

Modelo Padrão das Partículas Elementares



Parâmetro universal obtido por brasileiro foi incluído no principal compêndio da física de partículas

06 de dezembro de 2022

José Tadeu Arantes |Agência

FAPESP – A interação forte é um ingrediente fundamental para a existência do Universo, tal como o

conhecemos. É ela que aglutina os quarks para formar prótons e nêutrons. Estes, por sua vez, compõem os núcleos dos átomos. Recebe o nome de “forte” porque, na escala do núcleo, é de fato muito mais forte do que as outras três interações conhecidas: a gravitacional, a eletromagnética e a fraca. Por ser tão forte, é impossível encontrar quarks livres de forma estável na natureza.

O cálculo da força forte depende de um parâmetro que pode ser considerado uma das grandezas fundamentais da física: a constante de acoplamento forte, conhecida como “alpha_s”. Este é um número puro, adimensional, que vale, na média atual, $0,1179 \pm 0,0009$.

O valor da constante é estabelecido pela média das determinações consideradas mais confiáveis, feitas por diferentes grupos de pesquisa espalhados pelo mundo. Em colaboração com pesquisadores de quatro países diferentes, [Diogo Boito](#), professor do Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo (IFSC-USP), determinou recentemente o valor da constante de acoplamento forte alpha_s em quatro processos diferentes.

Os resultados obtidos por Boito e colaboradores foram publicados nos últimos anos na *Physical Review D* (em [2018](#) e [2021](#)), na [Physics Letters B](#) e no [Journal of High Energy Physics](#). A novidade é que esses resultados foram incorporados agora à média divulgada pela edição de 2022 da [Review of Particle Physics](#), contribuindo ao valor recomendado atualmente $0,1179 \pm 0,0009$.

A *Review of Particle Physics* é uma espécie de compêndio, bastante extenso e altamente especializado, que sumariza os principais resultados da pesquisa em física de partículas e cosmologia. A edição de 2022 agrega 2.143 novas medições relativas às propriedades de quarks, léptons, bósons etc. A publicação é mantida pelo Particle Data Group (PDG), uma colaboração

internacional que reúne pesquisadores de 172 instituições de 26 países. Sua coordenação principal está sediada no Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL), nos Estados Unidos.

“Quatro determinações nossas para alpha_s entraram na média mundial dessa constante feita pelo PDG”, diz Boito à **Agência FAPESP**. E acrescenta: “A teoria não permite prever o valor da constante de acoplamento forte. Por isso, para determiná-la, temos que combinar cálculos teóricos com dados experimentais”.

O pesquisador informa que, para extrair o valor da constante, ele e colaboradores calcularam diferentes processos, como decaimentos de partículas, espalhamentos em colisões etc., e compararam seus cálculos com resultados experimentais obtidos em grandes aceleradores de partículas, como o Large Hadron Collider (LHC), da Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear (Cern).

“Nossas determinações resultaram de cálculos teóricos de dois tipos de processos: decaimentos do lépton tau em partículas formadas por quarks, conhecidas como hadrons; e produção de hadrons na interação do elétron com sua antipartícula, o pósitron”, afirma Boito.

Aqui, é preciso abrir dois parágrafos explicativos.

O chamado “modelo padrão” enquadra todas as partículas conhecidas e consideradas elementares em três famílias: quarks, léptons e bósons. A família dos quarks possui seis integrantes (up, down, charm, strange, top e bottom). A família dos léptons também possui seis integrantes (elétron e neutrino do elétron, múon e neutrino do múon, tau e neutrino do tau). A família dos bósons possui quatro integrantes que medeiam as relações entre as outras partículas (fóton, glúon, Z e W) e mais o bóson de Higgs (H), que supostamente explica o fato de as partículas elementares possuírem massa.

Essa divisão pode sugerir a ideia de que os integrantes das diferentes famílias não se misturam, por assim dizer. Mas não é isso que acontece. Nas colisões, o que ocorre são reconfigurações da energia, que podem transformar quarks em léptons e léptons em quarks, com os bósons entrando nas contas. É a isso que Boito se refere quando fala do decaimento do tau, o lépton mais pesado, formando hadrons, constituídos por quarks; e na produção de hadrons devido à colisão de dois léptons leves, o elétron com sua antipartícula.

“Comparamos nossos cálculos teóricos com resultados experimentais obtidos em vários aceleradores de partículas pelo mundo, tais como os experimentos ALEPH e OPAL, do Cern (Suíça), BES (China), Belle (Japão), KEDR (Rússia), para citar apenas alguns”, prossegue Boito.

“Nossos trabalhos foram feitos no contexto de duas colaborações internacionais. Uma delas focada nos decaimentos do lépton tau, com a importante participação de nosso estudante de mestrado **Marcus Rodrigues, bolsista** da FAPESP, e dos professores Maarten Golterman [San Francisco State University], Kim Maltman [York University] e Santiago Peris [Universitat Autonoma de Barcelona]. A outra em parceria com o professor **Vicent Mateu Barreda**, da Universidad de Salamanca [Usal], na Espanha, com quem temos um projeto de pesquisa **financiada** por FAPESP e Usal no âmbito do programa **SPRINT** [São Paulo Researchers in International Collaboration]. Todos os quatro trabalhos nossos acolhidos agora pelo PDG se deram sob o guarda-chuva de meu projeto de pesquisa ‘**Determinação precisa de parâmetros fundamentais da QCD**’, financiado por meio do programa Jovens Pesquisadores em Centros Emergentes [**JP-FAPESP**]'”, relata Boito.

A edição de 2022 da *Review of Particle Physics* pode ser acessada em:

<https://pdg.lbl.gov/#gsc.tab=0>.