



Universidade do Minho  
Escola de Ciências

## Ciência

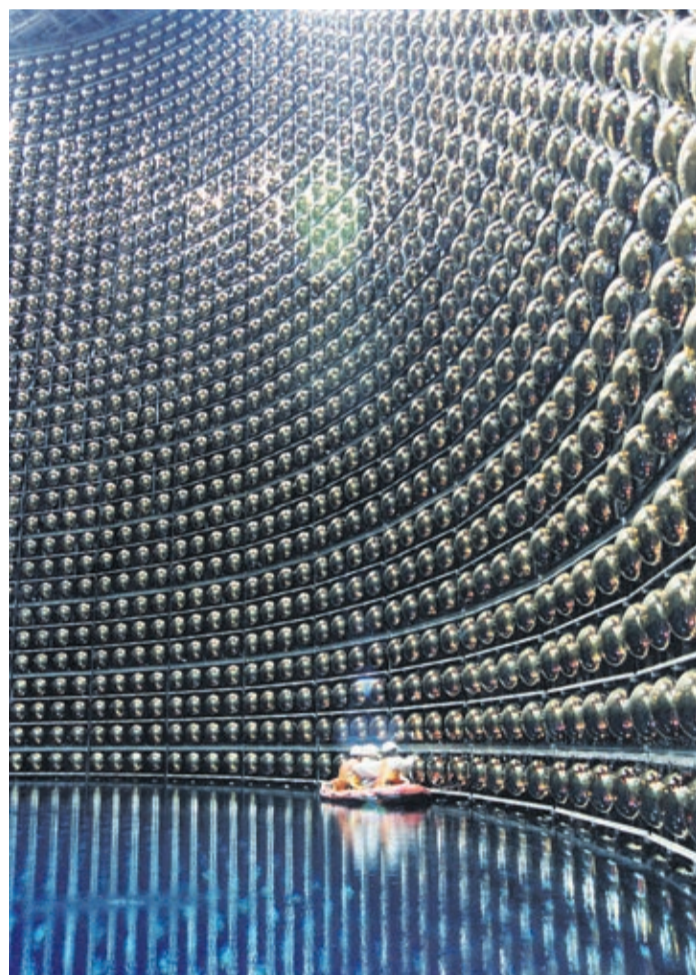
# O PRÉMIO NOBEL DA FÍSICA 2015 OSCILAÇÕES DOS NEUTRINOS (PARTE 2)

CIÊNCIA | NUNO CASTRO E RAUL SARMENTO\*

Como vimos no artigo anterior, os neutrinos são partículas com características bizarras: interagem muito pouco com a matéria e, até há cerca de quinze anos, não se percebia porque chegavam menos neutrinos à Terra do que os que se estimava terem sido produzidos no Sol. Esta interrogação ficou conhecida como o problema dos neutrinos solares.

Parte da solução chegou de uma mina a 1 km de profundidade sob a montanha japonesa Kamioka, local do Super-Kamiokande, um tanque com 40 m de altura cheio de água. A detecção das interações de neutrinos na água permitiu saber a direcção e a identidade de neutrinos do electrão e do muão produzidos, não no Sol, mas na atmosfera terrestre. Em 1998, a colaboração Super-Kamiokande, liderada por Kajita, descobriu que os neutrinos do muão chegam da atmosfera acima da mina em número de acordo com o estimado pela sua produção em interações de raios cósmicos, mas apenas metade dos previstos chegam desde o lado oposto do planeta. Este resultado foi a primeira evidência de que o neutrino do muão, no trajecto através do interior da Terra, se transformou num neutrino de outro tipo. Desta forma, alguns dos neutrinos chegam a Super-Kamiokande como neutrinos do tau, não sendo detectáveis. Este fenómeno, denominado oscilação de neutrinos, poderia explicar porque eram detectados menos neutrinos do que previsto. Os resultados obtidos não eram, no entanto, ainda suficientemente conclusivos.

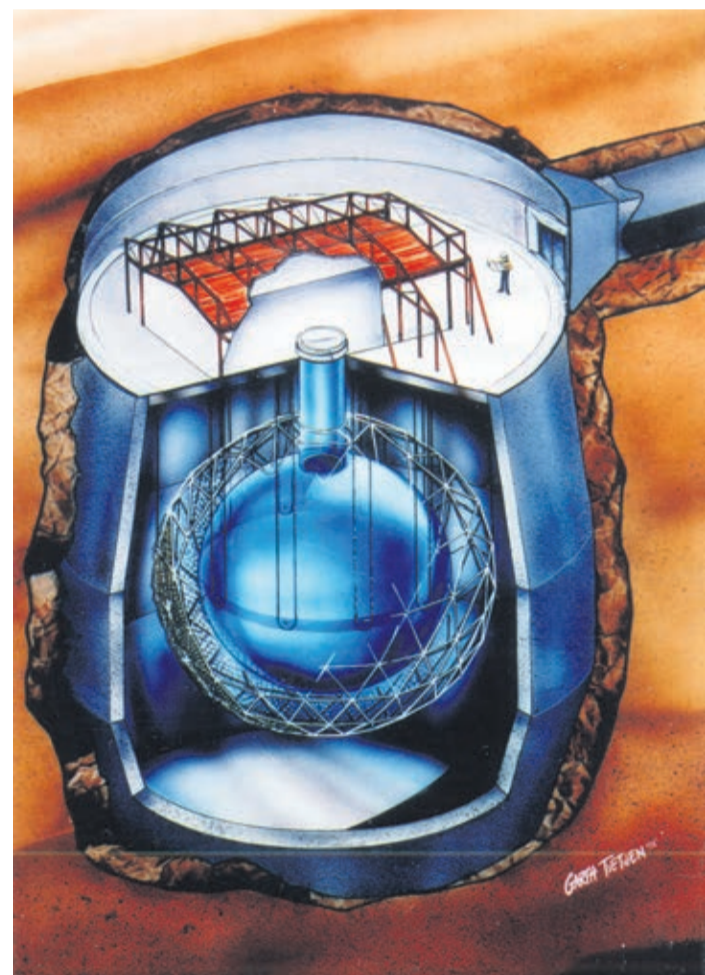
A descoberta foi confirmada em 2002 pela colaboração SNO (Observatório de Neutrinos de Sudbury), liderada por McDonald, que comentou ser "irónico que, para observar o Sol, tenhamos de ir 2 km para baixo de terra", referindo-se ao ambiente limpo de radiação da mina canadiana onde usa uma esfera com mil toneladas de água para detectar neutrinos solares. A experiência mediu o número de neutrinos do electrão e reencontrou um terço do valor esperado. Mas, ao utilizar um processo alternativo que permitiu medir o número total dos três tipos de neutrinos em simultâneo, verificou um acordo com o número de neutrinos previstos teoricamente pelo modelo que descreve as



São famosas, entre físicos, as fotografias das reparações dos fotomultiplicadores de Super-Kamiokande, feitas de barco

reações nucleares no Sol. Ou seja, parte dos neutrinos do electrão transformam-se em neutrinos dos outros dois tipos. Os resultados de SNO vinham, portanto, confirmar os anteriormente obtidos por Super-Kamiokande. Ambas as descobertas foram, este ano, reconhecidas pelo comité Nobel com a atribuição do prémio Nobel da Física a Arthur McDonald e Takaaki Kajita, responsáveis por estas duas colaborações experimentais.

Desde 2005, as experiências SNO e a sucessora SNO+ contam com a participação de uma equipa portuguesa de cientistas do Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas (LIP, <http://www.lip.pt>).



Visão artística do detector de SNO

A mistura ou sobreposição de estados é um efeito, de alguma forma contra-intuitivo, previsto pela Física Quântica. No caso dos neutrinos este efeito traduz-se numa oscilação entre os três tipos anteriormente referidos, que se designam por sabor dos neutrinos. Poderíamos então dizer, com uma certa liberdade de linguagem, que os neutrinos sofrem de personalidade múltipla e que quando se produz um neutrino de um determinado tipo podemos vir a detectar qualquer um dos três. Curiosamente este fenómeno só pode ocorrer se os neutrinos de pelo menos dois dos sabores tiverem massa. Assim sendo, a observação experimental da oscilação dos neutrinos implica também que estas partículas têm

massa, o que não se sabia até então. Colocam-se agora várias questões, nomeadamente qual a relação entre as massas dos diversos sabores de neutrinos e como incorporar este conhecimento no modelo que descreve a Física de Partículas, o Modelo Padrão. Como sempre em ciência, uma resposta leva a novas perguntas. As próximas gerações de cientistas terão, seguramente, uma palavra a dizer!...

Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas (LIP-Minho) e Departamento de Física da Escola de Ciências da Universidade do Minho

### Quer fazer perguntas a um cientista?

Esta rubrica sobre a Escola de Ciências da Universidade do Minho tem também como objectivo criar uma relação entre leitores e investigadores. Alguma vez pensou em fazer uma pergunta a um cientista? Caso queira participar pode enviar todas as suas questões para [sec@ecum.uminho.pt](mailto:sec@ecum.uminho.pt) e verá as suas dúvidas esclarecidas.