



Universidad de Concepción
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Departamento de Física

EXPERIMENTOS DE TEORÍA CUÁNTICA
CON SISTEMAS ÓPTICOS CUANTIZADOS.

Tesis para optar al grado académico
de Doctor en Ciencias Físicas

Autor
Fabián Andrés Torres Ruiz.

CONCEPCIÓN, CHILE

Julio, 2009

Capítulo 1

Introducción.

El estudio de propiedades fundamentales de los sistemas atómicos y moleculares, de la radiación electromagnética y de la interacción radiación-materia ha conducido al avance de la formulación de la Teoría Cuántica [1]. Probablemente, uno de los avances más notables alcanzados en este ámbito es la capacidad de realizar interacciones en forma coherentes sobre una gran variedad de sistemas cuantizados, permitiendo alcanzar de esta forma precisión sin precedentes en la determinación de estándares de frecuencia y longitud. Una gran parte de estos resultados se debe a la invención y optimización de la luz láser, cuyo origen se remonta a los años 1950 mediante los trabajos de Theodore H. Maiman, Charles H. Townes y Gordon Gould.

Con la utilización de sistemas cuantizados emergen nuevas propiedades de la materia tales como: la superposición de estados cuánticos, principio de complementaridad, principio de incertidumbre y el entrelazamiento cuántico, propiedades que no poseen contraparte en la descripción clásica. El estudio de estas propiedades junto a la invención del láser (como nueva fuente de radiación) ha conducido a nuevas líneas de investigación, tales como la *Óptica Cuántica*.

En las últimas décadas, la extensión del estudio de la capacidad de almacenar y procesar información de los sistemas físicos en su límite cuántico ha dado origen a la *Teoría de la Información Cuántica* [1]. Naturalmente, la incorporación de las propiedades de los sistemas cuánticos en el ámbito de la información ha permitido desarrollar esquemas de comunicación y de procesamiento de información no disponibles en su versión clásica. Algunos de los nuevos protocolos entre otros son: Computación Cuántica [1], Teleportación Cuántica [2, 3] y Criptografía Cuántica [4]. Un paso fundamental para el estudio y las aplicaciones cuánticas es la generación de sistemas que exhiban propiedades cuánticas con algún grado de control en sus interacciones. En la actualidad existe una gran variedad de fenómenos físicos que exhiben estas características, tales como: la emisión de fotones en sistemas atómicos [5, 6], puntos cuánticos [7, 8] y la *Conversión Paramétrica Espontánea Descendente* [9, 11, 12] o SPDC¹. Esta última fue observada inicialmente por D. N. Klishko a fines de los años 60, y es uno de los métodos más utilizados para generar estados cuánticos de fotones individuales y estados de dos fotones. En particular, este proceso permite generar estados de dos o más fotones entrelazados en distintos grados de libertad.

¹Abreviación del nombre del fenómeno en inglés, *Spontaneous Parametric Down Conversion*