



CURIOSIDADES DA FÍSICA

José Maria Filardo Bassalo

www.bassalo.com.br

Os Físicos Brasileiros e a Descoberta das Partículas Charmosas (quark c) e Bonitas (quark b).

Em verbetes desta série, vimos que, em 1964, o **Modelo de Quarks** foi proposto, independentemente, pelos físicos norte-americanos Murray Gell-Mann (n.1929; PNF, 1969) (que deu o nome **quark**) e George Zweig (n.1947) (de origem russa, que o denominou de **ace**). Segundo esse modelo, os **hádrons**, seriam formados por combinações de **quarks** [e de seus correspondentes **antiquarks** de carga (Q) de sinal contrário]. Apenas três tipos de **quarks**: **up** (u; Q = +2e/3), **down** (d; Q=-e/3) e **strange** (s; Q=-e/3), seriam suficientes para formar todas as partículas elementares então conhecidas. Somente seriam válidas as combinações de carga elétrica total que fossem múltiplos inteiros da carga (e) do elétron, e assim os **hádrons** foram classificados entre **bárions** (e **antibárions**) ou **mésons**, sendo os **bárions** formados por qualquer combinação de três **quarks**, como, por exemplo: *próton* [p(uud)], *nêutron* [n(udd)], *lambda-zero* [Λ^0 (uds)], *sigma-mais* [Σ^+ (uus)], *sigma-zero* [Σ^0 (uds)], *sigma-menos* [Σ^- (dds)] e *ômega-menos* [Ω^- (sss)], e os **mésons** pelo par **quark-antiquark** como, por exemplo: *píons*: π^+ ($u\bar{d}$), π^0 [($u\bar{u} + d\bar{d}$)/ $\sqrt{2}$], π^- ($\bar{u}d$); *káons*: K^+ ($u\bar{s}$), K^0 ($d\bar{s}$), K^- ($\bar{u}s$). É interessante notar que, para os **mésons** destacados acima, temos: $\bar{\pi}^- = \pi^+$, $\bar{K}^- = K^+$, $\bar{\pi}^0 = \pi^0$ e $\bar{K}^0 \neq K^0$.

Mais tarde, com a previsão e descoberta de novos quarks: **charm** (c; Q=+2e/3), em 1964/1974; **bottom/bonito** (b; Q=-e/3), em 1974/1977; e **top** (t; Q=+2e/3), em 1974/1995, os principais aceleradores de partículas (anéis de colisão) no mundo: *Brookhaven National Laboratory* (BNL), *Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire* (CERN), *Deutsches Elektronen Synchrotron* (DESY/DORIS), *Fermi National Accelerator Laboratory* (FERMILAB: *Colaborações D0 e CDF*), *Frascati National Laboratory* (FNL/ADONE), e *Stanford Linear Accelerator Centre* (SLAC/SPEAR) (sobre esses aceleradores ver verbete nesta série) começaram a busca de novas partículas, previstas teoricamente, pois possuíam em sua estrutura quarkônica, esses novos *sabores* de quarks. Vejamos o resultado dessa busca.

Também já vimos, em verbetes desta série, que os **hádrons charmosos e mésons** e ou **bonitos** descobertos nas três últimas décadas do Século 20 foram os seguintes: *jota-psi*: [J/ Ψ ($c\bar{c}$)], em 1974 [*Physical Review Letters* **33**, p. 1404 (BNL); 1406 (SLAC); 1408 (FNL); *Physics Letters* **B53**, p. 393 (DESY)]; *sigma charmoso-duplo mais* [Σ_c^{++} (uuc)] e *lâmbda charmoso-mais* [Λ_c^+ (udc)] (*Physical Review Letters* **34**, p. 1125; *Physical Review Letters* **37**, p. 882), em 1975 e 1976, respectivamente; *méson-D charmoso-zero* [D_c^0 ($\bar{u}c$)] (*Physical Review Letters* **37**, p. 255), *méson-D charmoso-mais* [D_c^+ ($\bar{d}c$)] (*Physical Review Letters* **37**, p. 569), *cascade (Xi) charmoso-duplo mais* [Ξ_c^{++} (ucc)] (*Physical Review Letters* **37**, p. 882), em 1976; *upsilon* [Y ($\bar{b}b$)] [*Physical Review Letters* **39**, p. 252; 1240; 1640(E)], em 1977; *lâmbda bonito-zero* [Λ_b^0 (ddb)] (*Nuovo Cimento* **65**, p. 408), em 1981; *ômega charmoso-zero* [Ω_c^0 (ssc)] (*Physics Letters* **B122**, p. 455), em 1983; *cascade (Xi) charmoso-mais* [Ξ_c^0 (usc)] (*Physical Review Letters* **59**, p. 1530) e *méson bonito-zero* [B^0 ($\bar{b}d$)] (*Physics Letters* **B192**, p. 245), em 1987; *lâmbda bonito-zero* [Λ_b^0 (ddb)] (*Nuovo cimento* **A104**, p. 1787), em 1991; *sigma charmoso-zero* [Σ_c^0 (ddc)] e *sigma charmoso-duplo mais* [Σ_c^{++} (uuc)] (*Physics Letters* **B379**, p. 292), em 1996.

É oportuno registrar que na descoberta das partículas Σ_c^0 e Σ_c^{++} referidas no parágrafo acima, houve a participação dos seguintes físicos brasileiros: Sandra Amato (n.1963), João Carlos Costa dos Anjos (n.1944), Ignácio Alfonso de Bediaga e Hickman (n.1954), Hendly da Silva Carvalho (n.1966), Isaías Costa (n.1957), Carla Gobel (n.1969), João Ramos Torres de Mello Neto (n.1960), Jussara

Marques de Miranda (n.1962), Alberto Correa dos Reis (n.1958) e Alberto Franco de Sá Santoro (n.1941).

Vejamos, agora, a descoberta de novas partículas – **charmosas e bonitas** – que aconteceram nesta primeira década do Século 21: *sigma bonito-zero* [$\Sigma_{\mathbf{c}}^0$ (dsb)] e *sigma bonito-zero-estrela* [$(\Sigma_{\mathbf{c}}^0)^*$ [(dsb+bds+sdb+bsd+bsd+sdb)/ $\sqrt{6}$]], em 2007 [*Physical Review Letters* **99**, article number (an): 202001, FERMILAB/CDF]; *sigma bonito-menos* [$\Sigma_{\mathbf{c}}^-(ddb)$]; em 2007 (*Physical Review Letters* **99**, an.202001, FERMILAB/CDF); *cascade (Xi) estranho bonito-menos* [$\Xi_{\mathbf{c}}^-(dsb)$], em 2007 (*Physical Review Letters* **99**, na. 052001, FERMILAB/D0; na. 052002, FERMILAB/CDF); *ômega duplo estranho bonito-menos* [$\Omega_{\mathbf{c}}^-(ssb)$], em 2008 (*Physical Review Letters* **101**, na. 232002, FERMILAB/D0) e em 2009 (*Physical Review* **D80**, an 072003, FERMILAB/CDF); e *cascade (Xi) estranho bonito-zero* [$\Xi_{\mathbf{c}}^0(sub)$], em 20 de julho de 2011 (*arXiv:1107.4015v1* [hep-ex]), por uma colaboração mundial envolvendo 511 pesquisadores.

Destaquemos que na descoberta das partículas $\Xi_{\mathbf{c}}^-(dsb)$ (FERMILAB/D0) e $\Omega_{\mathbf{c}}^-(ssb)$ (FERMILAB/D0) referidas no parágrafo anterior, houve a participação dos seguintes físicos brasileiros: Gilvan Augusto Alves (n.1960), Ana Carolina Assis Jesus (n.1979), Jorge Barreto (n.1950), Márcia Begalli (n.1958), Wagner de Paula Carvalho (n.1968), Eduardo M. Gregores (n.1960), José Guilherme Rocha de Lima (n.1967), Arthur Kós Antunes Maciel (n.1951), Helena Brandão Malbouisson (n.1978), Carley Pedro de Oliveira Martins (n.1951), Pedro Galli Mercadante (n.1969), Hélio da Motta Filho (n.1955), Luiz Martins Mundim Filho (n.1966), Sérgio Ferraz Novaes (n.1956), Murilo S. Rangel (n.1982), Renata F. Rodrigues (n.1978), Wanda Lúcia Prado da Silva (n.1953), André Sznajder (n.1967). Registre-se que os físicos brasileiros Santoro e Moacyr Henrique Gomes e Souza (n.1944) só participaram da descoberta da $\Xi_{\mathbf{c}}^-(dsb)$.

Concluimos este verbete com um comentário devido ao meu estimado amigo e ex-aluno, Guilherme Lima (a quem agradeço a leitura crítica deste texto), graduado na *Universidade Federal do Pará* (UFPA), doutor pelo *Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas* (CBPF) e, atualmente, professor da *Northern Illinois University* (Illinois, USA), de que a inexistência de **hádrons topônicos**, formados com o **quark top**, resulta do fato de ser este **quark** muito massivo ($\sim 200 \text{ GeV}/c^2$), sendo assim tão instável que não sobrevive o suficiente para se juntar aos outros **quarks**.



[ANTERIOR](#)

[SEGUINTE](#)