



## IMPORTÂNCIA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DOS CONDENSADOS DE BOSE-EINSTEIN

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

### RESUMO

A física de sistemas ultrafrios vem se mostrando como uma área de desenvolvimento científico, cuja as descobertas são cada vez mais extraordinárias. Um dos motivos pelo qual essa área tenha sido positiva em relação às suas pesquisas é a sua flexibilidade para o estudo da física quântica dos corpos. Estudos experimentais vêm mostrando novos resultados sobre estados da matéria, a partir da observação com a ajuda da teoria clássica. Com tais estudos, temos o Condensado de Bose-Einstein (CBE). O CBE tem sido estudado por anos desde a sua primeira observação, e a partir disso surgiram novos problemas e consequências. Apesar da sua observação experimental estar datada no ano de 1995, é importante relatar que a formulação teórica destes sistemas é muito anterior à descoberta da superfluidez no  $4\text{He}$ , ou mesmo de uma formulação final da teoria quântica. A primeira formulação destes sistemas apareceu no início da década de 1920, quando o físico indiano S. Bose introduziu uma maneira diferente de contar microestados da que era habitual na mecânica estatística clássica (BOSE, 1924) e Albert Einstein estendeu este trabalho para incluir gases massivos, uniformes e não interagentes, resultando na famosa distribuição de Bose-Einstein.

**Palavras-chave:** gases; gases quânticos; condensação de Bose-Einstein.

---

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, Docente, aristeu@unilab.edu.br<sup>2</sup>



## INTRODUÇÃO

Gases quânticos estão na fronteira do conhecimento científico no que concerne a física da matéria condensada. Fenômenos relacionados cobrem uma ampla gama de disciplinas e podem ser encontrados desde os núcleos das estrelas até aplicações tecnológicas de ponta como o LHC (grande colisor de hádrons, da sigla em inglês), em que supercondutores geram os campos magnéticos responsáveis por manter em órbita partículas viajando a 99,999991% da velocidade da luz.

Entretanto, tais materiais são amplamente desconhecidos do público em geral. Por este motivo, buscamos introduzir o assunto de forma acessível, difundir e produzir meios de difusão desse conhecimento.

## 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.

Em especial, destacamos o conteúdo introdutório de BÖTTCHER et al, bem como de TOWNSEND et al, sendo este último relativo a supersólidos dipolares, criados a partir de CBEs.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através de nossos estudos, chegamos a algumas observações a respeito de condensados de Bose-Einstein. Os CBEs representam um estado extraordinário da matéria previsto por Albert Einstein e Satyendra Nath Bose na década de 1920. Esta forma única de matéria ocorre quando um grupo de bósons, uma das duas categorias de partículas na mecânica quântica, é resfriado a temperaturas próximas do zero absoluto. A importância dos CBEs reside no seu papel fundamental na física e no seu impacto potencial na tecnologia. Esses condensados oferecem um campo fascinante para a exploração científica, permitindo o estudo de fenômenos quânticos em escalas macroscópicas. Ao condensar partículas num estado quântico único, os BECs permitem aos investigadores investigar o comportamento da matéria em escalas microscópicas, oferecendo, assim, informações sobre a natureza da mecânica quântica.

A criação e manipulação dos condensados de Bose-Einstein levaram a avanços em vários campos científicos. Os CBEs servem como uma plataforma excepcional para a compreensão da mecânica quântica, como superfluidez e supercondutividade. Eles forneceram informações valiosas sobre fenômenos quânticos fundamentais, incluindo a dualidade e a coerência onda-partícula, levando a avanços na computação quântica, na informação quântica e na medição de precisão. A capacidade de controlar e observar a matéria a nível quântico através dos BEC tem o potencial de revolucionar as tecnologias, melhorando o poder computacional, permitindo sensores mais precisos e desenvolvendo novos métodos para processamento e armazenamento de informação.

Para se ter uma ideia, foi a partir de CBEs dipolares (aqueles que apresentam interação do tipo dipolo-



dipolo) que se chegou ao estado supersólido, onde o sistema apresenta características de cristal e de superfluido ao mesmo tempo.

## CONCLUSÕES

Em conclusão, a importância científica e tecnológica dos condensados de Bose-Einstein não pode ser ignorada. A sua criação e estudo aprofundaram a nossa compreensão da mecânica quântica e ofereceram uma base para o desenvolvimento de tecnologias revolucionárias. À medida que a investigação neste campo continua, as aplicações práticas dos BECs na computação quântica, sensores e outras tecnologias de ponta se mostram imensamente promissoras para moldar o futuro da ciência e da tecnologia.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do plano de trabalho Importância científica e tecnológica dos condensados de Bose-Einstein no âmbito da pesquisa intitulada Estados ligados de gases de Fermi dipolares, e executada entre 01/10/2022 e 30/09/2023, através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (Pibic), da Unilab.

## REFERÊNCIAS

BÖTTCHER, F. et al. Transient Supersolid Properties in an Array of Dipolar Quantum Droplets. *Physical Review X*, v. 9, n. 1, 22 mar. 2019.

TOWNSEND, C.; KETTERLE, W.; STRINGARI, S. Bose-Einstein condensation. *Physics World*, v. 10, n. 3, p. 29-36, mar. 1997.