

# ***Química Quântica de Sistemas Quarkônicos***

*Cristiano Costa Bastos, Joacy Vicente Ferreira e Antonio Carlos Pavão*

*Departamento de Química Fundamental, UFPE*

## **Teoria de quarks**

Em 1964 Gel'Mann e Murray independentemente desenvolveram uma nova teoria para a física das partículas elementares, o modelo de quarks. Com carga elétrica fracionária, os quarks seriam os constituintes dos bárions e mésons. Neles os quarks estariam eternamente confinados, embora alguns estudos propõem a existência de quarks livres. Na Fig. 1 apresentamos as três gerações de quarks, divididas em dois grupos segundo a carga elétrica.

$+2/3e$	<i>u up</i>	<i>c charm</i>	<i>t top</i>
$-1/3e$	<i>d down</i>	<i>s strange</i>	<i>b bottom</i>

**Figura 1.** As três gerações de quarks.

Todas as forças de interação que ocorrem na natureza atuam sobre os quarks. A força forte é transferida entre os quarks através dos glúons, cujo decaimento pode ser associado a criação do par quark-antiquark, semelhante ao caso do fóton no processo de criação do par elétron-pósitron.

## **Interação de Quarks Livres com a Matéria**

Estudos de propriedades químicas de átomos com cargas nucleares fracionárias foram bastante desenvolvidos nos anos 80.

Neste trabalho apresentamos algumas implicações cosmológicas devido a interação de quarks com a matéria durante o processo de formação do universo. Nosso estudo é baseado na equação (I).

$$A + B + q_1 + q_2 \rightarrow Aq_1 + Bq_2 + \Delta E \quad (\text{I})$$

Uma vez ocorrida alguma interação deste tipo no universo primordial, uma diferença de energia ( $\Delta E$ ) seria liberada, o que indica possíveis correções no modelo padrão da cosmologia.

A Fig. 2 mostra o comportamento das energias e temperaturas de diversos sistemas quark-átomo em função da carga nuclear.

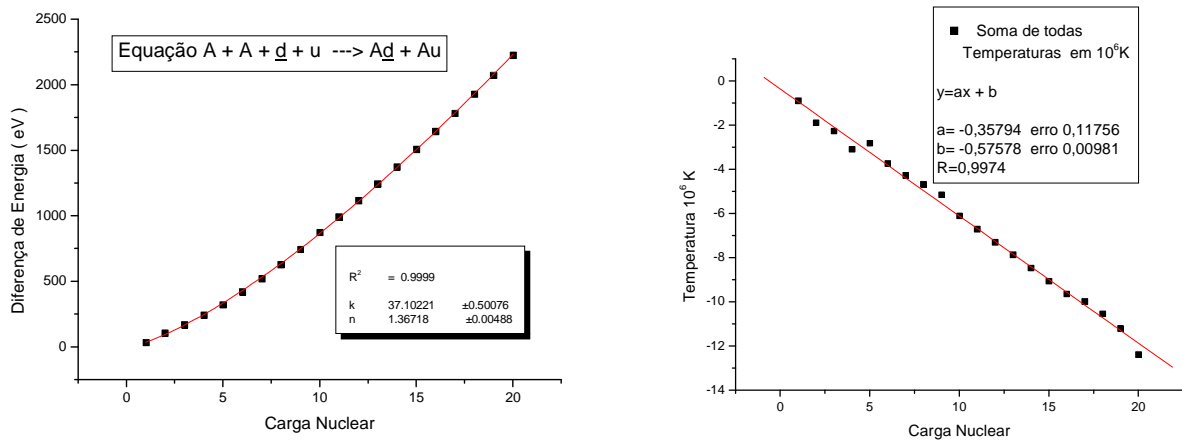
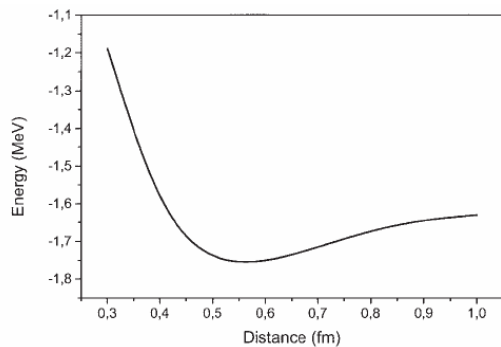


Figura 2. Energias e temperaturas relacionadas a interações quark-matéria.

Observa-se uma assimetria na energia devido a variação da carga nuclear, o que contabiliza um acréscimo na temperatura do universo.

### Sistema Molecular para o próton

Um modelo quark-bóson formado por um caroço de três quarks up de carga  $+2/3e$  rodeado por um bóson de carga  $-1e$ , foi utilizado para descrever o próton ( $uud$ ). De acordo com a curva de energia potencial obtida (figura 3) a partir de cálculos de orbitais moleculares, observa-se uma boa concordância entre as dimensões calculadas (0.5fm) e as obtidas experimentalmente (0.8fm).



**Figura 3.** Curva de energia potencial para o próton: energia eletrônica total HF versus distância entre os três quarks  $up$  na geometria  $D_{3h}$ .

### Referencias

1. Abdalla, M. C. B. ; *O charme das partículas elementares*, 2006, Editora da Unesp.
2. Perl, M.L., Loomba, D.; *Mod. Phys. Let.*, **35**, 2595 (2004).
- (a) Schaad L.J., Hess, B.A., Wikswo J.P., Fairbank W.M.; *Phys. Rev. A* ,23 (4): 1600 (1981). (b) Lackner, K.S., Zweig, G.; *Lettere Al Nuovo Cimento*, 33 (3): 65-73 (1982).
3. Pavão, A.C., Ferreira J.V.; *Int. J. of Quant. Chem.*, **106** (13): 2578-2580 (2006).