

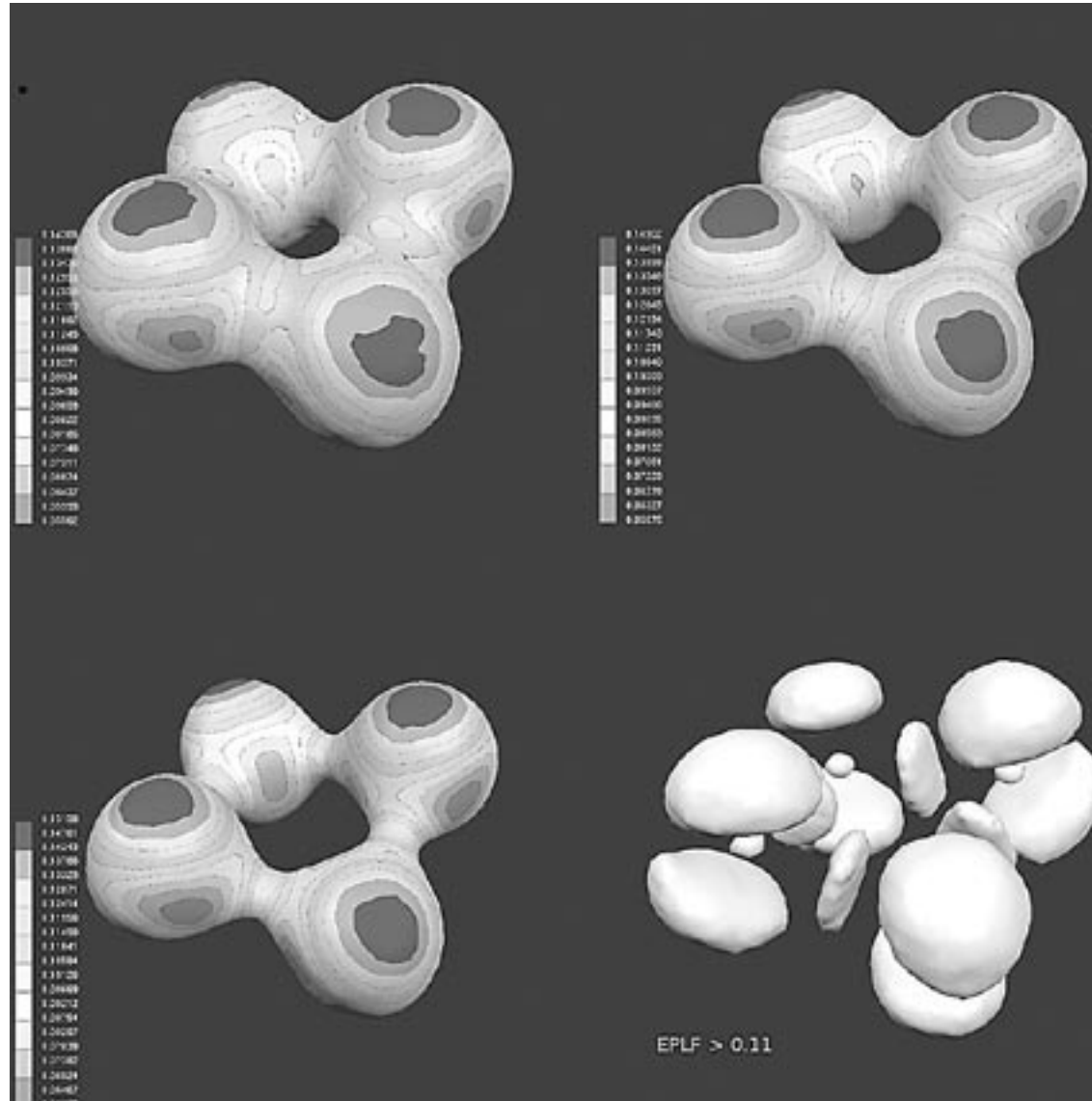
El significado de la palabra « cuántico »

Alejandro Ramírez Solís
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos
Departamento de Física, Facultad de Ciencias, UAEM

El mundo ha cambiado drásticamente en los últimos 40 años gracias al desarrollo de la tecnología. Esta es una frase muy trillada, siendo usada en los más variados contextos, desde escuelas y universidades presentada como argumento de publicidad de sus programas, pasando por anuncios comerciales de bancos, autos, aviones, computadoras, hospitales, compañías de comunicaciones y hasta en reuniones políticas. Pero lo que la mayoría de la gente ignora, es que este desarrollo de la tecnología tiene una razón fundamental basada en una rama muy particular de la física, llamada mecánica cuántica.

La falta de conciencia del público acerca de la ubicuidad de aplicaciones de la mecánica cuántica en el mundo que nos rodea es generalizada y no es exclusiva de nuestro país, pero basta mencionar que ésta se aplica en absolutamente todos los dispositivos electrónicos con los cuales se construyen computadoras, autos, aviones, hornos de microondas, satélites, aparatos basados en LASER como CD y DVD, en televisores, radios, en redes de telefonía alámbrica y celular, el Internet, sistemas de navegación marina y aérea, y más recientemente, en las pantallas de plasma. También la medicina se ha beneficiado con aplicaciones cuánticas como la Imagen por Resonancia Magnética Nuclear (IRMN), la Tomografía de Emisión de Positrones (PET), la cirugía y cauterización con LASER. ¿Cómo es entonces que hacemos uso de toda esta tecnología sin preguntarnos a fondo cómo funciona? En entregas posteriores abundaremos sobre algunos de los temas más populares, en particular el LASER y el horno de microondas. Aquí haremos un recuento breve del origen de la mecánica cuántica.

Esta rama de la física se consolidó hasta 1925, por una sencilla razón: hasta finales del siglo XIX se desconocían aun los ele-



ISODENSIDAD ELECTRÓNICA DE LA MOLÉCULA DE O₄ | En el tono más oscuro zonas de alta probabilidad de encontrar 2 electrones simultáneamente, en el tono oscuro más tenue las zonas de baja probabilidad.

mentos básicos que componen la materia y, debido a la extraordinaria pequeñez de éstos, no fueron accesibles a experimentos que los pusieran en evidencia hasta la década de los años 1890. Se pensaba que todos los fenómenos físicos conocidos hasta fines del siglo XIX podían ser explicados por las otras tres ramas mayores de la física; la mecánica clásica, la electrodinámica clásica y la termodinámica o por combinaciones de éstas; por ejemplo, los fenómenos acústicos pueden explicarse con la mecánica clásica y la termodinámica. Sin embargo existían dos problemas para los cuales la Física Clásica no ofrecía explicación alguna, a pesar de que cada una de estas áreas había tenido éxitos

impresionantes en la comprensión y la predicción de la mayoría de los fenómenos físicos. Por ejemplo, con la mecánica de Newton (1643-1727) es posible explicar el movimiento de los planetas, estrellas y galaxias, con ella basta para llegar a la Luna. Con la electrodinámica clásica, brillantemente condensada en cuatro ecuaciones por James Maxwell (1831-1889) se explican y predicen todos los fenómenos eléctricos, los magnéticos, así como toda la óptica. Esta teoría permitió unificar la comprensión del campo electromagnético como una onda de campo eléctrico que oscila en una dirección, un campo magnético que oscila en otra perpendicular, y que viaja en la dirección perpendicu-

lar a ambos.

Había algunos problemas básicos que la física clásica no podía explicar. El físico prusiano Gustav Kirchoff (1824-1887) descubrió la constancia del tipo de radiación (léase de luz, visible y no visible) que emite un cuerpo sólido calentado a cierta temperatura, sin importar de qué material esté hecho. Sabemos que un metal caliente se pone rojo, luego naranja, amarillo y luego parece blanco conforme se calienta más; lo más sorprendente es que esto ocurre exactamente igual con cualquier material. Kirchoff llamó esto en 1862 irradiación de cuerpo negro, y no fue posible explicarlo sino hasta 1900, cuando el físico alemán Max Planck (1858-1947) propuso que la

radiación no siempre se comporta como una onda electromagnética, sino que en ciertas circunstancias se comporta como si fueran paquetes de energía o cuantos de energía (estilo canicas), y que el tamaño de éstos está directamente relacionado con la frecuencia de la onda electromagnética clásica. Por esto Planck es considerado el padre de la teoría cuántica.

Otro problema que la física clásica no podía explicar también tenía que ver con luz, pero ahora con la que un gas caliente tenue emite o absorbe, siendo un proceso discontinuo, es decir no emitiendo en todas las longitudes de onda sino únicamente en ciertas de ellas, caracterizando este espectro a cada elemento de la tabla periódica. Esto fue explicado en 1913 para el caso del hidrógeno por el físico danés Niels Bohr (1885-1962). En 1921 Louis de Broglie (1892-1987) formuló la revolucionaria hipótesis ondulatoria de la materia, cuya confirmación experimental fue hecha por Davison y Germer en 1925. Surgieron dos versiones equivalentes de la mecánica cuántica, una en 1925 por el físico alemán Werner Heisenberg (1901-1976) llamada mecánica de matrices, y otra en 1926 por el austríaco Erwin Schrödinger (1887-1961) con su mecánica ondulatoria. Así se descubrió que en realidad la materia no es materia, sino ondas de probabilidad, que pueden comportarse de manera totalmente inesperada y aparentemente absurda a escalas menores de 1/100,000 de milímetro. Los efectos cuánticos surgen a escala molecular y menores, pero tienen consecuencias a escala macroscópica, por ejemplo, en las propiedades de la luz de un LASER, porque el cielo es azul, porque sólo el oro es dorado, porque el agua se expande al congelarse, o porque los metales se sienten fríos.

Gracias a la mecánica cuántica y sus implicaciones en diversas áreas, como la física de partículas elementales, la física nuclear y, particularmente de la física atómica, molecular y del estado sólido, gozamos ahora sin darnos cuenta porque, de una enorme cantidad de beneficios en nuestra vida diaria.