

A FUNÇÃO DE ESTRUTURA DO PRÓTON NO REGIME DE ALTAS ENERGIAS

GILVANA COELHO PENEDO¹ JOÃO THIAGO DE SANTANA AMARAL²

¹Universidade Federal de Pelotas – gilvana.penedo@gmail.com

²Universidade Federal do Rio Grande – jtamaral@furg.br

1. INTRODUÇÃO

Numa colisão hadrônica em altas energias, a densidade de quarks e glúons dentro do hádron cresce rápida e indefinidamente, o que leva também ao mesmo crescimento das seções de choque. Esse comportamento, previsto pela Cromodinâmica Quântica (QCD), foi revelado experimentalmente pela primeira vez através das medidas do espalhamento profundamente inelástico (DIS) elétron-próton (BREITWEG et al., 2000; ADLOFF et al., 2001; CHEKANOV et al., 2001) no antigo colisor HERA. O DIS consiste no processo mais simples que descreve as propriedades da QCD no regime de altas energias, pois envolve, além de um próton (que possui uma estrutura), o elétron, que não possui estrutura e sai intacto após a colisão.

No referencial de dipolo (BARONE; PREDAZZI, 2002), convenientemente útil em processos com fótons em altas energias, as seções de choque do DIS são fatorizadas, sendo expressas como convoluções entre a função de onda da separação do fóton trocado na interação elétron-próton em um par quark-antiquark, chamado de dipolo, e a seção de choque de dipolo, que descreve a interação do dipolo com o próton e contém toda a informação sobre a dinâmica não linear da QCD em altas energias. Esta seção de choque pode ser modelada com base nas propriedades conhecidas da evolução hadrônica e do espalhamento em altas energias.

Neste trabalho, além do estudo da cinemática e dinâmica do DIS, iniciamos a investigação de dois dos principais modelos fenomenológicos para a seção de choque de dipolo (GOLEC-BIERNAT; WÜSTHOFF, 1999; IANCU et al., 2004), que podem ser utilizados, por exemplo, na descrição das medidas do espalhamento profundamente inelástico da função de estrutura do próton F_2 , que fornece a distribuição de quarks no próton.

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho consistiu na busca por um embasamento teórico para se compreender como os modelos fenomenológicos para a seção de choque de dipolo, foram introduzidos e apresentados na literatura. Primeiramente foi feita uma revisão dos principais conceitos contidos num processo de espalhamento geral, seja ele clássico ou quântico (MARION e THORNTON, 2011), para em seguida ser estudada a cinemática de um processo de espalhamento geral entre partículas relativísticas, com ênfase na descrição dos tipos possíveis tipos de processos envolvendo duas partículas no estado inicial (BARONE; PREDAZZI, 2002). No caso dos processos inclusivos, o exemplo tratado foi o DIS elétron-próton, com ênfase nas variáveis cinemáticas e na expressão para a seção de choque total, que por sua vez pode ser escrita em termos da função de estrutura F_2 . Por fim, em um outro referencial, chamado

referencial de dipolo (para uma revisão, ver AMARAL, 2008), foi estudada a expressão da função de estrutura do próton F_2 , expressa em termos da seção de choque de dipolo, para a qual existem vários modelos na literatura, os dois mais simples tendo sido apresentados por GOLEC-BIERNAT; WÜSTHOFF (1999) e por IANCU et al. (2004).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Até o presente momento, foram realizados todos os estudos envolvendo processos gerais de espalhamento (não relativísticos e relativísticos) e aqueles envolvendo o DIS elétron-próton, com o tratamento analítico de toda a cinemática e das expressões finais importantes, como seções de choque diferencial e total, bem com a função de estrutura F_2 . Com dois dos modelos fenomenológicos para a seção de choque de dipolo já introduzidos, seus tratamentos analítico e numérico estão em desenvolvimento.

4. CONCLUSÕES

O estudo teórico proposto neste trabalho de pesquisa trouxe, e vem trazendo, importantes contribuições para a formação de estudantes, seja em nível de graduação ou de pós-graduação, por tratar de um dos diversos temas importantes que se encontram na fronteira de conhecimento na área espalhamento e da QCD em altas energias, especialmente com o atual funcionamento do Grande Colisor de Hádrons (LHC), que foi construído e desenvolvido para que seja possível, cada vez mais, compreender a estrutura fundamental da matéria e a origem e evolução do Universo em que vivemos. Além disso, existe a proposta de construção de um novo colisor elétron-próton (ARMESTO, 2013), que alcançará mais altas energias que os anteriores, o que permitirá o estudo dos modelos atuais para as seções de choque de dipolo, bem como o desenvolvimento de outros modelos, sejam eles puramente fenomenológicos ou obtidos a partir de primeiros princípios.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BREITWEG, J. et al. Measurement of exclusive omega electroproduction at HERA. **Physics Letters B**, v. 487, p. 273, 2000.

ADLOFF, C. et al. Deep inelastic inclusive ep scattering at low x and a determination of $\alpha_s(s)$. **European Physical Journal C**, v. 21, p. 33, 2001.

CHEKANOV, S. et al. Measurement of the neutral current cross-section and $F(2)$ structure function for deep inelastic e + p scattering at HERA. **European Physical Journal B**, v. 21, p. 443, 2001.

BARONE, V; PREDAZZI, E. **High-Energy Particle Diffraction**, New York: Springer-Verlag, 2002.

GOLEC-BIERNAT, K.; WÜSTHOFF, M. Saturation effects in deep inelastic scattering at low Q^2 and its implications on diffraction. **Physical Review D**, v. 59, p. 014017, 1999.

IANCU, I.; ITAKURA, K.; MUNIER, S. Saturation and BFKL dynamics in the HERA data at small x . **Physics Letters. B**, v. 590, p.199, 2004.

THORNTON, S.T; MARION, J. B. **Dinâmica Clássica de Partículas e Sistemas**. São Paulo: Editora, 2011. Cap. 9, p. 291 – 336.

AMARAL, J.T. **Amplitudes de espalhamento na Cromodinâmica Quântica em altas energias e o formalismo de dipolos**.2008. Tese – Programa de Pós-graduação em Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

ARMESTO, N. Low- x Physics at the LheC. **PoS DIS**, v. 2013, p. 263, 2013.