

DIAGRAMAS DE FEYNMAN NA *QED* – A EXPANSÃO PERTURBATIVA DA MATRIZ *S*

Daniel Medeiros Reis¹, Franz Peter Alves Farias²

1. Bolsista PIBIC/FAPESB, Graduando em Bacharelado em Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: danmreis@live.com
2. Orientador, Departamento de Física, UEFS, e-mail: franz.farias@uefs.br

PALAVRAS-CHAVE: *QED*, Teoria de Campos, Diagramas de Feynman.

INTRODUÇÃO

Apresentamos o projeto do trabalho de pesquisa que aborda a linguagem dos diagramas de Feynman para a expansão perturbativa da matriz *S* na *QED*. A *QED*, ou Eletrodinâmica Quântica, é a teoria física que dá conta da interação entre os campos quânticos fundamentais: o de Maxwell (eletromagnético – cuja excitação elementar é o fóton) e o de Dirac (de matéria – cujas excitações elementares são o elétron e o pósitron). A interação entre estes dois campos é dada pelo acoplamento entre o quadripotencial vetor e a corrente de matéria na forma [1]

$$H_{int} = - \int d^3x \mathcal{L}_{int} = e \int d^3x A_\mu \bar{\Psi} \gamma^\mu \Psi,$$

onde \mathcal{L}_{int} é a densidade de Lagrangeana de interação, A_μ é o quadripotencial vetor, $\Psi, \bar{\Psi}$ são o campo de Dirac e seu adjunto, respectivamente, e γ_μ são as matrizes de Dirac. A Hamiltoniana de interação da *QED* estabelece correções à Hamiltoniana H_0 dos campos livres. A idéia é resolver este problema quanto-mecânico através da Teoria de Perturbação dependente do tempo, que no caso de campos conduz ao desenvolvimento perturbativo conhecido como Matriz *S*. Esta matriz determina, portanto, as correções radiativas a um dado processo físico de espalhamento entre as excitações elementares dos campos quânticos fundamentais. Este procedimento de determinação da matriz *S* já foi resolvido por três prêmios Nobel de Física: Feynman, Tomonaga e Schwinger. Em particular, Feynman desenvolveu a formulação de integral de caminho para os processos quânticos e percebeu que as correções radiativas dadas pela matriz *S*, a um dado processo de espalhamento quanto-mecânico, podiam ser determinadas e interpretadas em termos da construção de certos diagramas, que passaram a ser conhecidos por Diagramas de Feynman. Nosso foco neste trabalho é precisamente aprender a linguagem trazida pelos diagramas de Feynman e abordaremos essa questão a partir do espalhamento elétron-pósitron em múon-anti-múon, tratado nas ordens mais baixas da expansão perturbativa.

METODOLOGIA

A pesquisa inicia com uma preparação em formalismos Lagrangeano e Hamiltoniano e em teoria clássica de campos [1–3]. Em seguida, passamos às equações quanto-relativísticas de partículas, para depois alcançar os campos quânticos [1,3].

Nesta primeira fase contaremos com a referência base: *A Modern Introduction to Quantum Field Theory* de Michele Maggiore, e mais alguns textos e artigos [4–6] e outros interessantes que surjam do levantamento bibliográfico. Com o domínio dos campos quânticos livres, o passo seguinte é o estudo da solução via expansão perturbativa da matriz S e a linguagem dos diagramas de Feynman. Apresentações de seminários no Grupo de Pesquisa, em Teoria de Campos e Física Matemática do DFIS, acerca dos temas abordados, têm sido realizadas como forma de acompanhamento juntamente com os encontros semanais de discussão com o orientador. O trabalho está na fase inicial ainda, e estamos alcançando as equações de onda quanto-relativísticas.

RESULTADOS

Os resultados que esperamos conseguir são principalmente a preparação em teoria quântica de campos no formalismo canônico, tendo como objeto a *QED*, e o entendimento da linguagem dos diagramas de Feynman, que embora surgida neste contexto, aplica-se atualmente a toda teoria de calibre em Física (Yang-Mills, Eletrofraca, Modelo Padrão, Teoria de Campo de Corda, etc.). Como exemplo de diagrama de Feynman, podemos citar o processo de espalhamento Bhabha (a interação entre elétron e pósitron através da troca de fóton virtual) cujo diagrama é o ilustrado pela Figura 1. O processo de espalhamento representado é o de ordem zero!

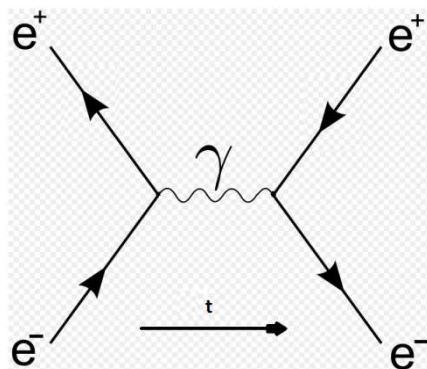


Figura 1 – Diagrama de Feynman para processo do espalhamento Bhabha em ordem zero (sem correções radiativas). O curso do tempo é definido da esquerda para a direita.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho apresentamos a proposta da pesquisa a ser desenvolvida durante a iniciação científica em teoria quântica de campos e que focará a linguagem dos diagramas de Feynman para as correções radiativas em ordens mais baixas na expansão perturbativa da matriz S para o processo de espalhamento elétron-elétron em múon-anti-múon.

REFERÊNCIAS

- [1] MAGGIORE, M. *A Modern Introduction to Quantum Field Theory*. New York: Oxford University Press (2006).
- [2] LEMOS, N.A. *Mecânica Analítica*, 2ª Ed. São Paulo: Livraria da Física (2007).
- [3] PESKIN, M.E., SCHROEDER, D.V. *Introduction to Quantum Field Theory*. Colorado: Westview Press (1995).
- [4] KAISER, D. *Physics and Feynman's Diagrams*. American Scientist **93**, 156 (2005).
- [5] EVANS, N.J. *An Introduction to QED and QCD*. Lectures at School on High Energy Physics (Southampton) (2008).
- [6] FILIPPOV, G.M. *New Perturbation Theory in QED*. (2006). Disponível em: arXiv:quant-ph/0610002v1.