

**Quebra-cabeça**  
Montagem sobre foto das células detectoras de partículas do Observatório de Neutrinos Sudbury, no Canadá

# peça que faltava

PABLO NOGUEIRA  
pdlogo@edglobo.com.br

Descoberta da massa de uma partícula atômica resolve enigma de 36 anos

**E**m 2002 a ciência obteve pela primeira vez a confirmação de que realmente sabe o que acontece no núcleo do Sol. E, de tabela, solucionou um enigma que durava quatro décadas, o problema do “neutrino solar desaparecido”. Sua celebridade se devia, em boa parte, ao fato de envolver duas das teorias mais bem estabelecidas dentro da física. Uma é a explicação para a produção da energia solar. A outra é o Modelo Padrão, que descreve as interações entre partículas subatômicas. As observações de neutrinos solares mostravam que uma das duas teria que ser alterada. Agora sabemos que o Modelo Padrão precisa de correções. Isso abre uma brecha para a transformação numa das mais nobres áreas do pensamento científico. “A eficiência do Modelo Padrão para gerar previsões corretas faz dele uma das teorias mais bem-sucedidas da História”, explica Marcelo Guzzo, pesquisador da Unicamp especialista em neutrinos. “Mudar qualquer coisa nele é alterar o que de melhor a humanidade já fez. Mas a solução do problema do neutrino solar é mais um dado mostrando que precisamos de uma explicação mais elegante da natureza.”

## A cada segundo, trilhões de neutrinos nos atingem, mas detectá-los é muito difícil

Desde os anos 60 a ciência é capaz de explicar, com grande detalhe, o que acontece no núcleo do Sol. Sabe-se que o calor e a luz da nossa estrela são gerados a partir de gigantes processos de fusão nuclear, que ocasionam, entre outras coisas, a produção de um tipo de partícula chamada neutrino-eletrônico. Viajando a velocidades próximas à da luz, esses neutrinos se espalhariam pelo cosmo e uma parte deles alcançaria nosso planeta. Para saber se a teoria estava correta, o americano Raymond Davis criou em 1967 um equipamento para detectar as tais partículas solares que deveriam atingir a Terra. Infelizmente, encontrou apenas entre um e dois terços do total de neutrinos previsto pelos teóricos. Gradualmente, outros experimentos mostra-

ram resultados semelhantes. “Ou nosso conhecimento sobre o Sol estava errado, ou nosso conhecimento sobre neutrinos estava errado”, explica Guzzo.

### Fora do Padrão

A busca pela resposta levou o japonês Masatoshi Koshihira a criar em seu país dois sofisticados experimentos para detectar neutrinos. Nos anos 80 e 90, os engenhos do tipo Kamiokande e Superkamiokande geraram dados fundamentais para a resolução do problema. A comprovação definitiva veio em abril de 2002, quando pesquisadores do Observatório de Neutrinos Sudbury, localizado em Ontário, no Canadá, confirmaram o que muitos cientistas suspeitavam há tempos: o núcleo solar emite exatamente o nú-

mero de neutrinos previsto pelos astrofísicos. O que acontece é que existem na natureza três tipos de neutrinos, denominados neutrino tau, neutrino múon e neutrino elétron. O Sol produz apenas neutrinos elétron, mas no caminho para cá, eles se transformam em algum dos outros tipos. Depois voltam ao tipo eletrônico e voltam a se transformar num neutrino tau ou múon, e assim sucessivamente. Essa capacidade da partícula de mudar constantemente recebe o nome de oscilação.

Faltava, porém, entender por que os neutrinos oscilam. Algumas cientistas sugeriam, por exemplo, que isso era causado por fatores como a influência do campo magnético do Sol. A teoria mais aceita, porém, era a de Mikheyev-Smirnov-Wolfenstein (nomes

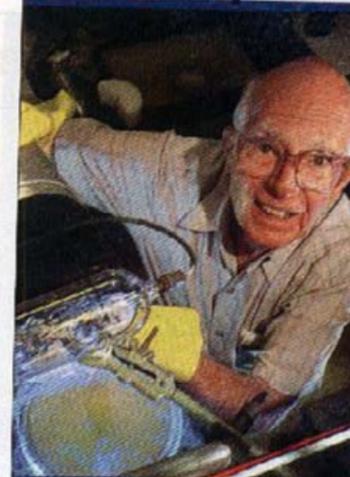
dos pesquisadores cujo trabalho resultou na sua formulação). “Ela parte do princípio de que cada tipo de neutrino tem uma massa de valor diferente e explica a oscilação”, afirma o astrofísico Herman Mosquera Cuesta, pesquisador do CBPF (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas), no Rio. No final do ano, os resultados de outro superexperimento, denominado Kamland, no Japão, mostraram que as mesmas transformações de identidade acontecem nos neutrinos produzidos em fontes terrestres, como os reatores de usinas nucleares. Isso foi considerado como a confirmação das idéias de Mikheyev, Smirnov e Wolfenstein. Fechando o 2002 dos caçadores de neutrinos, Davis e Koshihira receberam o Nobel.

A comprovação de que os neutrinos têm massa, porém,

cria tantos problemas quanto soluciona. Desde o início do século 20 já se sabe que os átomos não são os tais “tijolinhos” básicos de matéria que, agrupados, constituiriam todas as coisas. Na verdade, eles mesmos são estruturas feitas de objetos ainda menores. O estudo das propriedades dessas partículas levou ao desenvolvimento do Modelo Padrão. Essa teoria reconhece 12 elementos como fundamentais — isto é, não feitos de outras coisas — e, a partir da interação entre eles, explica o comportamento das quase 200 partículas já identificadas. O neutrino é uma dessas partículas fundamentais.

Na década de 30, os físicos perceberam que o nêutron tinha a capacidade de se transformar em outras duas partículas, um próton e um elétron.

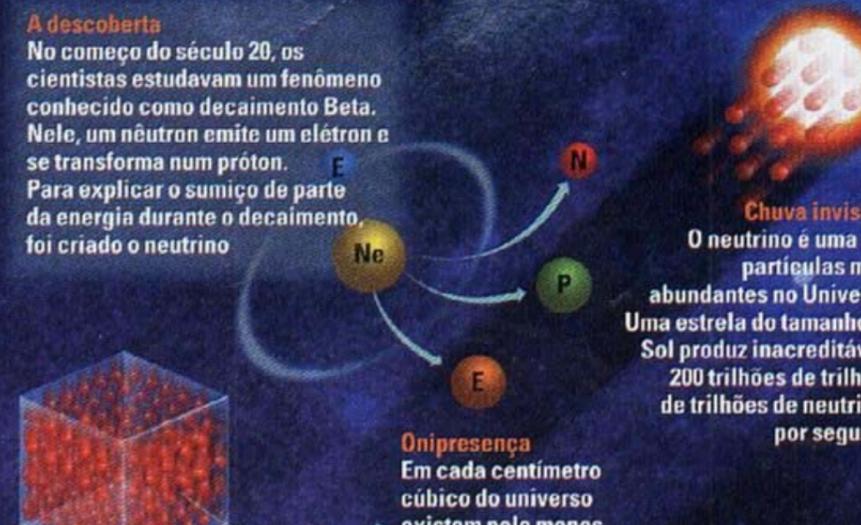
### Um Nobel para o Sol



O americano Raymond Davis (esq.) e o japonês Masatoshi Koshihira ganharam o Nobel de física de 2002 graças a suas pesquisas sobre os neutrinos solares que vêm à Terra



## Como é criado o neutrino



**Núcleo da Terra**  
A cada segundo somos bombardeados por 50 bilhões de neutrinos criados pela radioatividade natural da Terra. E quem vive perto de uma usina nuclear recebe uma dose extra de mais 100 bilhões

**Corpo humano**  
Até nosso corpo produz neutrinos, num ritmo de 20 milhões a cada hora. Eles são gerados pelos 20 miligramas de potássio 40 que temos no organismo

**Sol**  
300 trilhões produzidos pela nossa estrela atingem, a todo segundo, cada um dos habitantes da Terra

Fonte: Marcelo Guzzo/Unicamp, SNO

## Alguns teóricos crêem que as partículas viajam por dimensões invisíveis

# Estrutura da matéria

Pelo Modelo Padrão, 12 partículas fundamentais constituem toda a matéria. Os prótons, por exemplo, são formados por grupos de três quarks (além de outros elementos ligados à transmissão das forças de interação). O modelo, porém, não explica a grande disparidade de massa entre as partículas e o fato de cada uma ter o tamanho que tem. Essas são questões que intrigam os cientistas. Confira abaixo:

● Neutrino do elétron massa: ? \*

● Neutrino do múon massa: ?

● Neutrino do tau massa: ?

● Elétron massa: 0,000511 GeV

● Múon massa: 0,106 GeV

● Tau massa: 1,7771 GeV

● Up Quark massa: 0,003 GeV

● Down Quark massa: 0,006 GeV

● Strange Quark massa: 0,1 GeV

● Charm Quark massa: 1,3 GeV

● Bottom Quark massa: 4,3 GeV

Os cálculos, porém, mostram que uma certa quantidade de energia simplesmente sumia durante o processo. Em 1930 o físico austríaco Wolfgang Pauli (1900-1958) sugeriu que essa energia deveria ser conduzida por alguma partícula não detectada. Tempos depois outro cientista célebre, Enrico Fermi (1901-1954), batizou-a de neutrino, porque teria carga elétrica neutra. A partícula foi observada em 1956. “Não há nenhuma razão fundamental para que o neutrino precise ter massa zero, mas foi imaginado desta forma porque era a mais simples e razoável”, explica o astrofísico Jorge Horvath, do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da USP.

Durante anos nenhum experimento desmentiu a ausência de massa, até que começaram os trabalhos em grande escala para medir as partículas vindas do Sol e das estrelas. O problema é que, de acordo com as idéias que foram sendo acrescenta-

das ao Modelo Padrão, a presença de massa nos neutrinos poderia implicar a existência de uma variedade que nunca poderia ser encontrada. É conhecida pelo apelido de “neutrino estéril”. A possível existência de uma partícula virtualmente “incontrável” é mais munição para os que querem substituir o Modelo Padrão por alguma outra coisa.

### Outras dimensões

“A descoberta da oscilação nos obriga a pensar em novas idéias, mais complexas”, acredita Cuesta. Ele conta que alguns pesquisadores se basearam na possível massa do neutrino para começar a imaginar alternativas ao Modelo Padrão. Teorias como supersimetria, supergravidade e, mais recentemente, as supercordas buscam explicar a natureza de maneira mais abrangente. “A confirmação de que a massa do neutrino existe possibilitará um grande salto qualitativo no pensamento científico. Acredito que Mikheyev e

Smirnov um dia receberão o Prêmio Nobel”, aposta.

O salto qualitativo proposto por algumas dessas idéias — que hoje circulam pela academia, mas não foram incorporadas ao *status quo* científico — não é pequeno. A teoria das supercordas, por exemplo, diz que além das três dimensões de espaço e uma de tempo que conhecemos, existiriam outras, cujo número total pode chegar a 26.

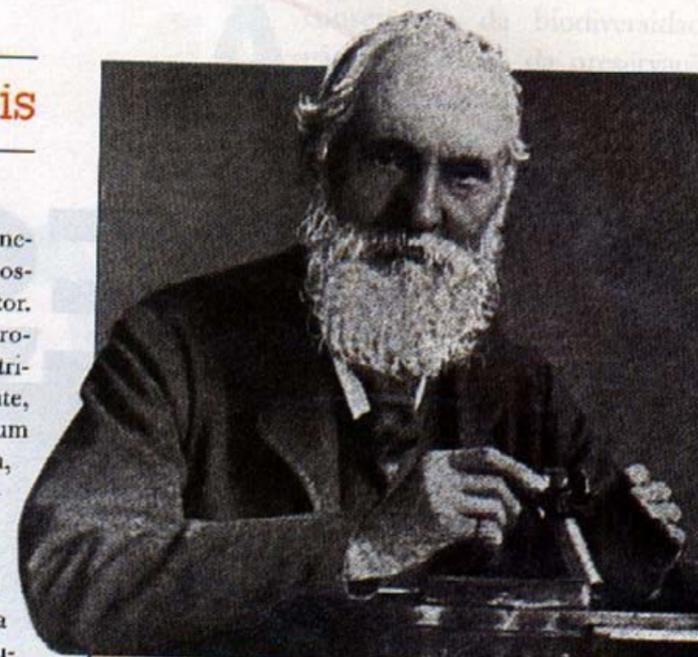
### Cosmos elegante

Não é bem o tipo de modelo que entusiasme a Vicente Pleitez, físico da Universidade Estadual Paulista especializado em alternativas ao Modelo Padrão. “Há quem tente explicar os desdobramentos do fato do neutrino possuir massa usando idéias como dimensões extras. Mas acho que isso pode ser explicado fazendo modificações mínimas ao Modelo Padrão”, diz Pleitez. “Mais complicado é entender por que, na natureza, as partículas têm a massa que têm. Por exemplo, sabemos por que o elétron e o múon adquirem massa, mas não o que determina seu tamanho. O mesmo questionamento passa a caber ao neutrino.” “A gente adoraria saber o porquê da massa de cada partícula”, concorda Horvath. Ele acha que a pura constatação de que o neutrino possui massa “isolada-

mente não significa coisa nenhuma”, mas continua apostando na pesquisa do setor. “Talvez a descoberta de propriedades novas nos neutrinos possa, eventualmente, abrir uma janela para um mundo de alta energia, onde já se possa ver as manifestações das cordas.”

Marcelo Guzzo também aposta no que ainda vai ser descoberto. “Essa história de falar em partículas indetectáveis já ocorreu antes e caiu por terra. Talvez o tal neutrino estéril não seja tão estéril assim, e alguém consiga encontrá-lo daqui a 50 anos, com mais tecnologia”, argumenta. Mas Guzzo também possui seus bons motivos para defender a busca de uma compreensão diferente do mundo das partículas: “o Modelo Padrão é uma colcha de retalhos construída à medida que se faziam as descobertas. Precisamos de uma teoria mais harmônica”.

Se essa teoria incluirá idéias como a de que existem dimensões invisíveis onde ocorrem processos cujos desdobramentos “criam” a nossa realidade, ainda não dá para dizer. Mas os que apostam que o século 21 será marcado mais pelas descobertas dos biólogos do que pelas dos físicos talvez não percebam as mudanças que se aproximam, disfarçadas sob o traje humilde das minúsculas massas das partículas. □



### Um século de surpresas

Faz tempo que o estudo das minúsculas partículas invisíveis que formam nosso mundo traz surpresas aos cientistas. No final do século 19, o avanço em áreas como mecânica e eletromagnetismo fez alguns pensarem que estavam próximos das fronteiras finais do conhecimento. O físico e matemático escocês William Kelvin (1824-1907) levou esta atitude ao extremo. Num encontro da Associação Americana para o Avanço da Ciência, em 1900, ele declarou: “Não há nada de novo a ser descoberto na física agora. Resta apenas aperfeiçoar as mensurações”. Paralelamente, outros cientistas tentavam entender por que os metais, aquecidos a altas temperaturas, emitiam luz. Isso levaria à mecânica quântica, que traria uma descrição do Universo totalmente diferente daquela imaginada pela física clássica.

Também em 1900, o alemão Max Planck (1858-1947) sugeriu que os átomos não liberam a radiação de modo contínuo, mas em “pacotes” que chamou de quanta. Esse tipo de comportamento descontínuo representava uma novidade em relação a tudo o que se pensara até então. O conservador Planck sabia disso e dizia ter formulado a hipótese dos quanta “num ato de desespero, já que sou uma pessoa pacífica e contrária a atos irresponsáveis”. O progresso da ciência está mais ligado ao desespero de Planck do que à arrogância de Kelvin (que, obviamente, também foi um grande cientista). Em tempo: o escocês também declarou não ter “a menor fé em qualquer outro veículo aéreo além do balão”.

GeV= giga-eletronvolt

\* alguns pesquisadores estimam a massa em  $3 \times 10^{-3}$  GeV

# ArquivoUfo

‘Diretório ArquivoUfo’: respeitamos as leis vigentes de proteção dos direitos autorais e não pretendemos obter nenhuma forma de ônus, mas sim difundir com clareza e qualidade a ufologia, portanto selecionamos esse material para compor nosso arquivo visto a sua qualidade e fidelidade ao assunto.

Muito Obrigado aos autores e editores...