

Resumen

Al igual que la masa o la carga, el espín es una propiedad física fundamental que, típicamente, aparece en la descripción de los sistemas cuánticos. Más allá de sus importantes implicaciones teóricas, el creciente avance de la tecnología y el desarrollo de los dispositivos hacia escalas cada vez más pequeñas ha favorecido el surgimiento de multitud de aplicaciones que involucran al espín, entre las cuales se destaca la *espintrónica*; una nueva forma de electrónica en la que, además de la carga, también se explotan los grados de libertad otorgados por el espín del electrón. Por supuesto, el espín no es exclusivo de los electrones, está presente en todas las partículas elementales, y por ende, en los fotones. En este caso, y a diferencia de lo que ocurre con los electrones, existe una correspondencia clásica que relaciona el espín del fotón con los estados de polarización circular de la luz. Por lo tanto, en nano-óptica y en fotónica, los fenómenos basados en el espín se refieren, *grosso modo*, a aquellos que son fuertemente dependientes de la polarización circular de la luz.

En este marco general, uno de los ejemplos más preponderantes se halla en la *interacción espín-órbita*. En su versión óptica establece que, bajo ciertas condiciones, es posible que exista una influencia mutua entre el estado de polarización (*espín*) y la propagación (*órbita*) de la luz. A pesar de su carácter ubicuo en todos los procesos ópticos básicos, sus efectos son muy débiles, y su manifestación se restringe a la nanoescala, lo cual dificulta su observación e identificación. En este mismo contexto, otro concepto heredado del formalismo cuántico que tiene análogo fotónico directo es la *quiralidad óptica*; una propiedad dinámica local que, de alguna manera, permite cuantificar escalarmente el espín de un campo óptico. Aparte de su controvertido significado físico y su estrecho vínculo con los sistemas plasmónicos y los metamateriales, como amplificadores de sus efectos, su principal característica fundamental es que, para los campos ópticos en el vacío, es una cantidad conservada.

En esta tesis se ahonda teóricamente en los fundamentos básicos de estas características fotónicas. Específicamente, se demuestra analíticamente que la interacción espín-órbita es un fenómeno que surge natural y necesariamente en la nanoescala. Sobre esta base se expone un formalismo para extender la excitación unidireccional de campo cercano más allá de la aproximación dipolar, lo cual facilita su observación y mejora las propiedades de acoplo. Por otra parte, se analiza el concepto de la quiralidad óptica, originalmente definida en el vacío, y se generaliza a cualquier tipo de medio, incluyendo sistemas altamente dispersivos. Asimismo, se exploran diferentes configuraciones que permitan implementar las principales funcionalidades quirópticas (sensado y espectroscopía) en plataformas de fotónica integrada. Además de su potencial para aplicaciones, este estudio tiende un puente para abordar clásicamente propiedades y efectos que tradicionalmente son de tipo cuántico.