

# Erwin Schrödinger

## Cotilleos de la ciencia.

**N**O HACE MUCHO TIEMPO, el que esto escribe, participó en una iniciativa del Museo de la Ciencia y el Cosmos a la que se tituló "Salsa Rosa Científica". La idea era, (y es) explicar cuestiones de la ciencia enfocándolas desde la óptica de la vida de los personajes que las protagonizaron. No pocas veces la historia de los descubrimientos científicos está rodeada de acontecimientos personales a veces simpáticos, curiosos oscuros y aún enigmáticos. Porque los científicos son personas normales con las mismas pasiones, complejos, alegrías, tristezas y amores que el resto de los mortales. El ejemplo que se eligió en aquella ocasión es una muestra clara: el descubrimiento de la estructura del ADN vino precedido por el robo de una foto, y de actitudes que se podría calificar de deleznable.

En este contexto, el descubrimiento de la versión de la Mecánica Cuántica de Schrödinger tiene su historia. Edwin era un auténtico Don Juan. Si Heisenberg era un personaje tallado en una sola pieza, austero y dedicado absolutamente a la Física, Schrödinger era un Bon Vivant. Siempre le importó más correr detrás de una mujer que su propio trabajo.

El problema era que, aunque estaba casado, hacía exhibición de sus conquistas amorosas, lo que le ocasionó a lo largo de su vida multitud de problemas. A finales de 1925 su mujer, harta de tantas infidelidades, decidió que ella podía también disfrutar de los placeres extramatrimoniales. La relación se deterioró y se separaron temporalmente.

Por esa misma época, Peter Debye, también profesor en Zürich, cansado de que en los seminarios quincenales en los que cada uno hablaba de su investigación, Edwin man-



Edwin Schrödinger

tuviera una actitud pasiva, le propuso un problema acorde con la reconocida experiencia de Schrödinger en elasticidad. En todo lo que se sabía por entonces de los "cuantos", aparecía la "frecuencia" ligada a los mismos. Esta frecuencia tenía que ver con la de la luz, pero no solo con ella. En realidad estaba ligada a la energía. Las frecuencias son una característica de las ondas, y las ondas están gobernadas por unas ecuaciones muy típicas. ¿Podría usted buscar una ecuación de ondas para los movimientos de los elec-

trones en los átomos?, le preguntó Debye.

Schrödinger se toma unos días de descanso para reflexionar sobre la crisis de su matrimonio. El lugar elegido, al contrario del inhóspito Helgoland de Heisenberg, es el maravilloso Valle de Arosa, en Suiza. En la tranquilidad de las montañas Schrödinger elabora la respuesta a la pregunta de Debye. El resultado es la Ecuación de Ondas para la materia que lo hará inmortal. Se cuenta que no estuvo sólo. Una enigmática y fascinante mujer le visitaba, periódicamente, en su retiro.

Se reconcilió con su mujer... y le siguió siendo infiel, parece que con su consentimiento. Cuando en 1936 Schrödinger se marcha a Inglaterra los motivos no tendrán que ver, como en otros casos, con el nazismo y su política. La razón hay que buscarla en que por aquel entonces mantenía una relación con la esposa de uno de los miembros de su equipo de trabajo que previamente había decidido marchar a Cambridge.

Dejaría embarazada a una alumna suya de clases particulares, que abortó, y además tendría, al menos, cuatro hijos de tres mujeres distintas, dos de ellas hermanas. En la católica Irlanda a la que fue llamado por el presidente y padre de la independencia de ese país Eamon de Varela (la madre de Schrödinger era irlandesa), y que fue su refugio durante la segunda Guerra Mundial, su actitud provocó no pocos escándalos. El último de ellos del que hay noticia involucra a una joven de 27 años con la que mantuvo un sonoro romance del que nos queda un libro publicado de versos. Edwin había cumplido ya los sesenta.

Hay mucha vida más allá de la Física.

L. V

## Werner Heisenberg (III)

### El extraño mundo subatómico

**T**RAS LA PUBLICACIÓN de su primer artículo fundamental sobre la Mecánica Cuántica, Heisenberg regresa a Gotinga. Su jefe, Born, examina lo hecho por Werner. Éste manifiesta su incomodidad por el hecho de que las expresiones matemáticas que ha deducido presentan algunas propiedades molestas. En particular ocurre que los productos de las magnitudes que representan en su teoría la posición y las velocidades no conmutan. Esto quiere decir que la multiplicación de "x" por "v" es distinta de la de "v" por "x". Para Born esto no es un problema. Pronto se da cuenta que las magnitudes que está manejando Heisenberg son unos objetos matemáticos (hoy muy familiares a nuestros estudiantes) que llamamos matrices.

Unos meses después, primero Born y Jordan, y luego los tres, Born, Jordan y Heisenberg, publican los artículos que establecerán las reglas matemáticas básicas de la Mecánica Cuántica, en la versión denominada, por lo que ya explicamos, Mecánica de Matrices. El primero de estos artículos es el que da nombre a la teoría: "Mecánica Cuántica". El último tiene una importancia especial, porque resume todas las conclusiones de ésta primera época en una versión ya bastante completa que habían madurado en Gotinga. Es conocido como el "Tree man paper", por que en aquella época era raro que un artículo científico lo firmaran tres personas (hoy hay artículos famosos con más de cien firmas).

Entre tanto, en diciembre de 1925, un poco conocido por entonces físico vienés, Erwin Schrödinger, profesor en Zürich, comienza a publicar una serie de artículos en los que, a partir de ideas enunciadas por Louis de Broglie, establece una ecuación (de ondas) para los electrones en los átomos. Cuando se comparan resultados que se obtienen siguiendo los caminos de Heisenberg y de Schrödinger, para los átomos más simples, se ve enseguida que coinciden. Después de tantos años de búsqueda de una teoría para los átomos, ahora había dos, deducidas de un modo muy diferente.

Pronto, el propio Schrödinger demostrará que ambas teorías son dos versiones matemáticas equivalentes de lo mismo. Lo que hay debajo son los mismos espacios matemáticos que admiten ser representados por matrices o por funciones, habiendo una correspondencia exacta entre ambas



Heisenberg y Bohr, en Copenhague.

representaciones.

Había sin embargo muchas preguntas pendientes, entre las cuales la fundamental era ¿qué son esas funciones de onda, o esas matrices? ¿Qué entidad física representan? Cuando en Física se nombran a las magnitudes, el objeto matemático (una cantidad, un vector) representan alguna propiedad medible. Las funciones que aquí se involucraban, sin embargo, no se sabía que es lo que representaban. Ese era el problema.

La primera respuesta (y al final la que triunfará) a este problema la dio Max Born, al proponer que las funciones de onda de Schrödinger representan (simplificando) la probabilidad de presencia de una partícula en un sitio deter-

minado. Y con esto se armó el lío. Veamos por qué.

Si nuestra descripción de las partículas atómicas sólo la podemos hacer a través de las funciones de onda (o las matrices, que son lo mismo), y estas representan sólo una probabilidad, toda nuestra física del átomo es sólo una teoría probabilista. Y esto significa que no podemos tener un conocimiento cierto de lo que ocurre en el mundo atómico, sino que sólo podemos establecer una probabilidad de que cualquier cosa ocurra. La teoría, por tanto, contradice toda la construcción clásica no sólo de la Mecánica, edificada sobre las ideas de Newton y Laplace, sino virtualmente de toda la ciencia experimental.

Debe señalarse que la probabilidad aquí no tiene el sentido de mera economía de otras ramas de la ciencia. Cuando se lanza un dado, por ejemplo, determinar el número que sale es posible predecirlo exactamente si se conoce, con precisión suficiente, la velocidad con que lo tiramos, la altura, la posición inicial y la superficie sobre la que cae. Es posible, pero muy complicado. En lugar de eso es más fácil acudir a la estadística que resume el hecho diciendo que la probabilidad de salir un valor determinado viene dada por 1/6. Se usa la estadística por economía de cálculo, no por imposibilidad de hacerlo. En el mundo cuántico esto no es así. La probabilidad cuántica gobierna el comportamiento de las partículas de un modo esencial, inherente a la naturaleza de la teoría.

En 1927 Heisenberg da un paso más. Después de revisar toda la teoría y examinar las consecuencias, y otra vez en una larga noche de insomnio paseando ahora por Munich, se da cuenta de que como resultado ineludible de la Mecánica Cuántica las parejas de magnitudes del tipo posición-velocidad son imposibles de conocer, con precisión, simultáneamente. Si conocemos la velocidad exactamente no sabremos nada de la posición y de al revés. En el artículo correspondiente estableció el célebre (y mal conocido) Principio de Incertidumbre, que en definitiva establece un límite a nuestro conocimiento de cualquier sistema físico.

La revolución iniciada dos años antes había llevado a conclusiones asombrosas. En la comunidad de los físicos nada de esto era indiferente y aparecieron las primeras voces que reclamaban que se había ido demasiado lejos y había que recuperar la sensatez. Entre esas voces, una muy significativa: Albert Einstein. En el lado opuesto, Bohr y los físico-matemáticos de Gotinga. El enfrentamiento estaba anunciado y se produjo, con toda su virulencia entre los dos colosales en el V Congreso de Solvay, en Bruselas, en octubre de 1927, en uno de los momentos mágicos de la historia de la Ciencia.

Luis Vega  
Universidad de La Laguna.