



## CONDENSADO DE BOSE-EINSTEIN: FUNDAMENTOS, DESCOBERTAS E APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS

Graziele Stephanie Da Silva Chaves<sup>1</sup>  
Ossamy Lima Okura<sup>2</sup>  
Aristeu Rosendo Pontes Lima<sup>3</sup>

### RESUMO

O condensado de Bose-Einstein (CBE) é um estado quântico da matéria, previsto por Albert Einstein e Satyendra Bose em 1924 e observado experimentalmente 71 anos depois, em 1995. Esse estado ocorre quando átomos bosônicos são resfriados a temperaturas próximas ao zero absoluto, fazendo com que se comportem como uma única entidade quântica. Por meio da técnica de resfriamento com lasers e campos magnéticos, foi possível criar o primeiro CBE utilizando átomos de rubídio. Esse fenômeno permitiu a observação de propriedades como a superfluidez, onde um fluido se move sem resistência, oferecendo novas perspectivas para o estudo da física quântica em sistemas macroscópicos. As aplicações tecnológicas do CBE incluem o desenvolvimento de sensores ultra-sensíveis e o avanço da computação quântica. Para o ensino médio, esse tema faz com que possamos explorar conceitos complexos de forma prática e acessível, mostrando a importância da física quântica para o futuro da ciência e tecnologia.

**Palavras-chave:** Condensado de Bose-Einstein; Descoberta; Superfluidez; Computação Quântica.

---

E. E. M. T. I Dr. Brunilo Jacó, E. E. M. T. I Dr. Brunilo Jacó, Discente, grazenschaves@gmail.com<sup>1</sup>  
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências Exatas e da Natureza, Discente, ossamyokura47@gmail.com<sup>2</sup>  
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências Exatas e da Natureza, Discente, aristeu@unilab.edu.br<sup>3</sup>

## INTRODUÇÃO

O condensado de Bose-Einstein (CBE) é um estado quântico da matéria, previsto por Albert Einstein e Satyendra Bose em 1924, que ocorre quando átomos bosônicos são resfriados a temperaturas extremamente baixas, próximas do zero absoluto. Nessa condição, as partículas perdem suas identidades individuais e se comportam de forma coletiva, formando uma "superpartícula" que ocupa o mesmo estado quântico. Esse fenômeno foi observado experimentalmente apenas em 1995, tornando-se uma descoberta crucial para a física quântica. O CBE é um exemplo de gases quânticos, que estão na fronteira do conhecimento em física da matéria condensada. Esses fenômenos abrangem desde os núcleos das estrelas até tecnologias avançadas, como o LHC, onde supercondutores geram campos magnéticos para manter partículas em órbita a quase 100% da velocidade da luz. Apesar de sua importância científica, esses materiais são pouco conhecidos pelo público, o que torna essencial a divulgação científica para ampliar o entendimento sobre essas descobertas revolucionárias.

## METODOLOGIA

Através de ampla pesquisa bibliográfica, tanto em Língua Portuguesa como em Língua Inglesa, buscamos conhecer o que se sabe sobre condensados de Bose-Einstein (CBEs) e como se pode difundir esse conhecimento. Diante o exposto, analisando a referência [1] temos que o processo para criar um CBE envolve resfriar átomos, como os de rubídio, utilizando um sistema de lasers e campos magnéticos que os desaceleram e diminuem sua energia térmica. À medida que a temperatura dos átomos cai drasticamente, suas propriedades quânticas começam a se sobrepor, e eles entram em um único estado quântico. Em laboratório, essa técnica de resfriamento foi essencial para a primeira observação do CBE. Ademais, a referência [1] permite estudar não somente o CBE, mas também algumas de suas aplicações, como é o caso da superfluidez. Não só isso, mas também alguns conceitos prévios de quântica para entender melhor a condensação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro condensado de Bose-Einstein foi observado em 1995, utilizando átomos de rubídio resfriados a algumas bilionésimas de grau acima do zero absoluto. A criação do CBE permitiu observar a superfluidez, onde o fluido se move sem resistência, demonstrando propriedades quânticas em uma escala visível. Este fenômeno é uma chave para entender a física quântica em sistemas macroscópicos, oferecendo novas perspectivas para pesquisas em áreas como computação quântica e nanotecnologia. O CBE também revela como partículas bosônicas podem ocupar o mesmo estado de energia e funcionar como uma entidade única, além disso, temos também o fenômeno de bosenova.

## CONCLUSÕES

O condensado de Bose-Einstein é um marco na física moderna, pois permite a observação de efeitos quânticos em escalas maiores do que jamais imaginadas. Sua descoberta abre novos horizontes para a ciência e a tecnologia, influenciando o desenvolvimento de inovações como a computação quântica e sensores ultra-sensíveis. Para o ensino médio, essa descoberta ajuda a demonstrar como os princípios da física quântica podem ser estudados de forma prática e acessível, mesmo em fenômenos extremamente complexos.



## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do plano de trabalho de gases quânticos dipolares na superfície de uma esfera, por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (Pibic), da Unilab.

## REFERÊNCIAS

- [1]BAKER, J. 50 ideias de Física Quântica. [s.l.] Planeta, 2023. [2]BÖTTCHER, F. et al. Transient Supersolid Properties in an Array of Dipolar Quantum Droplets. *Physical Review X*, v. 9, n. 1, 22 mar. 2019. [3]TOWNSEND, C.; KETTERLE, W.; STRINGARI, S. Bose-Einstein condensation. *Physics World*, v. 10, n. 3, p. 29-36, mar. 1997.