



Estudo Dinâmico das Correlações Quânticas via LQU

Paulo Henrique V. P. de Barros^{*1} (IC), Agnaldo R. de Almeida¹ (PQ)

paulveloso@hotmail.com

1: Rodovia BR-153, 3105, Anápolis - GO, CEP: 75132-400

Neste estágio do plano de trabalho faremos uma revisão dos fundamentos da mecânica quântica que serão fundamentais para o desenvolvimento posterior do restante deste trabalho. Apresentaremos aqui alguns dos conceitos teóricos estudados durante este período, como a notação mais utilizada pela Mecânica Quântica, chamada de notação de Dirac. Comentaremos também sobre o Experimento EPR, teorema de Bell e sua comprovação experimental, de forma superficial, sem adentrar especificamente em cada um de seus teoremas. Abordaremos a Teoria de Variáveis Ocultas, comentando brevemente o princípio da incerteza que cerca toda a teoria e comentaremos sobre o estudo desenvolvido sobre as interpretações que podemos adquirir durante o estudo da Mecânica Quântica, além das linhas filosóficas que influencia o modo como interpretamos os resultados obtidos.

Palavras-chave: Mecânica Quântica. TVO. Teorema de Bell.

Introdução

Desde a proposição inicial de Shrödinger e, posteriormente, de Einstein, Podolsky e Rosen (EPR), os quais notaram a existência de uma espécie de correlação não local (emaranhamento) compartilhada entre duas partes espacialmente separadas de um sistema quântico, os então chamados estados emaranhados se tornaram o processo fundamental de propostas teóricas nunca antes imaginadas. Após algumas décadas de confirmações experimentais, a teoria do emaranhamento atingiu a credibilidade e a aceitabilidade necessária para motivar o desenvolvimento de áreas como as Teorias de Informação e Computação Quânticas.

Na Mecânica Quântica ordinária, em que a temperatura é mantida nula, existe uma vasta literatura sobre como as correlações quânticas evoluem. Porém, a realização experimental dessa condição é muitas vezes invariável. A partir dessa dificuldade,

§

REALIZAÇÃO

PRG
Pró-Reitoria de
Graduação

PRP
Pró-Reitoria de
Pesquisa e
Pós-Graduação

PRE
Pró-Reitoria de
Extensão, Cultura e
Assuntos Estudantis



Universidade
Estadual de Goiás



em um sistema à temperatura não-nula, uma vez que estas correlações podem fornecer uma ferramenta para o estudo de fenômenos críticos incluindo as transições quânticas de fase.

Nosso estudo focará no comportamento das correlações quânticas em cavidades (QED) com perdas. Nesse modelo, analisaremos as mudanças súbitas na Discórdia e da *Local Quantum Uncertainty* (LQU) e nos propomos a investir esforços em busca de respostas para algumas das questões que se encontram em aberto e possuem grande relevância para a elaboração de esquemas apropriados para a compreensão das correlações quânticas como um recurso físico para computação e informação quântica em um contexto experimental.

Pretendemos nos ater aos temas contextualizados anteriormente, focando nossos esforços na caracterização e quantificação da mudança súbita na dinâmica das correlações clássica e quânticas dentro do cenário da física de sistemas abertos.

Resultados e Discussão

O estudo feito até o momento serviu para embasar e solidificar o conhecimento teórico necessário para lidar com a nova estrutura matemática e a nova interpretação da realidade vinda dessa nova abordagem da Física.

Na disciplina de Introdução à Mecânica Quântica, ofertada pelo curso de Física, tivemos o suporte introdutório ao formalismo matemático utilizado pela MQ, iniciando o desenvolvimento com a Teoria de Conjuntos, noções básicas de Probabilidade, Entropia e Informação e, conforme avançamos no curso, conceitos mais direcionados ao estudo da M.Q., como a Normalização da função de onda, Notação de Dirac, Teoria de Variáveis Ocultas e Desigualdades de Bell foram estudados.

A Notação de Dirac nada mais é que o simbolismo introduzido por Paul Dirac para descrever os fenômenos que ocorrem na teoria quântica e é representada por $\langle a|b \rangle$ (bra-ket), sendo este o produto interno de um bra com um ket. Bra é um vetor linha de n termos; ket é um vetor coluna de m termos, e é utilizado para descrever os estados que possuímos. As operações que realizamos com os vetores

REALIZAÇÃO



bra e ket são basicamente as mesmas feitas com matrizes.

O experimento EPR (Einstein-Podolsky-Rosen) sugeriu que duas partículas geradas ao mesmo tempo e separadas por uma longa distância não poderiam enviar informação uma para a outra de forma mais rápida que a luz. Uma vez que o spin de uma era determinado ou alterado, o da outra instantaneamente seria contrário, já que o spin total deve ser igual a zero. Isso levou Einstein a afirmar que a teoria quântica estava incompleta.

John S. Bell provou matematicamente que de alguma forma, uma partícula separada de sua gêmea sabia o que esta fazia. Mais tarde, Alain Spect provou experimentalmente o teorema de Bell em laboratório, enviando duas partículas em direções opostas. Mudando a polarização de uma, observou que imediatamente a da outra se tornava oposta.

A Teoria das Variáveis Ocultas (TVO) determina que existem outros fenômenos físicos desconhecidos que completam a teoria estatística da M.Q. para explicar um evento individual.

A interpretação mais ortodoxa da M.Q., conhecida como Interpretação de Copenhague, é não determinística. Isto significa dizer que é impossível afirmar qual é a posição e momento de uma determinada partícula momentos antes a uma medição, pois simplesmente não estão definidos. A questão que surge é que haveria uma realidade escondida abaixo da Mecânica Quântica, que seria mais profunda. Isso significa dizer que a M.Q. deve ser uma descrição incompleta da realidade, e uma teoria assim é conhecida como TVO.

Outro ponto estudado foram as várias interpretações das linhas filosóficas que foram surgindo ao longo do tempo e de como as mesmas interferem nas interpretações dos resultados obtidos com experimentos em Mecânica Quântica, onde discutimos sobre a real natureza do universo e de como nós entendemos a realidade e como a mesma nos afeta.

Considerações Finais



Desenvolvida toda a introdução, atacaremos, a partir deste ponto, as operações que de interessam diretamente no desenvolvimento do projeto, como quantizar o átomo, definir e quantificar as mudanças súbitas nas correlações quânticas via LQU, obter uma estrutura teórica para fundamentar como os efeitos do ambiente se manifestam no comportamento dinâmico das correlações clássicas e quânticas e desenvolver ferramentas matemáticas para identificar o processo pelo qual um sistema quântico terminaliza.

Referências

- EINSTEIN, A.; PODOLSKY, B.; ROSEN, N. Phys. Rev. 47, 777 (1935).
NIELSEN, M. A.; CHUANG, I. L. Computação Quântica e Informação Quântica, Bookman, Porto Alegre (2005).
ASPECT, A.; DALIBARD, J.; ROGER, G. Phys. Rev. Lett. 49, 1804 (1982).
BIHAM, E.; BRASSARD, G.; KENIGSBERG, D; MOR, T. Comp. Scien. 320, 15 (2004).
PERES, A. Phys. Rev. Lett. 77, 1413 (1996).