

O Prêmio Nobel de Física de 2025

por Júlio C. Fabris

Universidade Federal do Espírito Santo

O britânico John Clarke (Universidade da Califórnia, em Berkeley, EUA), o francês Michel H. Devoret (Universidade de Yale, EUA) e o americano John Martinis (Universidade da Califórnia, em Santa Cruz, EUA) foram os ganhadores do Prêmio Nobel de Física neste ano de 2025. Eles contribuíram decisivamente para a identificação de efeitos quânticos em sistemas mesoscópicos (sistemas não visíveis a olho nú mas muito maiores que os sistemas atômicos). Os resultados obtidos podem ter grande impacto no desenvolvimento principalmente da computação quântica.

Para obter estes resultados, os laureados do Nobel de Física 2025 usaram o modelo de Caldeira-Leggett, formulado pelo físico brasileiro Amir Caldeira (Universidade Estadual de Campinas) e o físico britânico Anthony Leggett (Universidade de Urbana, EUA), ganhador do Prêmio Nobel de Física em 2003. O modelo Caldeira-Leggett descreve efeitos clássicos de dissipação a partir de um sistema quântico. Amir Caldeira é atualmente professor titular na Unicamp e, durante os trabalhos que conduziram a formulação do modelo que leva o seu nome e o de Leggett, ele desenvolvia seu doutorado sob a orientação do próprio Leggett. A contribuição de Amir Caldeira foi explicitamente citada no anúncio do Prêmio Nobel.

O anúncio do Prêmio Nobel de Física de 2025 ocorreu no dia 7 de outubro. No dia 8 de outubro, o IV Encontro Capixaba de Física da Sociedade Brasileira de Física foi aberto na UFES com palestras e debates sobre a mecânica quântica. Participaram desses debates os professores Nelson Pinto Neto (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas), Nelson Studart (Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais), Olival Freire (Universidade Federal da Bahia) e Ulysses Câmara da Silva (Universidade Federal do Espírito Santo). O debate previa inicialmente uma discussão sobre os fundamentos da mecânica quântica, mas a premiação foi também, é claro, abordada.

Abaixo apresento os testemunhos dos debatedores sobre a importância tanto do Prêmio Nobel de Física de 2025 quanto da contribuição de Amir Caldeira.

Ulysses Câmara da Silva:

A Unesco escolheu 2025 para celebrar o “Ano Internacional da Ciência e Tecnologia Quântica”. A data foi escolhida para fazer referência ao centenário do artigo seminal de Werner Heisenberg que estabeleceu os alicerces da Mecânica Quântica moderna utilizada até hoje. No espírito desta festividade tivemos o Prêmio Nobel de Física do ano de 2025 concedido a John Clarke, Michel Devoret e John Martinis por demonstrarem que fenômenos quânticos amplamente estabelecidos para sistemas “microscópicos”, ou seja, que envolvem poucas partículas — como o tunelamento e a quantização de energia — também ocorrem em circuitos supercondutores muito bem controlados e formados por bilhões de pares de Cooper. Os resultados obtidos comprovam que as Leis da Mecânica Quântica não são limitadas a sistemas “microscópicos”, elas também são aplicadas a sistemas macroscópicos, desde que a interação com o ambiente externo seja muito bem controlada.

Os experimentos realizados pelos laureados possuem como embasamento teórico o modelo de Caldeira-Leggett de dissipação quântica. Tal modelo foi desenvolvido durante a tese de doutorado de Amir Caldeira, físico brasileiro e professor titular aposentado na Universidade Estadual de Campinas, sob a orientação de Anthony James Leggett — Prêmio Nobel de Física de 2003. Ele descreve os efeitos de dissipação sobre o tunelamento quântico devido a interação do sistema com o ambiente.

Assim, para a nossa comunidade, o Nobel de Física de 2025 não apenas celebra a capacidade humana para desenvolver um aparato complexo que permite um sistema macroscópico ter propriedades quânticas, algo fundamental para o desenvolvimento do computador quântico, mas também confirma a presença da ciência brasileira na base teórica deste significativo capítulo da física contemporânea.

Nelson Pinto Neto:

O Prêmio Nobel desse ano visou celebrar as medidas de efeitos quânticos em sistemas macroscópicos. Não são sistemas atômicos ou moleculares. Envolvem bilhões de partículas como elétrons. O mais importante não é o tunelamento em sistemas macroscópicos pois isto já tinha sido medido antes. O mais importante a meu ver é a verificação da quantização dos estados de energia nesses sistemas, porque isto pode ser importante para computação quântica, por envolver bilhões de elétrons. Isto pode ter aplicações na configuração de qubits, através do uso dos estados quantizados de energia. É importante também lembrar da importância da contribuição de Amir Caldeira para que estes efeitos fossem identificados e medidos.

Nelson Studart:

Neste Ano Internacional da Ciência e Tecnologia Quânticas, que celebra os 100 anos dos trabalhos de Heisenberg, Dirac e Schrödinger, a quântica está em todo lugar: história, aplicações e novas tecnologias. Não por acaso, o Nobel de Física de 2025 reconheceu três cientistas que demonstraram, em circuitos supercondutores, o tunelamento quântico (partículas atravessando barreiras) e a quantização de energia. Por trás desses feitos está uma peça-chave da física brasileira: o modelo Caldeira-Leggett. Proposto por Amir Caldeira (IFGW-Unicamp) em sua tese em Sussex, sob orientação de Anthony Leggett, o modelo mostrou como o ambiente afeta sistemas quânticos — quando a dissipação suprime o tunelamento e com que rapidez uma superposição perde coerência (decoerência), dependendo da temperatura e do acoplamento. Foi justamente essa base teórica que os laureados usaram para construir o aparato experimental.

Aproveito essa mesa-redonda para puxar um assunto que me preocupa há tempos: como estamos ensinando quântica nas licenciaturas e no ensino médio. Na formação de professores, a disciplina de Física Moderna costuma ficar presa à chamada pré-quântica; quando aparece uma disciplina de quântica, muitas vezes ela mira só no operacional da teoria. O resultado aparece no MNPEF: muitos professores em formação pós-graduada relatam grande dificuldade com a Mecânica Quântica — numa enquete com meus alunos, a maioria disse não se sentir preparada para trabalhar nem os conceitos básicos para seus alunos no ensino médio. Minha aposta é clara: começar pelo conceitual, com boas perguntas, fenômenos-chave e conexões com o cotidiano, antes de cobrar formalismo pesado.

No ensino médio, a situação espelha a formação inicial — e não é só isso. A BNCC pede que a escola discuta matéria, radiação e tecnologias, mas isso quase não vira currículo real e, por consequência, quase não aparece nos livros didáticos. Mesmo o ENEM fala em interação radiação-matéria, mas o tema some nos objetos de conhecimento. Tomara que o Novo ENEM ajude a virar o jogo. Há boas propostas de ensino de quântica para o EM, mas a implementação patina. Se quisermos que a quântica entre de verdade na escola, precisamos de três frentes ao mesmo tempo: licenciaturas com foco conceitual, materiais didáticos atualizados e acessíveis e avaliações que valorizem esses conteúdos. Sem isso, a quântica continua “do lado de fora” — justamente quando mais precisamos dela para entender o mundo e formar nossos estudantes.

Olival Freire:

Nenhum dos primeiros protagonistas da controvérsia quântica poderia imaginar que tais debates teriam consequências importantes para a tecnologia quântica. Em nossos tempos de enorme pressão social e política por inovação tecnológica, a história dos debates quânticos nos lembra que ninguém pode prever se a pesquisa fundamental, mesmo filosófica, pode levar, ou não, a aplicações significativas. Da mesma forma, mesmo com todas as promessas atuais das tecnologias quânticas, não podemos ter certeza se, e quando, elas serão cumpridas. Essa é a bela incerteza do empreendimento cultural que chamamos de ciência.

Quando Amir Caldeira e Leggett trabalharam sobre o problema de sistemas quânticos macroscópicos no início dos anos 80, eles não imaginavam que isso poderia ser de utilidade para o desafio atual da construção de computadores quânticos.