UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76
Recredenciamento pelo Decreto nº17.228 de 25/11/2016
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS
SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2021

ESTUDO DA INVARIÂNCIA DE CALIBRE EM TEORIA DE CAMPOS: O CASO NÃORELATIVÍSTICO

Francina Estefânia Guimarães Barbosa[1]; Milton Souza Ribeiro Miltão[2]
1. Bolsista PIBIC/CNPq, Graduando em Licenciatura em Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: Francina.eguimaraes@gmail.com
2. Orientador, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: miltaaao@gmail.com

PALAVRAS-CHAVE: Física de Campos; Ação Local; Invariância de Calibre.

INTRODUÇÃO

O objetivo geral do trabalho é promover, através de estudos, a formação de temas relacionados à teoria de campos, que é o ramo que estuda os constituintes da matéria e da radiação, junto com a história da ciência, também considerando o domínio das técnicas matemáticas para obter resultados significativos do tema.

O objetivo específico será estudar mais a fundo a invariância de fase em teoria de campos, buscando novos métodos para a aplicação considerando o caso não-relativístico.

Compreender as equações de uma partícula não relativística se constitui no início de qualquer estudo no importante tema da área de Física de Partículas e Campos para aqueles que já tiveram contato com as transformações de Galileo, algo de grande importância. Vale frisar que a área de Física de Partículas e Campos se constitui, por seu turno, em uma área de pesquisa do Campo do Saber da Física. Não sem razão esse tema é bastante estudado na literatura, o que justifica o presente trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS OU METODOLOGIA (ou equivalente)

O estudo do plano tem como base o aprimoramento matemático com novas abordagens em teoria de grupos. Dando continuidade ao estudo da Física de Campos iniciamos introduzindo conceitos mais avançados para o tratamento de leis físicas a serem trabalhadas no projeto, assim como, resolução de problemas em teoria quântica na utilização das equações invariantes e aprofundamento teórico e abordagens pontuais em temas correlacionados a Teoria Quântica de Campos com discussões frequentes no suporte do orientador.

A utilização de artigos científicos foi primordial para o aprimoramento do domínio das teorias abordadas e estudadas, bem como a utilização de livros publicados na literatura.

RESULTADOS E/OU DISCUSSÃO (ou Análise e discussão dos resultados)

O modelo padrão de partículas é a teoria física mais completa que nos temos, e o seu objetivo é bem simples, descrever toda matéria visível no universo assim como todas as formas possíveis dessa matéria interagir, com exceção da gravidade (Gordon Kane,

p.58). O modelo padrão da física descreve toda matéria e forças fundamentais da natureza usando dois conceitos: campos e partícula, sendo os campos mais fundamentais que as partículas, visto que um campo descreve qual é a chance de uma partícula de um certo tipo ser encontrada em um certo local. Além disso, são os campos que determinam as propriedades das partículas, como sua carga e sua massa por exemplo. Cada partícula fundamental esta associada a um campo na gravitação de Newton, um corpo com massa cria em torno de si um *campo gravitacional*, um campo de força que exerce uma força sobre outro corpo massivo e vice-versa. Analogamente, um corpo carregado eletricamente, cria um *campo eletromagnético* (se estiver em repouso, percebe-se apenas seu componente elétrico, se estiver em movimento manifesta-se também o componente magnético) e exerce uma força eletromagnética sobre outro corpo eletrizado e vice-versa.
Da mesma forma, há o *campo da força forte e o campo da força fraca*. Ou seja, há quatro campos fundamentais. As partículas mediadoras são os quanta dos campos correspondentes sendo o campo de fótons (eletromagnético), o de glúons (forte), o de partículas W e Z (fraco) e o de grávitons (gravitacional) (Moreira, 2009).

O problema nessa bela simetria de *quatro cargas, quatro interações, quatro forças, quatro tipos de partículas mediadoras e quatro campos* é que nenhum gráviton foi ainda detectado e a gravidade, em si, não encaixa bem nessa teoria que se convencionou chamar de Modelo Padrão.

No entanto, o foco deste trabalho não está na abrangência ou não do modelo padrão, mas aprofundar a relação entre a matéria e a radiação, no caso não relativístico. No caso relativístico, a invariância de fase do campo de matéria (campo de Dirac) leva ao surgimento do campo de radiação (campo de Maxwell), para garantir a invariância da lagrangeana total do sistema físico.
O campo de Dirac é um campo spinorial que descreve partículas fermiônicas. Sua construção originou-se na procura por uma equação de Schrödinger covariante relativística. A equação de Klein-Gordon foi a primeira a ser obtida com estas características, entretanto pelo fato de ser uma equação de segunda ordem no tempo, ela pode fornecer uma densidade de probabilidade negativa, o que não tem significado físico. Desta forma Dirac propôs uma equação de onda linear como solução

$$i\frac{\partial\psi}{\partial t} = \left[\frac{1}{i}\left(\hat{\alpha}^k \frac{\partial}{\partial x^k}\right) + \hat{\beta}m\right]\psi \equiv \hat{H}_f\psi \quad \text{(Eq.1)}$$

onde ψ é uma função de onda, definida no espaço das funções quadradado-integráveis, $\hat{\alpha}$ e $\hat{\beta}$ são os coeficientes propostos para esta função de onda e $\hat{H}_f$ é a hamiltoniana do campo livre (Smirnov,2016).
Agora para que a Eq.(1) seja realmente reconhecida como uma descrição de uma quantidade quântica relativística ela deve obedecer algumas condições: (i) deve apresentar a relação correta entre momento-energia para uma partícula livre relativística E 2 = p 2 +m2 , (ii) a densidade de probabilidade deve obedecer à equação de continuidade,(iii) deve ainda ser invariante de Lorentz.

CONSIDERAÇÕES FINAIS (ou Conclusão)

Nos estudos ainda é necessário introduzir uma classificação unificada de todas as representações nas quais cada matriz de Dirac é associada a uma única matriz de Pauli. Também se faz necessário ainda o estudo do campo de Maxwell, para então poder obter as relações matemáticas do campo de calibre.

Realizar transformações internas nas variáveis dinâmicas da teoria sem alterar as quantidades físicas dela decorrentes, com graus de liberdade redundantes presentes na Lagrangeana, não é um caminho fácil, no entanto, os estudos da teoria de grupos, as transformações de Galileu, transformações de Lorentz, juntamente com os estudos dos campos de Dirac e Maxwell, bem como de ademais conhecimentos como o Modelo Padrão da física de partículas e o eletromagnetismo culminam para o objetivo de descrever as equações de campo de Calibre.

REFERÊNCIAS

G. Kane, Scientific American **288**(6), 56 (2003).

Moreira, Marco AntonioO Modelo Padrão da Física de Partículas. Revista Brasileira de Ensino de Física [online]. 2009, v. 31, n. 1 , pp. 1306.1-1306.11. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172009000100006>. Epub 28 Maio 2009. ISSN 1806-9126. https://doi.org/10.1590/S1806-11172009000100006.

Smirnov, Andrei e Farias, Antonio Jorge DantasRepresentações da Equação de Dirac em 1+1 Dimensões. Revista Brasileira de Ensino de Física [online]. 2016, v. 38, n. 3, e3312. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0056>. Epub 07 Jun 2016. ISSN 1806-9126. https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0056.

EISBERG, R; RESNICK, R. **Física Quântica: Átomos, Moléculas, Sólidos, Núcleos e Partículas**. Rio de Janeiro, Elsevier, 1979