



Coordenação de Armindo Rodrigues

Autores:  
Cláudio Gomes,  
Nuno Sá

## O Mundo das Partículas

Somos poeira das estrelas. Esta é a súpula da origem da nossa composição. Somos seres biológicos constituídos por células (as unidades básicas, funcionais e estruturais da vida), e estas por organelos, que por sua vez resultam de organizações de moléculas. Estas, por seu turno, são constituídas por átomos ligados quimicamente. E o átomo de um núcleo com prótons e neutrões, e uma nuvem eletrónica envolvente. E será este o resultado final? Ou existirão partículas ainda mais fundamentais ditas elementares? Estas perguntas orientam os físicos e os pensadores desde há muitos anos. O modelo mais simples de átomo resulta de Demócrito que considerava aquele como a menor divisão da matéria, posteriormente melhorado com o modelo do pudim de passas de Thomson após a descoberta do eletrão (passa), e com o modelo das camadas de Bohr devido às experiências de Rutherford. Com os avanços da Mecânica Quântica foi possível o entendimento do modelo

atómico atual composto por neutrões, prótons e nuvens de probabilidade eletrónica. Mas a Teoria Quântica dos Campos, que resulta da fusão da Mecânica Quântica com a Relatividade Restrita, permitiu um avanço enorme: o Modelo Padrão da Física de Partículas, com diversos contributos como a teoria eletrofraca de Salam, Glashow e Weinberg. É um facto curioso que os trabalhos destes investigadores lhes valeu o Prémio Nobel da Física em 1979, embora a descoberta dos bósons W e Z só foi feita em 1983. Imagine-se que nunca tinham sido descobertos, mas o Prémio já havia sido atribuído! Outra descoberta fantástica experimental teve que ver com a antimatéria. Cada partícula do Modelo Padrão apresenta uma antipartícula, que é essencialmente uma partícula com a mesma massa mas com carga elétrica oposta, e que pode ser encarada como uma partícula a andar para trás no tempo. Existem casos em que a partícula é a anti-partícula

### Modelo Padrão das Partículas Elementares

	três famílias de matéria (fermiões)			partículas das interações (bósons)	
	I	II	III		
massa	≈2.2 MeV/c <sup>2</sup>	≈1.28 GeV/c <sup>2</sup>	≈173.1 GeV/c <sup>2</sup>	0	≈124.97 GeV/c <sup>2</sup>
carga	2/3	2/3	2/3	0	0
spin	1/2	1/2	1/2	1	0
	<b>u</b> up	<b>c</b> charm	<b>t</b> top	<b>g</b> 8 gluões	<b>H</b> higgs
	<b>d</b> down	<b>s</b> strange	<b>b</b> bottom	<b>γ</b> fotão	
	<b>e</b> eletrão	<b>μ</b> muão	<b>τ</b> tauão	<b>Z</b> bosão Z	
	<b>ν<sub>e</sub></b> neutrino eletrónico	<b>ν<sub>μ</sub></b> neutrino muónico	<b>ν<sub>τ</sub></b> neutrino tauónico	<b>W</b> bosão W	

Fig. 1. Tabela de partículas elementares.

Coordenação de Armindo Rodrigues

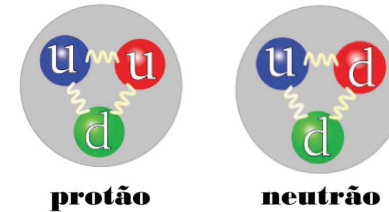
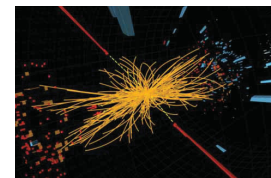


Fig. 2. Constituição do próton e neutrão segundo os seus quarks de valência.

de si própria, como o fóton ou o bóson Z que não têm carga elétrica. Inclusive, pode criar-se em laboratório anti-átomos como um anti-hidrogénio, que é composto por um antipróton nuclear e um positrão (anti-eletrão) na nuvem. Hoje sabemos muito da Física de Partículas e com grande precisão! O Modelo Padrão é testado em diversas experiências nos aceleradores de partículas como os existentes no CERN ou o norte-americano TEVATRON, as câmaras subterrâneas do Super-Kamiokande no Japão para neutrinos, ou ainda o Observatório Pierre Auger para raios cósmicos. Prevê valores para propriedades das partículas elementares que são encontradas experimentalmente a várias ordens de grandeza de concordância. Por isso, sabemos existirem dois tipos fundamentais de partículas que se distinguem pelo tipo de spin (uma espécie de "rotação" intrínseca da partícula): os fermiões, com spin semi-inteiro, e os bósons, com spin inteiro. Os primeiros a que vulgarmente chamamos "matéria" podem ainda subdividir-se em quarks ou leptões, consoante sejam sensíveis à interação nuclear forte ou não; ao passo que os bósons podem ser responsáveis por interações fundamentais (gluões para a nuclear forte, fóton para a eletromagnética, bósons Z e W para a nuclear fraca, ou o hipotético gravitão para a interação gravitacional) ou por

conferir massa às partículas como o bóson de Higgs. Apesar de o Modelo Padrão da Física de Partículas ser robusto, existem ainda indagações, como, por exemplo, porque existem apenas três famílias de fermiões elementares (Fig. 1), ou qual a massa real de cada um dos neutrinos, ou se existem outras partículas além do Modelo Padrão? Esta última questão é um problema central da Gravitação e Cosmologia uma vez que se desconhece a natureza da matéria escura, sabendo-se apenas ser responsável por efeitos gravitacionais astrofísicos e cosmológicos observados. Diversos modelos para a matéria escura procuram extensões do Modelo Padrão, isto é, partículas exóticas como a hipotética partícula Adamastor proposta por investigadores nacionais. Na verdade, a composição do nosso mundo, não a sua estabilidade e leis fundamentais, pode ser explicada por apenas quatro destas partículas: os quarks up e down (Fig. 2), o eletrão e o fóton. Uma quinta partícula, o neutrino eletrónico, embora também muito abundante, interage tão fracamente com a matéria que pode ser dispensada para a nossa explicação. As restantes partículas completam a composição da natureza mas na verdade só conseguimos contactar com elas nos aceleradores ou detetores de partículas.

### Investigadores da Universidade dos Açores procuram explicações para a matéria escura e fenómenos astrofísicos



Na Universidade dos Açores, dois investigadores trabalharam já no domínio das partículas elementares: Nuno Sá, em extensões do sector de Higgs, e Cláudio Gomes, na partícula inflatão em teorias alternativas da

gravitação e em modelos exóticos de altas energias. Atualmente, na Uac ambos estudam partículas além do Modelo Padrão para explicar a matéria escura e fenómenos astrofísicos.