

1

Introdução

A construção do formalismo da Mecânica Quântica começou no início do século XX e, desde então, inúmeras áreas da Física foram desenvolvidas utilizando-se os fundamentos desta nova teoria. Na década de 90, surgiu uma aplicação especial destes conceitos, na área de Computação e Informação. Embora nos pareça bastante natural que computadores cada vez mais potentes influenciem diversas áreas da ciência, ainda é surpreendente para o público geral que a Mecânica Quântica possa revolucionar a Computação. Um exemplo particularmente importante são as idéias introduzidas por Einstein, Podolsky e Rosen (1), as quais permitiram avanços na criptografia quântica, em especial na transmissão de informação através da teleportação. São estes os novos resultados que nos tornam capazes de afirmar que um sistema de criptografia deste tipo é inteiramente seguro, à prova de ataques espíões.

Como veremos mais adiante, computadores quânticos seriam capazes de armazenar informação praticamente infinita, quando esta é comparada à quantidade de informação com que qualquer computador clássico pode trabalhar, tornando-os completamente obsoletos. Assim, problemas que são atualmente considerados intratáveis, seriam facilmente resolvidos se computadores baseados nesta nova tecnologia fossem construídos.

Nesta dissertação, é de fundamental importância que a informação quântica seja vista como uma entidade física. Ou seja, ela não pode, por exemplo, ser transmitida com velocidade maior que a da luz, e deve obedecer a todas as leis da Física Quântica. O surpreendente Teorema de Composicionalidade de Coecke, o qual será estudado neste trabalho, trata do processamento deste tipo de informação (agregada a estados emaranhados n -partidos) através de medições sucessivas. Nesta dissertação, serão consideradas apenas medições bipartidas, embora o teorema também seja válido para medições que agem sobre subprodutos de tamanho qualquer do espaço de estados.

Nosso principal objetivo será a apresentação de uma demonstração relativamente simples do teorema de composicionalidade: enquanto Coecke provou seu teorema com o auxílio de dez lemas, em 35 páginas (5), nós utilizaremos basicamente a propriedade da universalidade do produto tensorial para chegar ao

mesmo resultado. Como uma aplicação interessante, descreveremos o processo de teleportação, tão comentado nos dias de hoje.

Esta dissertação está organizada da seguinte maneira: no capítulo 2 são apresentados os princípios e postulados básicos da Mecânica Quântica, assim como a notação normalmente empregada nesta área. O capítulo 3 trata de uma construção matemática que nos será muito útil, o produto tensorial de espaços vetoriais, e sua propriedade fundamental, a universalidade. O capítulo 4 trata do conceito mais simples da Informação Quântica, o qubit, análogo ao bit clássico que conhecemos. É também neste capítulo que é apresentado o emaranhamento de estados quânticos, um recurso importantíssimo na descrição do processo de teleportação, dada no capítulo 5. Já o capítulo 6 traz finalmente nossa demonstração simplificada do teorema de Coecke, e encerramos nosso trabalho com uma versão também mais simples do processo de teleportação, através da utilização do teorema de composicionalidade.