

Proposta para abertura de Concurso na área de Física de Hádrons

Apresentação

O GRupo de HAdrons e Física TEórica (GRHAFITE) é um grupo interdepartamental composto por seis docentes (quatro do DFEP e dois do DFNC), oito alunos de pós graduação, quatro pós doutores e cinco alunos de iniciação científica. Os pesquisadores do grupo têm obtido apoio regular das agências financiadoras (dois dos docentes do grupo são pesquisadores 1A do CNPq) e trabalhamos essencialmente com duas linhas de pesquisa que estão na fronteira da física internacional: a física do Large Hadron Collider (LHC) e a física de estados hadrônicos, incluindo os estado exóticos. Estas são áreas que ainda se encontram em expansão nos EUA, Europa e Japão, com jovens pesquisadores sendo contratados em instituições de excelência, tais como o Jefferson Laboratory, Brookhaven National Laboratory, CERN (Suíça) e RYKEN (Japão).

(1) Justificativa científica

(A) Descrição da área de pesquisa: O objetivo da física de hádrons é entender a estrutura dos bárions (como o próton e o neutron) e dos mésons (como o pión) e os mecanismos de reações entre essas partículas a baixas, médias e altas energias, partindo da cromodinâmica quântica (QCD), o setor do modelo padrão que descreve interações fortes no nível fundamental. A física de hádrons é a base da física nuclear. Se por um lado esta última fornece limitações experimentais para a primeira, qualquer descoberta na física de hádrons tem implicações profundas na física nuclear. Assim é que, em meados dos anos 80, simulações numéricas da QCD em altas temperaturas levaram à previsão da existências do plasma de quarks e glúons (QGP), estado em que estas partículas estão livres. Na década passada estudos teóricos da teoria no limite de altas energias levaram à previsão da existência do “Color Glass Condensate” (CGC), estado com densidade de glúons muito alta e que se comporta semi-classicamente. A existência do QGP foi recentemente confirmada nos experimentos do LHC. Esta descoberta deve mudar a concepção

sobre o interior das estrelas compactas, área na qual também atuamos. A física destas estrelas vem ganhando impulso com as medidas de massa estelar feitas recentemente e ainda com as medidas de ondas gravitacionais, que vão tornar muito mais preciso o nosso conhecimento da equação de estado da matéria hadrônica densa.

Além desses tópicos já tradicionais da física de hádrons, nos últimos anos novos desenvolvimentos teóricos surgiram, entre eles a supercondutividade de cor, a superfluidez de sistemas de quarks e a conexão entre QCD e a teoria de supercordas, conhecida genericamente como conexão AdS/CFT. Todos estes novos aspectos da física teórica poderão também ser analisados no LHC.

No domínio da estrutura hadrônica, novas descobertas foram feitas na década passada. Em particular, foram observados novos estados hadrônicos que não se encaixam na descrição do modelo convencional de quarks. Os novos estados parecem ser feitos de combinações de dois quarks e dois antiquarks (tetraquarks) ou de moléculas de dois mésons. Em qualquer caso, estamos diante de uma novidade na espectroscopia de hadrons. Também neste caso os resultados experimentais já obtidos estão sendo corroborados, ou descartados, pelos novos resultados do LHC.

Em resumo, esta é uma física de fronteira e hoje estamos no limiar de importantes descobertas, a exemplo dos estados exóticos carregados e estados de pentaquarks.

(B) Prognósticos de evolução da área:

A física de hádrons é impulsionada pelas novas experiências cujos resultados estarão em debate durante a próxima década. Ela tem assim grande potencial de descoberta e grande capacidade de motivar jovens talentos. As experiências já em andamento são as colisões de partículas realizadas principalmente nos aceleradores RHIC (EUA), LHC(EUA), KEK(Japão) e BES(CHINA). Dentro de alguns anos entrarão em operação o Eletron-Ion Collider (EUA) e o FAIR (Alemanha). Em conjunto estas máquinas vão produzir resultados por pelo menos quinze anos com grande potencial de descoberta. Mundo afora, universidades e institutos de pesquisa vêm contratando pesquisadores nesta área. No IFUSP temos oito físicos teóricos trabalhando nesta área cinco no DFEP, dois no DFN e outros dois no DFMA. Além deles temos quatro físicos experimentais no DFN. os pesquisadores do IFUSP têm um bom nível de inserção nas colaborações internacionais teóricas e experimentais.

(C) Descrição do impacto da nova vaga:

A abertura de uma nova vaga nesta área irá sem dúvida ampliar a diversidade de pesquisa, melhorar a robustez do ambiente científico e ampliar as oportunidades de formação dos nossos alunos. Além disso, três dos docentes do GRHAFITE estão prestes a deixar o IFUSP (duas aposentadorias e uma transferência para uma universidade americana). Para que a produção seja mantida é necessário haver reposição destes quadros.

(D) Viabilidade da execução de projetos na área:

A pesquisa em física hadrônica no IFUSP não somente é viável como vem sendo executada com muita competência. O GRHAFITE tem destaque internacional nesta área e temos recebido convites para apresentar seminários em sessões plenárias das grandes conferências da área. Nossas atividades de pesquisa têm gerado várias publicações (16 artigos em revistas internacionais indexadas nos últimos doze meses) e várias teses de mestrado e doutoramento concluídas. Muitos dos doutores formados por nós obtiveram posições em universidades públicas, e outros estão fazendo pós-doutorado.

(2) Outras justificativas:

Como o Prof. Jorge Noronha deixará o País em breve, pois obteve uma oferta de emprego nos USA, e como os Profs. Manoel R. Robilotta e Marina Nielsen irão se aposentar em breve, o grupo perderá três docentes. Para que o desempenho e a relevância nacional e internacional do grupo não seja prejudicada, é urgente a reposição de seus quadros.

(3) Interfaces com grupos do IFUSP:

Já existe uma bem consolidada interação entre os membros do GRHAFITE (que é um grupo teórico) com os membros do HEPIC (que é um grupo experimental também da área de física hadrônica), havendo inclusive publicações conjuntas com a participação de membros do dois grupos. Existe ainda um grande potencial para interações com outros grupos. Como nós estudamos a transição de fase quark-hadron, existem problemas que podem ser abordados em colaboração com nossos colegas da mecânica estatística teórica e também com os colegas da cosmologia, uma vez que esta transição também

ocorreu no universo primordial. Há ainda aspectos do nosso trabalho que têm superposição com o trabalho dos pesquisadores de teorias quânticas de campos. Finalmente, o recente estudo de novos aspectos quânticos dos sistemas de quarks e gluons aproximou o nosso trabalho dos pesquisadores de informação quântica do IF.

(4) Sugestão para o edital:

Além das disciplinas de física básica, a disciplina “Física de Hadrons” poderia fazer parte das disciplinas do concurso. Sugerimos que a vaga vá para o departamento de física nuclear, que tem a vocação natural para ser tanto o hospedeiro como para de fato abrigar o pesquisador contratado.

(5) Outras fundamentações:

Há no mundo um bom número de excelentes pósdocs nesta área que estariam interessados em participar de um eventual concurso no IFUSP. Nos últimos dois concursos nesta área houve vários candidatos fortíssimos e no último deles o contratado foi um estrangeiro. No momento poderíamos citar pelo menos quatro candidatos com currículos excelentes (encaminhados em anexo): Miguel Albaladejo, Vinicius Debastiani, Jorgivan M. Dias e Maurício Martinez.