

1. INTRODUCCIÓN

La Mecánica Cuántica se ocupa del comportamiento de la materia y la radiación en las escalas atómica y subatómica. De esta forma procura describir y explicar las propiedades de las moléculas, los átomos y sus constituyentes: electrones, protones, neutrones, y otras partículas más esotéricas como los quarks y los gluones. Esas propiedades incluyen las interacciones de las partículas entre sí y con la radiación electromagnética.

El comportamiento de la materia y la radiación en la escala atómica presenta aspectos peculiares; de acuerdo con ello las consecuencias de la Mecánica Cuántica no siempre son intuitivas ni fáciles de entender. Sus conceptos chocan con las nociones que nos resultan familiares porque derivan de las observaciones cotidianas de la naturaleza en la escala macroscópica. Sin embargo, no hay razones en virtud de las cuales el comportamiento del mundo atómico y subatómico deba seguir las mismas pautas que los objetos de nuestra experiencia diaria.

El desarrollo de las ideas básicas de la Mecánica Cuántica comenzó a principios del siglo pasado, como consecuencia de una serie de descubrimientos y observaciones que pusieron en evidencia las graves dificultades de la Física Clásica para interpretar las propiedades del átomo y sus partes constituyentes así como las propiedades de la radiación electromagnética y su interacción con la materia. Esos descubrimientos revolucionaron las nociones hasta entonces sustentadas por los físicos y plantearon una asombrosa cantidad de enigmas, cuya solución obligó a realizar un profundo replanteo de los fundamentos y conceptos básicos de la Física.

El estudio de la Mecánica Cuántica es importante por varias razones. En primer lugar porque pone de manifiesto la metodología esencial de la Física. En segundo lugar porque tuvo un éxito formidable ya que permitió dar respuestas válidas a casi todos los problemas en los cuales se la ha aplicado. En tercer lugar porque es la herramienta teórica básica para numerosas disciplinas de gran importancia, como la Química Física, la Física Molecular, Atómica y Nuclear, la Física de la Materia Condensada y la Física de Partículas.

Subsiste, sin embargo, una curiosa paradoja alrededor de la Mecánica Cuántica. A pesar de su notable éxito en todas las cuestiones de interés práctico en las que se la ha aplicado, sus fundamentos contienen aspectos aún no aclarados en forma completamente satisfactoria. En particular, cuestiones relacionadas con el proceso de medición.

Una característica esencial de la Mecánica Cuántica, que la diferencia de la Mecánica Clásica, es que en general es imposible por razones de principio, efectuar una medición sobre un sistema sin perturbarlo. Pero los detalles de la naturaleza de esta perturbación, y el punto exacto en que ella ocurre son asuntos aún oscuros y controvertidos. Por estos motivos la Mecánica Cuántica atrajo algunos de los más brillantes científicos del siglo XX, que han erigido con ella un majestuoso y elegante edificio intelectual.

Este es un curso introductorio. Por lo tanto pondremos el énfasis sobre el desarrollo de los conceptos básicos de la Mecánica Cuántica, sin entrar en los detalles de algunas técnicas de cálculo y formalismos, dado que estos temas se estudian en otros cursos.

En los Capítulos 2 a 4 de estas notas pasaremos revista a estos temas desde una perspectiva histórica, y mostraremos que el comportamiento de las partículas atómicas y de la radiación no se puede describir adecuadamente mediante las nociones clásicas de partícula y onda. Estos conceptos, que derivan de la experiencia a nivel macroscópico, no son adecuados en la escala atómica y por lo tanto deben ser abandonados y reemplazados por una nueva teoría, que es precisamente la Mecánica Cuántica. Por razones de espacio no entraremos en los detalles prácticos y

técnicos de los experimentos que contribuyeron a echar las bases de la Mecánica Cuántica y en cambio sugerimos al lector que recurra a la bibliografía para satisfacer su natural curiosidad. Recomendamos enfáticamente que realice estas lecturas complementarias para adquirir una adecuada cultura científica.

En el Capítulo 5 presentamos a la Teoría Cuántica Antigua, por su interés histórico y porque constituyó, a pesar de sus falencias, el primer intento exitoso en resolver algunos de los problemas y paradojas surgidas del estudio del átomo.

En los Capítulos 6 y 7 introducimos las ideas fundamentales de la Mecánica Cuántica moderna, y en los siguientes Capítulos desarrollamos el formalismo de la teoría y mostramos su aplicación por medio de algunos ejemplos.

Estas notas dejan de lado gran parte de las extensiones y aplicaciones de la Mecánica Cuántica. En particular, no tratamos ni la Mecánica Cuántica Relativística, ni las Teorías de Campos. Tampoco incursionamos en las aplicaciones al núcleo atómico, a las partículas subnucleares y a la materia condensada.