DERIVAÇÃO DA EQUAÇÃO DE SCHRÖDINGER NO FORMALISMO DE INTEGRAIS DE CAMINHO DE FEYNMAN

**PEREIRA, Carolina de Abreu
BORBA, Jhordan Silveira de
MACKEDANZ, Luiz Fernando
abreup.carolina@gmail.com**

**Evento: Congresso de Iniciação Científica
Área do conhecimento: Ciências Exatas e da Terra/Física**

Palavras-chave: mecânica quântica; formulação hamiltoniana

1 INTRODUÇÃO

Um dos pressupostos da Física está fundamentado nas leis de conservação. Por este motivo, a evolução das ideias na Física está fortemente ligada a questão da conservação de energia, expressa dentro do formalismo Lagrangeano e Hamiltoniano para a mecânica clássica. Sua grande vantagem é a facilidade de trabalhar com quantidades escalares no lugar da abordagem vetorial exigida pela mecânica Newtoniana.

Assim, partir de ideias clássicas em busca de explicação para o comportamento de sistemas microscópicos, mais fundamentais – uma questão fundamental para a Física de Partículas – pode ser alcançada através de uma formulação deste tipo, baseada na quantidade de energia disponível nos sistemas.

O problema que vamos tratar neste trabalho aborda a derivação de uma equação fundamental para a dinâmica de sistemas quânticos – a equação de Schrödinger. Porém, no lugar da tradicional abordagem partindo do Princípio da Correspondência, apresentamos o cálculo dentro da Teoria de Hamilton-Jacobi. O desenvolvimento dos conceitos envolvidos neste método permite avanços nos estudos da Física de Partículas, foco dos estudos do grupo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O desenvolvimento da Mecânica Quântica permitiu à Física evoluir seus conceitos para trabalhar a dinâmica de sistemas microscópicos. Na construção matemática da teoria, chegar à equação de Schrödinger termina uma trajetória vista tradicionalmente de forma histórica (CARUSO e OGURI, 2006). Outra forma de construir a equação é através de tratamentos da própria Física Quântica, vendo a equação de Schrödinger não como ponto de partida, mas como consequência dos conceitos envolvidos.

Para tratar desta forma, a Física busca uma formulação baseada não mais na descrição vetorial (espacial) de um sistema físico, mas sim na energia total ou disponível num dado sistema. Esta abordagem foi proposta pelos matemáticos Lagrange e Hamilton, no século XVII (portanto, contemporâneos à Isaac Newton). Utilizando o cálculo como metodologia básica, introduz o conceito de ação em um sistema físico e enuncia um dos princípios básicos dos sistemas naturais: a minimização da energia (ou, de outra forma, da ação).

Ao aproximar estas abordagens, percebemos que a descrição quântica de um

13ª Mostra da Produção Universitária

Rio Grande/RS, Brasil, 14 a 17 de outubro de 2014.

sistema não pode determinar precisamente a ideia de posição (traduzido na Física como o Princípio da Incerteza). Por isso, utilizar a energia como ponto de partida nos permite derivar de forma mais robusta os conceitos, e a metodologia utilizada pode ser generalizada para todos os campos da Física, quando temos sistemas microscópicos envolvidos.

3 MATERIAIS E MÉTODOS (ou PROCEDIMENTO METODOLÓGICO)

Partindo das equações de Hamilton-Jacobi, que relacionam a energia disponível no sistema com variáveis dinâmicas, percebemos a necessidade de descrever a grandeza ação para o sistema quântico. Este conceito (minimização da ação) envolve a comparação de trajetórias físicas entre dois estados do sistema, o que pode ser trabalhado através das integrais de caminho, classicamente associadas a sistemas conservativos. Para a Mecânica Quântica, estas integrais foram generalizadas por Feynman (FIELD, 2012) para não tratar apenas as trajetórias físicas, mas descrever evolução de sistemas no espaço de momentum. Utilizando esta abordagem, calculamos a ação do sistema, realizamos o processo de minimização, que leva à equação de Schrödinger.

4 RESULTADOS e DISCUSSÃO

Através deste cálculo, os conceitos de integrais de caminho ficam estabelecidos, o que é importante para a obtenção das Regras de Feynman, utilizadas para a descrição de processos na Física de Partículas. Além disso, a partir da formulação podemos estabelecer os princípios básicos da Física Quântica, que são o Princípio da Incerteza e a Dualidade Onda-partícula, que torna possível entender o funcionamento de equipamentos como o microscópio eletrônico. Nesse trabalho, a evolução destas ideias torna-se um resultado intermediário importante, visto encerrar uma etapa da evolução do conhecimento da teoria quântica, fundamental para o entendimento da Física de Partículas Elementares.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresenta uma forma diferente de tratar uma derivação tradicional das aulas de Física Quântica. Sua maior vantagem é que permite o amadurecimento de ideias próprias por parte do estudante, quebrando a tradicional maneira do conhecimento linear passado pelos livros didáticos. Como o objetivo dos estudantes é estudar com mais profundidade partículas elementares, a formulação das integrais de caminho, aqui descrita, abre maiores possibilidades de trabalho nas próximas etapas.

REFERÊNCIAS

CARUSO, F; OGURI. V. **Física Moderna: Origens Clássicas e Fundamentos Quânticos**. Rio de Janeiro, Ed. Campus/Elsevier. 2006.

FIELD, J. H. *Derivation of the Schrödinger equation from the Hamilton-Jacobi equation in Feynman's path integral formulation of quantum mechanics*. European Journal of Physics. v. 32, n. 1. p. 63. 2011