

13ª Mostra da Produção Universitária

Rio Grande/RS, Brasil, 14 a 17 de outubro de 2014.

O Plasma de Quarks e Glúons e o diagrama de fase da matéria nuclear – resultados de colisões de íons pesados ultrarelativísticos.

Oliveira, Max Cleidman
Brenner Mariotto, Cristiano
Max.oliveira88@yahoo.com

Evento: Mostra de produção universitária.
Área do conhecimento: Física.

Palavras-chave: Diagrama de fase; QGP; Partículas elementares.

1 INTRODUÇÃO

Neste trabalho estudamos o Plasma de Quarks e Glúons (QGP) [1], detectado em colisões ultrarelativísticas de íons pesados, realizadas nos colisores RHIC (Relativistic Heavy Ion Collider), nos Estados Unidos, e LHC (Large Hadron Collider), no CERN.

Teoriza-se que, em microssegundos após o *big-bang*, o universo teria condições que possibilitariam a existência do QGP, até um momento onde os quarks e glúons se confinaram formando hádrons; já nos grandes colisores que se tem hoje é feito o inverso, íons pesados são acelerados em velocidades ultrarelativísticas e se chocam frontalmente, desconfinando por um curto tempo os quarks e glúons formando, assim, o QGP. Essa transição de estado entre a matéria hadrônica e o QGP é o foco desse trabalho, que pretende estudar o diagrama de fase da matéria nuclear.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Os hádrons são partículas formadas por quarks e glúons; a quantidade dessas partículas dentro do hádron é dinâmica e varia com a escala de energia, sendo esta dependência predita pela teoria da Cromodinâmica Quântica (QCD) [2]; segundo essa teoria, os quarks sempre estão confinados nos hádrons, interagindo uns com os outros de forma a anularem suas cargas de cor (vermelho, azul, verde, e as correspondentes anticores), ou seja, a carga de cor resultante de um hádron é sempre branca; observe que as cargas de cor em nada tem a ver com cores reais, sendo propriedades análogas à carga elétrica, porém com as peculiaridades da QCD. Quarks sempre são observados em confinamento dentro de hádrons, a única forma de desconfiná-los é em colisões ultrarelativísticas [3]. O resultado desse desconfinamento é o QGP. A existência do QGP é uma predição da QCD, e suas propriedades vêm sendo testadas através da comparação entre teorias, modelos e resultados experimentais do RHIC e LHC.

3 MATERIAIS E MÉTODOS (ou PROCEDIMENTO METODOLÓGICO)

Como forma geral, foram utilizados para a pesquisa livros de variadas áreas da física [1,2,3,4] e artigos científicos [5]. Para a caracterização do diagrama de fase

13ª Mostra da Produção Universitária

Rio Grande/RS, Brasil, 14 a 17 de outubro de 2014.

são usadas variáveis termodinâmicas como: volume, temperatura, entropia, pressão, densidade bariônica, potencial químico, sendo a termodinâmica usual estendida para as variáveis específicas da matéria nuclear [3].

4 RESULTADOS e DISCUSSÃO

A formação do QGP é resultado de colisões ultrarelativísticas, onde uma grande quantidade de energia é liberada, essa energia deve ser suficiente para elevar a temperatura e a pressão de forma a possibilitar o desacoplamento dos quarks e glúons de seus hádrons de origem, formando assim uma espécie de “sopa quântica” onde se podem encontrar quarks e glúons desorganizados.

Já que a formação do QGP depende da temperatura, pressão e densidade bariônica, estudamos os possíveis diagramas de fase da matéria nuclear, onde observa-se uma condição crítica que define se a transição de matéria confinada para QGP será de primeira ou segunda ordem e em que temperaturas pode ocorrer esta transição, em torno de 150 MeV. Nosso resultado principal é o estudo do diagrama de fase da matéria nuclear, com ênfase no QGP, mas neste diagrama também estão presentes outros estados da matéria: para baixas temperaturas e baixa densidade bariônica temos a matéria hadrônica usual (confinada); para baixa temperatura e alta densidade bariônica pode existir uma fase supercondutora de cor; para densidade bariônica intermediária, temos o estado da matéria presente em estrelas de nêutrons. O detalhamento desse diagrama aumentou bastante nos últimos anos, mas a sua precisão e a existência dos estados acima mencionados é ainda uma questão em aberto, que mobiliza uma grande comunidade científica na fronteira entre física nuclear e física de partículas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa ainda inicial tem se mostrado satisfatória até o dado momento, elevando o nosso grau de compreensão daquilo que podemos chamar de quinto estado da matéria. Contudo, um entendimento mais profundo do QGP e da QCD serão nosso objeto de estudo nos próximos anos. Muito ainda há de se estudar nessa área que hoje pode ser considerada como ciência de ponta e promete grandes avanços no futuro.

REFERÊNCIAS

- [1] YAGI, K.; HATSUDA, T. ; MIAKE, Y. **Quark-Gluon Plasma**. Cambridge, 2005
- [2] GRIFFITHS, DAVID. **Introduction to Elementary Particles**. 2. ed. Weinheim: WILWY-VHC Verlag GmbH & Co. KGaA, 2008.
- [3] VOGT, R. **Ultrarelativistic Heavy-Ion Collisions**, Elsevier, 2007
- [4] TIPLER, P.A.; LLEWELLYN, R. A. **Física Moderna**, 3 ed., LTC, 2001.
- [5] *Inspire High Energy Physics database*. Disponível em: <<http://inspirehep.net/>>. Acesso em: 1 Jun. 2014.