

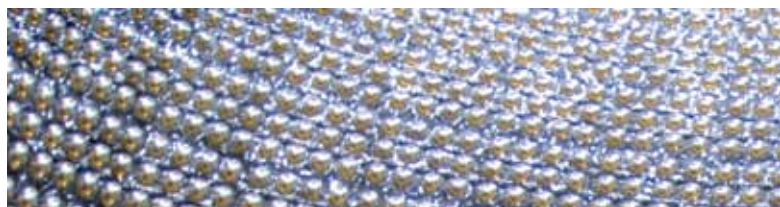
Ao sabor dos neutrinos

Um dos experimentos mais famosos atribuídos a Galileu Galilei – mas possivelmente apócrifo – foi realizado no alto da torre de Pisa. Duas balas de canhão de pesos diferentes foram soltas ao mesmo tempo, para que se pudesse verificar se havia diferença entre a aceleração de uma e de outra conforme avançavam na direção do chão. A história em si pode não passar de lenda, mas é fato que o cientista italiano foi o primeiro a definir que todos os objetos, não importando sua massa, eram afetados da mesma maneira pela gravidade. Fim da história?

De jeito nenhum. Quatro séculos depois, pesquisadores brasileiros decidiram usar o que há de mais moderno na física quântica – o estudo de fugidias partículas chamadas neutrinos – para testar esse mesmo fenômeno. E ainda não chegaram a um veredicto.

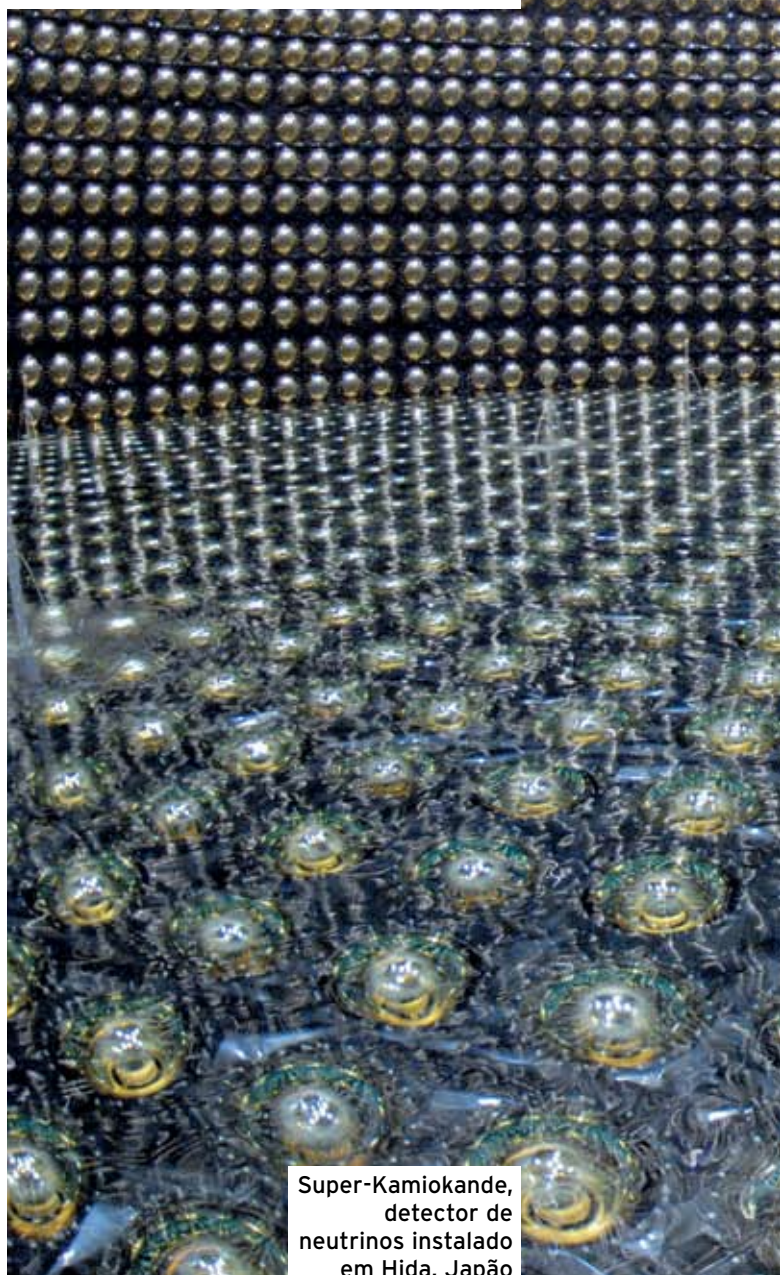
Antes de mais nada, o que significa, em termos da física de hoje, essa antiga constatação galileiana? Resumida no que se convencionou chamar de princípio da equivalência, ela implica que a massa inercial (a resistência de um objeto a mudar seu estado de movimento, repouso ou velocidade constante) e a massa gravitacional (índice usado para medir a intensidade da força da gravidade sobre um corpo) são exatamente iguais. Parece óbvio. Mas não para os cientistas que se debruçam sobre a questão. “Na verdade isso não precisava ser assim”, diz Marcelo Guzzo, pesquisador da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). “É uma surpresa que seja desse jeito.”

Para explicar o quanto isso parece mera coincidência, o cientista apresenta o funcionamento da força eletromagnética. Sob um campo magnético,



Equipe da Unicamp usa partícula fugidia para testar ideia de Galileu

SALVADOR NOGUEIRA



Super-Kamiokande, detector de neutrinos instalado em Hida, Japão



SUPER-KAMIOKANDE

uma partícula com carga elétrica pode ser induzida a se mover. Se ela é trocada por outra com a mesma carga, mas massa inercial maior, a aceleração imposta pelo campo magnético diminui.

Com quase todas as forças da natureza é assim: a massa inercial não faz variar a intensidade da força. A única exceção é a gravidade. O experimento de Galileu demonstra isso de maneira rústica. Mas um teste mais rigoroso e preciso preservaria essa conclusão?

Guzzo e seus colaboradores decidiram usar os resultados de experimentos com neutrinos – uma das partículas mais difíceis de detectar, produzidas no interior do Sol, de astros mais distantes e de reatores nucleares – para testar o princípio da equivalência. Com uma massa diminuta, os neutrinos não possuem carga elétrica e só interagem com o resto do Universo por meio da força nuclear fraca e da gravidade, as mais fracas das quatro forças da natureza. Dada a pequena energia que possuem, é uma interação muito sutil.

Para observá-los, os cientistas constroem imensos detectores em minas profundas e os preenchem com água puríssima e outros materiais, na esperança de que algum neutrino trombe com alguma partícula dentro deles e produza uma reação que possa ser detectada. Em 2009 o experimento japonês Kamland fez uma constatação importante: confirmou de modo incontestável a transformação de um tipo de neutrino em outro, fenômeno que os físicos chamam de oscilação de sabor.

Essa oscilação está ligada a uma propriedade maluca da mecânica quântica, segundo a qual uma partícula não define um estado específico até que seja medida por algum processo de interação. Na prática, o neutrino pode ter três sabores (eletrônico, muônico e tauônico) e ele oscila o tempo todo entre eles até que seja detectado. Os resultados do Kamland demonstraram que, dependendo da distância entre o detector e a fonte emissora de neutrinos, a proporção dos três sabores pode variar.

Guzzo e seus colegas confrontaram as medições do experimento japonês – e outros ao redor do mundo – com as previsões teóricas, para analisar o efeito da gravidade sobre a oscilação dos neutrinos. Eles descobriram que pode haver de fato violação do princípio de

equivalência. Mas a probabilidade é ridiculamente pequena. “Algo inferior a 1 a cada 10^{15} partes, um número que aparece depois da décima quinta casa decimal”, afirma Guzzo.

Os resultados, submetidos à *Physical Review D*, sugerem que até o limite de precisão observado a equivalência entre massa inercial e massa gravitacional se sustenta. E que Galileu continua tão certo quanto estava no século XVII. Mas não dá para dizer que essa correspondência se manterá até o limite teórico do que pode ser medido.

Miniburacos negros - O grupo da Unicamp também usou a oscilação dos neutrinos para testar outros elementos que estão nos alicerces da física. Um dos trabalhos envolve a chamada decoerência quântica, mecanismo que faz uma partícula perder a característica de ter todos os estados possíveis ao mesmo tempo e acabar se definindo por um deles. Analisando esse processo à luz da oscilação de neutrinos, é possível identificar se algo novo ou diferente influencia o comportamento dessas partículas.

A hipótese mais interessante é que a interação com miniburacos negros no espaço provocasse essa decoerência. Um miniburaco negro é uma versão em escala quântica dos objetos grandes. Enquanto os últimos são criados pelo colapso de estrelas, os primeiros seriam gerados numa região do tamanho de uma partícula e durariam frações de segundo antes de desaparecer.

A ideia de que essas estranhas criaturas cósmicas possam existir é levada a sério pelos cientistas, embora ainda não haja evidência concreta de que eles estejam mesmo por lá. Ao analisar a decoerência, Guzzo e seus colegas chegaram à conclusão de que, sim, esses miniburacos negros podem existir e influenciar o comportamento dos neutrinos. Mas, caso isso esteja de fato acontecendo, “eles não podem ser muito abundantes”, diz o físico da Unicamp. Além disso, a probabilidade de que existam não elimina a de que a causa da decoerência dos neutrinos possa ser outra, segundo o trabalho, publicado *online* em setembro no *European Physical Journal C*. “Pode ser um miniburaco negro”, diz, “mas também outro fenômeno desconhecido”. ■