar visões distorcidas da natureza da ciência, enfatizando o papel do indivíduo genial e isolado e ofuscando a importância do processo social da pesquisa científica. Portanto, é essencial questionar essas narrativas simplificadas, buscando uma compreensão mais abrangente e precisa da construção do conhecimento científico.

#### AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG).

#### REFERÊNCIAS

- BAGDONAS, Alexandre; KOJEVNIKOV, Alexei. Funny Origins of the Big Bang Theory. **Historical Studies in the Natural Science**, v. 51, n. 1, p. 87-137, 2021.
- GAMOW, George. **The Birth and Death of the Sun**. Viking Press, 1940.
- GIL-PEREZ, Daniel Gil et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 7, p. 125-153, 2001.
- HUFBAUER, Karl. **Exploring the sun: solar science since Galileo**. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1991.
- MARTINS, Roberto de Andrade. A maçã de Newton: história, lendas e tolices. P. 167-189, in: SILVA, Cibelle Celestino (ed.). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2006.
- MARTINS, André Ferrer Pinto. Natureza da Ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 703-737, 2015.
- ROZENTALSKI, Evandro Fortes. **Indo além da natureza da ciência: o filosofar sobre a química por meio da ética química**. 2018. 432 f. Tese (Doutorado) – Programa Interunidades em Ensino de Ciências, Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.