

## Uma vitória da física italiana.

A notícia da descoberta da partícula anti-sigma plus pelos professores Amaldi, Castagnoli e Manfredini da Universidade de Roma foi recebida com grande alegria nos meios da física brasileira, tão ligada à física italiana desde os tempos da permanência de Wataghin e Occhialini em São Paulo. Trata-se de uma ~~importante~~ realização científica de excepcional importância que completou de maneira feliz a descoberta recente do anti-sigma minus pelos cientistas do laboratório de Dubna na URSS.

O Congresso Internacional de Raios Cósmicos de 1953 propôs a denominação de hiperons para as partículas <sup>cujas</sup> massas <sup>em</sup> repouso estão compreendidas entre as do neutron e do deuteron. Os hiperons são as partículas elementares mais pesadas até agora conhecidas. Foram descobertos três tipos de hiperons, denominados de lambda, sigma e xi, cujos símbolos são essas três letras gregas. O hiperon <sup>Lamb-da</sup> é o mais leve e só existe no estado neutro. Há cerca de um ano foi descoberta a anti-partícula do lambda ~~em~~ nos Estados Unidos. Há hiperons sigma positivos, negativos e neutros, cujas massas são aproximadamente iguais. As anti-partículas dos sigmas positivo e negativo foram descobertas recentemente na URSS e na Itália, como dissemos. Supõe-se que existem partículas xi negativas e neutras, a base de certas ideias teóricas. Experimentalmente só é conhecido com certeza o xi negativo, a mais pesada das partículas elementares. A <sup>Teoria</sup> ~~teoria~~ quântica relativista leva a crer na existência das anti-partículas dos hiperons xi negativo e neutro. ~~As anti-partículas de spin 1/2, como os hiperons~~ Aliás no caso dos sigma positivos e negativos também era esperada a existência das respectivas anti-partículas pelas mesmas razões teóricas.

O físico inglês Dirac descobriu em 1928 a famosa equação diferencial <sup>(relativista)</sup> que descreve a propagação das ondas associadas ao movimento do electron. Essa equação diferencial apresenta uma propriedade desconcertante: admite soluções que aparentemente descrevem o movimento de electrons com energia cinética negativa. A princípio pareceu que isso fosse um defeito grave da teoria. Depois se viu que era uma de suas maiores qualidades. Dirac mostrou que as soluções paradoxais poderiam ser aproveitadas para descrever o movimento de partículas com carga oposta à do electron. Naquela época a única partícula elementar positiva conhecida era o <sup>(Por isso)</sup> proton. Dirac supôs que as soluções de sua equação correspondentes a valores negativos da energia cinética descreviam o movimento dos protons. Essa hipótese revelou-se inaceitável, porque as partículas positivas deveriam ter exatamente a mesma massa que o electron negativo. Dirac compreendeu então que deveriam existir electrons positivos e que a sua equação descrevia o movimento de electrons positivos e negativos. Em 1932 Anderson encontrou o electron positivo na radiação cósmica e depois Joliot Curie descobriu que eram também emitidos

por substâncias radioativas artificiais. Surgiu assim na física a ideia de anti-partícula: o electron positivo foi a primeira anti-partícula descoberta.

A teoria relativista de Dirac pode ser estendida a todas as partículas carregadas de spin  $1/2$ . Para <sup>qualquer</sup> ~~as~~ partículas carregadas de spin  $1/2$  <sup>(deve portanto) a sua</sup> existir sempre anti-partículas de carga contrária. <sup>e mesma massa</sup> Isso foi provado experimentalmente no caso do proton e agora dos hiperons sigma carregados, com a descoberta do anti-proton e dos anti-sigas positivos e negativo. O meson  $\pi$  também <sup>de mesma massa e carga oposta</sup> obedece à equação de Dirac e possui uma anti-partícula. O desenvolvimento da teoria quântica dos campos veio mostrar que as partículas carregadas de spin 0 também devem possuir anti-partículas de cargas opostas, <sup>(e mesmas massas)</sup> previsão confirmada <sup>nos</sup> casos dos mesons  $\pi$  e K.

Nos casos de partículas neutras há duas possibilidades: a partícula pode ser sua própria anti-partícula (foton, meson  $\pi$  neutro) ou então a partícula e a anti-partícula são distintas (neutrino, neutron e meson K neutro e hiperon lambda). Na segunda eventualidade a anti-partícula também é neutra e possui a mesma massa que a partícula. Tanto no caso de partículas carregadas como nos de partículas neutras com anti-partículas distintas a partícula e a anti-partícula têm sempre o mesmo spin.

Quando uma partícula colide com sua anti-partícula há uma probabilidade considerável de aniquilação mútua com a produção de outras partículas e grande desprendimento de energia. É bem conhecido o processo de aniquilação mútua de um electron positivo com um negativo com a emissão de raios X, isto é de fotons (dois). A matéria na Terra é constituída por protons, neutrons e electrons negativos. Em princípio pode-se produzir anti-matéria constituída por anti-protons, anti-neutrons e electrons negativos. Alguns cientistas têm aventado a ideia de que noutras regiões do Universo os astros sejam formados de anti-matéria. A colisão de um pedaço de matéria com outro de anti-matéria seria catastrófico.

A descoberta dos anti-lambda e dos anti-sigma carregados mostra que a dualidade de partícula e anti-partícula existe também para alguns hiperons e provavelmente para todos, como para o electron, o neutrino, o proton, o neutron e os mesons. A lei de dualidade partícula anti-partícula é quasi certamente universal. Mais uma vez a física moderna veio demonstrar a profunda intuição dos filósofos da antiguidade. A concepção heracliteana e chinesa da unidade dos contrários se realiza do modo mais admirável na teoria quântica relativista, em que as partículas e anti-partículas aparecem indissolúvelmente ligadas nas equações relativistas que descrevem os processos ondulatorios quânticos.

O conhecimento das propriedades dos hiperons contribuirá de modo essencial para a elaboração futura de uma teoria satisfatória das forças nucleares e para a compreensão mais profunda do comportamento dos protons e neutrons que constituem os núcleos dos átomos.

101  
dos átomos. Ha razões teóricas muito sérias para crer que o proton e o neutron estão intimamente ligados aos hiperons, podendo mesmo ser ~~os~~ todos os oito tipos de partículas elementares pesadas - proton-neutron e seis hiperons - apenas estados diversos de uma única partícula básica fundamental.

No momento atual não se prevê ~~qual~~ <sup>qualquer</sup> aplicação prática dos hiperons e anti-hiperons, partículas que só podem ser produzidas por meio de aceleradores gigantescos com um dispendio inacreditável de energia elétrica. A história da ciência e da técnica nos ensina porém que as descobertas da ciência pura acabam sempre conduzindo a novos desenvolvimentos tecnológicos. Talvez no século XXI exista uma hiperônica industrial como atualmente a eletrônica e a nucleônica.