

## Reportagem

**ComCiência no.156 – Campinas, Março 2014**

### Glossário

Por Carolina Ferreira Medeiros e Ezio Penso

**Abaixo, uma lista de definições, em ordem alfabética, com termos bastante utilizados nesta edição.**

**Acelerador de partículas** – aparelho utilizado principalmente para estudar física de partículas. Basicamente um tubo, em geral de forma circular, dentro do qual dois conjuntos de partículas subatômicas (próton ou elétrons, mais comumente) são acelerados em direções opostas até próximo à velocidade da luz e depois colidem entre si. Na colisão, parte da energia cinética das partículas se transforma em matéria, na forma de novas partículas (lembrando que um dos resultados da Teoria da Relatividade foi dizer ser possível transformar energia em matéria e vice-versa). Ao redor dos pontos de colisão há detectores que registram as partículas produzidas e suas características (energia cinética, massa, carga elétrica, trajetória). Os resultados são então confrontados com os cálculos feitos em teoria.

**Big Bang** – a teoria do Big Bang parte do pressuposto de que a matéria estava toda concentrada em um único ponto, um grão primordial de densidade infinita, e a partir de uma perturbação de motivos desconhecidos esse grão teria expandido dando origem ao espaço e ao tempo. Segundo a teoria e as medições disponíveis em 2010, o Universo surgiu há pelo menos 13,7 bilhões de anos, a partir de um estado inicial de temperatura e densidade altamente elevadas.

A teoria foi primeiramente elaborada pelo padre e cosmólogo George Lemaître.

**Buraco de minhoca** – uma das configurações mais exóticas para a curvatura do espaço que a Teoria da Relatividade Geral permite. Jamais foi observado – na verdade, exige uma configuração de matéria tão exótica que talvez não exista em lugar nenhum. Buraco de minhoca é uma topologia hipotética da curvatura espaço-tempo, conectando um local em um universo a outro local do mesmo universo, no mesmo tempo presente ou não, e permite viajar entre esses pontos mais rapidamente do que a velocidade da luz levaria para transitar pelo espaço normal. Buracos de minhoca conectariam também um universo a outro, permitindo assim a especulação sobre ser possível viajar entre eles. Outra aplicação teórica desses buracos é a viagem no tempo, sendo bastante usada na ficção científica.

**Buraco negro** – é uma região do espaço com campo gravitacional tão intenso que nada escapa, nem mesmo a luz. Essa situação pode acontecer nos estágios finais de evolução de certos tipos de estrelas, que, contraindo-se sob sua própria gravidade, chegam a uma densidade tal que a gravidade em sua superfície se torna suficientemente grande para produzir um buraco negro. Várias teorias de gravitação quântica preveem que micro buracos negros podem surgir em colisões muito energéticas em aceleradores de partículas.

**Dilatação gravitacional do tempo** – o correr do tempo depende do campo gravitacional. Assim, se um observador A está na superfície da Terra e outro observador B está no espaço interplanetário, onde a gravidade é quase zero, o

observador A verá tudo em B acontecer mais lentamente, desde o andar do relógio até as batidas do coração.

**Efeito Hawking** – em 1973, o físico britânico Stephen Hawking tentou usar a Mecânica Quântica junto com a Relatividade Geral para investigar, de um ponto de vista exclusivamente teórico, o que acontece muito próximo ao horizonte de eventos (a fronteira teórica ao redor de um buraco negro a partir do qual nada escapa). Ele descobriu que o buraco negro pode emitir partículas em minúsculas doses – chamada de “radiação Hawking”, ou efeito Hawking. A partir daí inaugurou-se um campo de estudos que tenta aplicar a Mecânica Quântica aos buracos negros para estudar essa radiação Hawking.

**Espaço-tempo** – assim como se utiliza as coordenadas  $x$ ,  $y$  e  $z$  para definir pontos no espaço em 3 dimensões, a Relatividade Especial utiliza uma coordenada a mais para definir o tempo de acontecimento de um evento. Um ponto no espaço-tempo, portanto, pode ser designado como um “evento” com 4 coordenadas ( $t$ ,  $x$ ,  $y$ ,  $z$ ) que dizem o local e a hora em que ele ocorre.

**eV** – unidade de energia mais usada na física de partículas, elétron-volt, que é a energia cinética que um elétron adquire quando é acelerado, a partir do repouso, por uma tensão elétrica de um volt. Exemplo: para se arrancar um elétron de um átomo de hidrogênio são necessários 13,6 eV. Um MeV (megaelétron-volt) é um milhão de elétrons-volt, um GeV (gigaelétron-volt) equivale a mil MeV e um TeV (teraelétron-volt) a mil GeV. A unidade eV é muito usada na quantificação da capacidade de um acelerador de partículas, como o LHC, por exemplo, que pode atingir 14 TeV.

**Interação eletromagnética (ou força eletromagnética)** – é aquela que ocorre quando corpos possuidores de cargas elétricas e/ou corpos magnetizados interagem. Na física clássica, essas interações obedecem às equações de Maxwell (James Clerk Maxwell, 1831-1879), que mostram que as relações entre os fenômenos elétricos e magnéticos não são isoladas, e um pode gerar o outro. Na física moderna, obedecem à Eletrodinâmica Quântica, uma teoria mais precisa, construída nos anos 1940, que leva em conta a Mecânica Quântica. As interações eletromagnéticas são responsáveis não só pelos fenômenos elétricos e magnéticos como também pelos químicos e bioquímicos.

**Interação forte (forças nucleares)** – é a força entre os quarks, que os mantêm juntos para formar prótons e nêutrons e também mantêm estes últimos aglomerados no núcleo atômico. Partículas e subpartículas nucleares (mésons; bárions), que por sua forte intensidade justificam a compactação e a estabilidade dos núcleos e a existência de prótons e nêutrons. As interações fortes ocorrem em níveis de energias muito altos, e estão envolvidas em usinas nucleares, medicina nuclear, vários tipos de radiações e armas nucleares. Um dos primeiros trabalhos sobre as interações fortes foi apresentado pelo físico teórico Hideki Yukawa, em 1934; a comprovação desta teoria com a observação do méson pi, partícula prevista por ela, foi feita por César Lattes em 1947.

**Interação fraca** – força que explica certos processos de decaimento radioativo. As primeiras informações sobre a força nuclear fraca surgem na descoberta da radioatividade, em 1896, por Henry Becquerel, e em 1933 o italiano Enrico Fermi apresenta formalmente o conceito. As interações fracas não eram conhecidas na física clássica, e foram formuladas na Teoria Quântica. Ela está envolvida, por exemplo, na emissão da radiação beta, uma radiação de periculosidade média, emitida por certos materiais radioativos, como Urânio, Rádio e Tório.

**Interação gravitacional (ou força gravitacional)** – é a força de atração entre partículas com massa (além disso, também a energia produz atração gravitacional) e é a mais fraca entre as quatro forças fundamentais da natureza. Foi estudada inicialmente por Isaac Newton, que apontou que “matéria atrai matéria na razão direta de suas massas, e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre as partículas”. É a razão pela qual se mantém objetos em órbita em torno uns dos outros, bem como pode explicar a formação das marés na Terra. Atualmente, é descrita pela Teoria da Relatividade Geral.

**Mecânica Quântica** – foi criada entre 1900 e 1927, substituindo a Mecânica Newtoniana, que prevalecia até então. É usada principalmente para descrever fenômenos envolvendo átomos, moléculas e partículas subatômicas. Suas características principais dizem que a energia de certos fenômenos físicos (como a luz) é formada por “pacotes” indivisíveis de energia chamados “quanta” (plural de “quantum”); as partículas subatômicas se comportam como ondas, mas quando detectadas manifestam-se como partículas (dualidade onda-partícula) e os resultados de medidas não podem ser previstos com certeza – o que não se trata de uma limitação dos aparatos experimentais propriamente ditos, mas de um indeterminismo intrínseco à natureza.

**Partículas elementares** – também conhecidas como partículas fundamentais, não possuem nenhuma subestrutura. Nem sempre formam átomos, pois estes são formados por prótons, nêutrons e elétrons, compostos por partículas ainda menores, os quarks. Algumas são numerosas, como os neutrinos, enquanto outras só aparecem quando são produzidas por fenômenos naturais muito energéticos, e em uma fração de segundo decaem em outras partículas. Elas podem ser produzidas dentro de aceleradores de partículas e também na interação de raios cósmicos com as camadas superiores da atmosfera terrestre.

**Partículas supersimétricas** – uma das previsões testáveis da Teoria das Cordas é a existência dessas partículas. A cada partícula conhecida atualmente – elétrons, quarks etc. – corresponderia uma outra supersimétrica – para o elétron, o “s-elétron”; para os quarks, os “s-quarks” e assim por diante. É uma consequência da hipótese conhecida como “supersimetria”, pela qual haveria uma relação de simetria entre duas das principais classes de partículas elementares, os quarks e os léptons (elétrons e neutrinos, por exemplo, são léptons).

**Raios cósmicos** – são constituídos de radiação eletromagnética ou então de partículas subatômicas que viajam pelo espaço cósmico e, eventualmente, atingem a Terra. São classificados como primários (formados por prótons, em maior porcentagem), que chocam-se com os átomos da alta atmosfera, formando as “chuvas” de partículas com energias baixas; ou secundários, de hádrons e píons. A intensidade de partículas que atinge a superfície da Terra é de uma partícula por segundo em cada centímetro quadrado, em média, e são inofensivas. Raios cósmicos são capazes de produzir colisões com energias muito maiores do que os maiores aceleradores disponíveis, mas não é possível controlá-los.

**Relatividade Geral** – publicada em 1915 por Albert Einstein, substituiu a Lei da Gravitação de Newton, menos precisa. Descreve o movimento dos corpos observados a partir de sistemas de referência acelerados (não inerciais). Originou-se a partir da generalização da Relatividade Especial ou restrita, publicada anteriormente por Einstein em 1905, para sistemas que incluam campos gravitacionais. Na Relatividade

Geral, a presença de matéria produz uma curvatura no espaço-tempo; a influência dessa curvatura na trajetória dos corpos em movimento se manifesta como uma força gravitacional. Uma imagem para visualizar o fenômeno é uma bola de madeira sobre uma cama elástica; a bola de madeira produz uma depressão na superfície da cama; uma bola mais leve produzirá uma depressão menor. Entre as previsões da Relatividade Geral, está a atração da luz pelos campos gravitacionais, que foi confirmada em 1919 em observações na ilha do Príncipe (na costa da África) e em Sobral, no Ceará, Brasil.

**Teoria das Cordas** – modelo físico no qual os blocos fundamentais da matéria não são pontos, mas sim objetos extensos unidimensionais, minúsculas linhas de cerca de  $10^{-35}$  m de comprimento, que vibram como uma corda esticada. A mesma corda vibrando de diferentes formas se manifesta como partículas distintas – um elétron, ou e um neutrino, ou um quark, por exemplo. Assim, em vez de dizer que há várias partículas na natureza, como a teoria atual, a Teoria das Cordas diz que há poucas – talvez uma só, que pode vibrar de diferentes formas.

O grande interesse nessa teoria é a possibilidade de unificar toda a física e unir a Teoria da Relatividade e a Teoria Quântica numa única estrutura matemática (“Teoria de Tudo”). Outro ponto intrigante dessa teoria é prever o número de dimensões que o Universo deve possuir, em torno de 10.