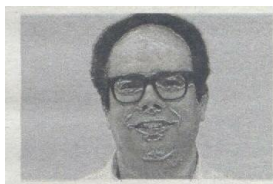




## TÉCNICO

## Estrelas artificiais, buracos negros e a Nobel da Física 2020

O Nobel da Física premiou a conclusão que no centro da nossa galáxia está localizado um objecto compacto, correspondente a um buraco negro, com uma massa vários milhões de vezes a do Sol.



Luís Oliveira e Silva

Em 2020 o Prémio Nobel da Física distinguiu investigação ligada aos buracos negros, objectos astrofísicos simultaneamente exóticos, mas cuja descrição pode ser reduzida a apenas três quantidades físicas – massa, carga e velocidade de rotação –, previstos pela teoria da relatividade geral de Einstein, uma das mais belas teorias da Física. O prémio deste ano representa o reconhecimento da quarta mulher, Andrea Ghez, em mais de 200 laureados com o Prémio Nobel da Física. É também o primeiro reconhecimento pelo comité Nobel dos contributos teóricos associados à relatividade geral através de Roger Penrose [1] e poder-se-ia especular se Stephen Hawking não seria também distinguido este ano caso ainda fosse vivo. Pode prever-se também com alguma certeza que, num futuro próximo, o Prémio Nobel será atribuído à equipa do “Event Horizon Telescope” responsável pela imagem da matéria em torno do buraco negro no centro da nossa galáxia.

A Nobel da Física de 2020 é Andrea Ghez, da Universidade da Califórnia Los Angeles, que vê reconhecida a conclusão que no centro da nossa galáxia está localizado um objecto compacto, correspondente a um buraco negro, com uma massa vários milhões de vezes a massa do Sol. Observações detalhadas das trajectórias das estrelas na proximidade do centro da galáxia permitiram inferir quais as propriedades fundamentais deste objecto que não emitia luz mas determinava o que se passava em seu redor com a sua forte atracção gravítica só explicável usando a teoria da relatividade geral de Einstein.

Um dos aspectos verdadeiramente notáveis do trabalho reconhecido, e apenas muito brevemente mencionado, é a inovação científica e tecnológica conduzida e motivada pela equipa de Ghez. A maior parte da informação que recebemos para compreender o universo

tem origem na luz que recolhemos em telescópios preparados para colectar e medir luz com diferentes comprimentos de onda. Sofisticados detectores de raios-x, raios gama, radiação infravermelha ou ondas rádio substituem os olhos dos primeiros astrónomos que usaram telescópios como Galileu. É nos telescópios que encontramos as câmaras mais sofisticadas e as técnicas de detecção de luz mais avançadas.

No entanto, mesmo com estas câmaras sofisticadas, a luz das estrelas que Ghez observou é muito tênue e tem que atravessar a atmosfera terrestre. As pequenas variações de temperatura, densidade e composição da atmosfera modificam a luz, conduzindo ao tremeluzir e à cintilação tão característicos da luz das estrelas que todos observamos e que perturba a observação dos objectos mais distantes. Andrea Ghez ultrapassou estes desafios e recorrendo a uma nova técnica – óptica adaptativa – que, no final do séc. XX, estava a começar a ser implementada nalguns dos maiores telescópios do mundo.

A ideia deve-se a Claire Ellen Max, outra cientista brilhante, e aos seus colegas do Jason Defense Advisory Group [2], um conjunto exclusivo de cientistas que aconselha o governo dos Estados Unidos em assuntos de segurança e soberania nacional. Se a atmosfera modifica a luz que nos chega porque não criar uma estrela artificial no topo da atmosfera e depois,

de forma mecânica e por computador, alterar a óptica do telescópio de forma a que as aberrações sejam corrigidas e formar uma imagem perfeita dessa estrela artificial? Estaremos depois preparados para olhar para a luz das estrelas mais ténues descontando automaticamente o efeito da atmosfera.

O desafio tem dois passos: é necessário criar uma estrela artificial suficientemente brilhante e depois é necessário alterar muito ligeiramente e localmente espelhos com várias dezenas de metros de diâmetro.

A criação da estrela artificial é muito engenhosa. Nas camadas superiores da atmosfera, a altitudes da ordem dos 90 km, existe uma camada de átomos de sódio. Enviando um laser de energia muito precisa conseguimos excitar exclusivamente estes átomos que depois emitem luz fazendo o papel de estrela brilhante [3]. Tendo agora a referência desta estrela artificial, o espelho que recolhe a luz tem que ser ligeiramente deformado para corrigir os efeitos da atmosfera. Estas correcções no espelho são efectuadas com pequenas alterações mecânicas, controlados por computador, distribuídas por todo o espelho. Pequenos elementos mecânicos alteram ligeiramente a orientação da superfície do espelho até se formar a imagem perfeita da estrela artificial. Estes elementos mecânicos para alterar a orientação da superfície são idênticos aos usados

nos aviões militares furtivos que não são detectados pelos radares. Claire Max conta que, apesar do seu elevado custo, a empresa responsável pela produção destes elementos mecânicos não teve hesitações em cedê-los sem custos para os primeiros protótipos.

A óptica adaptativa é agora comum em muitas áreas e com inúmeras aplicações fora da astronomia. As estrelas artificiais ou *laser guide stars* começam agora a tornar-se mais comuns nos mais importantes telescópios terrestres. Ghez e a sua equipa são conhecidos por esta procura incessante de soluções tecnologicamente desafiantes e a demonstração de que a ciência experimental (ou a astronomia, neste caso em particular) ao mais alto nível só é possível com muita criatividade e imaginação, que conduz a avanços tecnológicos revolucionários e instrumentos na fronteira da técnica que, num ciclo virtuoso, conduzem a novos avanços e aplicações em muitas outras áreas da ciência e tecnologia.

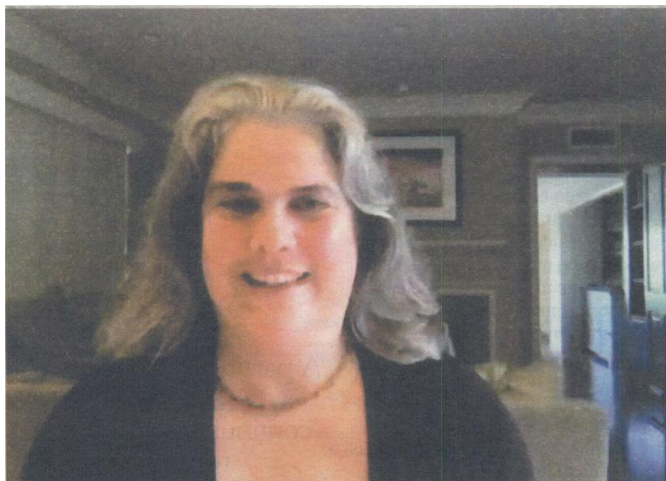
*Professor Catedrático  
do Departamento de Física  
Presidente do Conselho Científico  
Instituto Superior Técnico*

web: <http://web.tecnico.ulisboa.pt/luis.silva/>  
twitter: @luis\_os

[1] Albert Einstein recebeu a distinção em 1921 pelo efeito fotoeléctrico, um dos “sinais” da nova Mecânica Quântica, e não pela Relatividade Geral – aliás, as suas contribuições na Relatividade, Mecânica Quântica e Física Estatística facilmente lhe valeriam pelo menos três prémios Nobel.

[2] O livro *The Jasons: The Secret History of Science's Postwar Elite*, de Ann Finkbeiner descreve os Jasons, sendo particularmente relevante para compreender a dinâmica de um grupo de cientistas muito exclusivo, das suas famílias e os dilemas morais e éticos associados a muitas das questões que analisaram.

[3] É por isso que nas fotos dos telescópios mais avançados observamos sempre um raio laser dirigido ao céu, como no VLT do European Southern Observatory, de que Portugal é membro (<https://www.eso.org/public/images/eso1613i/>)



Andrea Ghez é a quarta mulher em mais de 200 laureados com o Nobel da Física