

Anais do XIV Seminário de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS, Feira de Santana, 18 a 22 de outubro de 2010

ESTUDO DA MECÂNICA QUÂNTICA NÃO RELATIVÍSTICA A PARTIR DA PERSPECTIVA DAS TRANSFORMAÇÕES NO SISTEMA DE REFERÊNCIA

Vanessa Santos Teles da Silva¹ e Milton Souza Ribeiro Miltão².

1. Graduando em licenciatura em Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, email: vanessateles@ymail.com.
2. Orientador, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, email: miltaao@ig.com.br

PALAVRAS-CHAVE: Mecânica Quântica, teoria de grupos, transformações de Galileo.

INTRODUÇÃO

Neste trabalho, estudamos as representações irredutíveis do grupo de Galileo na Mecânica Quântica. Esse é um tema muito importante para compreendermos os aspectos algébricos da Teoria Quântica de Campos.

A Teoria Quântica de Campos surgiu a partir da unificação da Mecânica Quântica com a Relatividade Restrita, que foi um passo importante para a determinação das equações de uma partícula, e objetiva estabelecer um arcabouço teórico que sistematize em um único ente, denominado campo unificado, os constituintes mais simples da matéria e radiação dos fenômenos físicos.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Métodos

Seguimos um programa de estudos da Mecânica Quântica através de textos clássicos que tratam sobre o assunto. Discutimos problemas relacionados ao tema com o orientador (Miltão), e com o grupo Física no Campus, cujos temas de estudo entre os constituintes do grupo se complementam. Fizemos também seminários de formação no citado grupo.

2. Materiais

Para fazermos nosso estudo, utilizamos:

- Livros de Mecânica Quântica, os quais comentam sobre conceitos importantes relacionados a linha de pesquisa;
- Revistas científicas (SBF, Revista Brasileira do ensino de Física, entre outras);
- Artigos científicos;
- Pesquisas em internet;
- Conhecimentos obtidos a partir de nossa participação em palestras, seminários, mini-cursos e defesas monográficas sobre algo relacionado ao tema.

DISCUSSÃO

A Física de Partículas estuda os constituintes fundamentais da matéria e suas interações. Uma de suas linhas de pesquisa é a Teoria Quântica de Campos que se constitui, por seu turno, em uma área de pesquisa do campo do saber da Física bastante estudada na literatura.

Para iniciarmos um estudo nessa área, fizemos um estudo das equações de uma partícula do ponto de vista algébrico. Nesse aspecto, estivemos no domínio da denominada Mecânica Quântica Não Relativística.

Estudamos a mecânica quântica não relativística, a partir de suas características algébricas, que se constitui o uso de simetrias, especificamente na resolução de problemas quanto mecânicos.

Para compreendermos esse aspecto fundamental, a utilização da linguagem de teoria de grupos torna-se essencial, principalmente a denominada representação irredutível associada aos grupos definidos pelas soluções que surgem das equações diferenciais dos problemas físicos em questão. Nesse sentido, essa abordagem é importante para estudarmos sistemas físicos com spin.

No nosso trabalho, desenvolvemos um estudo da Mecânica Quântica Não-Relativística levando em conta os Princípios de Simetria, considerando o arcabouço do estudo das transformações de Galileo, que são *boost*, rotação e translação. Devido ao caráter operatorial, procuramos representar as transformações de Galileo através de matrizes ao escolhermos uma base apropriada do espaço-tempo. Utilizando essas matrizes, pudemos verificar características de grupo associadas a estas transformações, o qual denominamos Grupo de Galileo. Escrevemos a operação que representa a transformação geral de Galileo da seguinte forma:

$$\begin{bmatrix} t' \\ x^{1'} \\ x^{2'} \\ x^{3'} \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & -a^0 \\ -u^1 & R_1^1 & R_2^1 & R_3^1 & -a^1 \\ -u^2 & R_1^2 & R_2^2 & R_3^2 & -a^2 \\ -u^3 & R_1^3 & R_2^3 & R_3^3 & -a^3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} t \\ x^1 \\ x^2 \\ x^3 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Para uma compreensão da grandeza spin, fizemos uma abordagem do experimento de Stern-Gerlach que teve a importância histórica de demonstrar que o elétron possui um momento angular intrínseco. Através da discussão desse experimento deduzimos a grandeza física spin.

A partir destes estudos fizemos considerações algébricas para sistemas físicos num domínio não relativístico, os quais são descritos pela equação de Schrödinger e Pauli, que descrevem a dinâmica das partículas de spin zero e $\frac{1}{2}$ respectivamente, levando em conta a estrutura das transformações de Galileo. Pudemos notar a invariância destas equações perante estas transformações.

Entender as equações de uma partícula não-relativística, do ponto de vista algébrico, nos permite uma compreensão mais profunda da grandeza física spin. Este é um importante tema que serve de base para diversas áreas de conhecimento da Física.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho fizemos um estudo de uma partícula na Mecânica Quântica Não-Relativística, com a finalidade de adentrarmos na pesquisa da área de Física de Partículas e Campos.

Começamos analisando alguns princípios matemáticos, como método de separação de variáveis, propriedades dos operadores e seus significados, bem como a teoria de grupos e suas representações.

Em seguida, estudamos a grandeza física spin. E a partir do experimento de Stern-Gerlach, primeiro experimento que deu a comprovação da existência do momento angular intrínseco no elétron, fizemos uma demonstração de como se encontra a forma das matrizes de Pauli.

Anais do XIV Seminário de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS, Feira de Santana, 18 a 22 de outubro de 2010

Uma vez que estamos estudando num domínio não-relativístico, do ponto de vista algébrico, vimos que é possível fazer considerações, levando em conta as transformações de Galileo. Analisando o caráter operatorial das transformações de Galileo pudemos representá-las através de matrizes.

Notamos que as três transformações de Galileo, operando juntas, dão uma transformação geral que reúne as três ao mesmo tempo.

Compreendemos alguns aspectos algébricos das equações de uma partícula não-relativística, citando como exemplos as equações de Schrödinger e de Pauli e vimos que as transformações de Galileo atuando na equação de Schrödinger e de Pauli as tornam invariantes.

Assim, desenvolvemos um estudo levando em conta os princípios de simetria, considerando o arcabouço das transformações de Galileo e do Grupo de Galileo gerado pelo conjunto de tais transformações, mais especificamente, a teoria das representações irredutíveis de tal grupo.

REFERÊNCIAS

- FOCK, V. A. 1986. Princípios de Mecânica Quântica. Mir, Rússia.
- CARUSO, F.; OGURI V. 2006. Física Moderna, Elsevier, Rio de Janeiro, RJ.
- EISBERG, R. e RESINICK, R. 1979. Física Quântica, Ed. Campus, Rio de Janeiro.
- LOPES, J. A. L. 2005. A Estrutura Quântica da Matéria, terceira edição, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ.
- SUDARSHAN, E. C. G. ; MUKUNDA, N. 1983. Classical Dynamics: A Modern Perspective, Krieger Publishing, Malabar, Florida.
- TUNG, W. 1999. Group Theory in Physics, World Scientific, Philadelphia.
- SANTANA, A. E. 1997. Sobre a Covariância Galileana e o Campo de Schrödinger, Rev. Bras. Ens. Fis., 19, 01: 113-124,.
- JACKSON, J. D. 1983. Eletrodinâmica Clássica, segunda edição, Guanabara Dois, Rio de Janeiro, RJ.
- WIKIPEDIA. the free encyclopedia. Acesso em 22/05/2009 em http://en.wikipedia.org/wiki/Lyman_series. Lyman series.
- MACHADO, K. D. K. 2004. Equações Diferenciais Aplicadas à Física, terceira edição, UEPG, Ponta Grossa, Paraná.