UNAS PINCELADAS DEL NUEVO RENACIMIENTO

Luis Vázquez Martínez

Académico Correspondiente de la Sección de Ciencias Experimentales de la Real Academia de Doctores de España
lvazquez@fdi.ucm.es

1. INTRODUCCIÓN

Nuestra época está marcada científicamente por el desarrollo de dos entornos revolucionarios generados por la Teoría de la Relatividad y la Teoría Cuántica. Todo ello en el contexto de nuevos experimentos asociados a los fenómenos electromagnéticos.

Albert Einstein participo en ambos desarrollos, pero la Relatividad fue casi exclusivamente suyo y supuso un profundo cambio en los conceptos de Espacio, Tiempo y Gravitación. También participó profundamente en el desarrollo de la Teoría Cuántica que ha permitido extender nuestro conocimiento a la estructura de la materia: átomos, núcleos, fotones, moléculas y partículas elementales.

Se han resuelto muchos problemas, pero el campo de nuevas cuestiones a resolver se ha ampliado muchísimo. Los límites existen en la imaginación y las áreas de investigación que se han abierto son realmente ilimitadas y fascinantes.

La Teoría Cuántica fue el producto de una gran cantidad de científicos, pertenecientes a tres generaciones al menos, uno de los más importantes de los cuales fue el propio Albert Einstein que obtuvo el Premio Nobel por sus explicaciones sobre el efecto fotoeléctrico en 1921 y no por la Teoría de la Relatividad.

2. EL ENTRELAZAMIENTO CUÁNTICO

Consideremos el fascinante fenómeno del “Entrelazamiento Cuántico” que está en el fundamento de muchas aplicaciones cuánticas. Constituye uno de los fenómenos más fascinantes y misteriosos de la Física Moderna. Se trata de una propiedad especial de los electrones, fotones y moléculas que les permite estar conectados de manera instantánea independiente de la distancia que las separe. Se trata de un efecto real demostrado en

experimentos (los pioneros han sido galardonados con el premio Nobel*). Todo ello ha conducido a aplicaciones revolucionarias en tecnología cuántica. Esto desafía nuestra intuición ya que en la física clásica la información no puede viajar más rápido que la luz. En otras palabras, algunas propiedades de las partículas elementales aparecen como “no locales” no ligadas a un punto del espacio, pero compartidas a distancia.

La clave del entrelazamiento está en la “superposición cuántica” de las partículas que antes de ser observadas, las partículas pueden existir en múltiples estados a la vez. Cuando medimos una partícula, su estado se fija y automáticamente la otra también cambia, como si ambas se comunicaran de forma instantánea.

3. EL RADAR CUÁNTICO

El tradicional radar utiliza ondas electromagnéticas clásicas para detectar los objetivos. El radar cuántico generaliza el concepto de radar, siendo la novedad que utiliza un número relativamente pequeño de fotones. En este contexto se permite usar los fenómenos cuánticos para incrementar el sistema de detección. Por otra parte, es fundamental el poder detectar objetivos en zonas con turbulencias, campos magnéticos (Polos) y nubes.

El radar cuántico es una tecnología que utiliza fotones entrelazados, en vez de ondas electromagnéticas, como método de detección de objetos. El principio de entrelazamiento cuántico indica que dos partículas se pueden unir entre sí, de manera que cualquier variación que tenga una de las partículas se manifiesta en la otra sin importar la distancia. Cada par entrelazado cuántico conduce a un proceso llamado “iluminación cuántica” donde la información sobre el entorno de una partícula se puede inferir al estudiar la otra partícula.

En un sistema de radar cuántico (Lanzagorta 2012) el primer fotón se mantiene en el dispositivo mientras que su gemelo se envía con frecuencia de microondas a los posibles objetivos. Cuando el segundo fotón encuentra un obstáculo, el fotón estático cambia inmediatamente su estado. Esto implica que cuando algo le sucede al fotón que está viajando, se pueden observar sus variaciones en el fotón retenido.

Como en los radares convencionales, al localizar un blanco algunos fotones vuelven al radar, y los ordenadores del sistema al comparar los fotones “gemelos” pueden calcular las propiedades físicas del objeto reflejado, tales como su tamaño, forma, velocidad, ángulo de ataque y otras características del objeto.

* En el año 2022 Alain Aspect, John Clauser y Anton Zeilinger recibieron el Premio Nobel de Física por haber contribuido a proporcionar una base experimental al “Entrelazamiento”. En este contexto se ha de resaltar que Alain Aspect fue conferenciante en la Cátedra de Física del Académico Prof. Manuel García Velarde en el Ateneo de Madrid en 1993.

Además, gracias a estas nuevas particularidades de los "fotones entrelazados" los radares cuánticos son resistentes a las interferencias. La inviolabilidad del "entrelazado" sucede porque al intentar manipular o modificar el fotón que está viajando se pierden las características cuánticas de los fotones y esto se manifiesta en el fotón retenido. Esta particularidad sería detectada por el radar cuántico empleando algoritmos específicos

La Física Cuántica ofrece otros escenarios de aplicación fascinantes que están en desarrollo: Internet Cuántico, Ordenador Cuántico, Criptografía, Sensores Cuánticos, Termodinámica Cuántica así como la convergencia de la Mecánica Cuántica y la Relatividad General.