

Cuántica en el cole



Ángel Barriga Barros

Cuántica en el cole

Ángel Barriga Barros

CUÁNTICA EN EL COLE

Licencia Creative Commons (CC)

Ver términos de licencia en: <https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/legalcode.es>



Esta obra puede ser copiada y distribuida libremente referenciando al autor, quien mantiene sus derechos de autor registrados en el Registro de la Propiedad Intelectual.

©Ángel Barriga Barros. 2023

Fotografía de portada de Thomas Quine

<https://www.flickr.com/>

Copyright:



<https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/>

A mi hija Marga, para que nunca pierdas
la curiosidad por la naturaleza.

Contenido

Cuántica en el cole.....	1
El cole	2
Planck desconcierta al mundo.....	4
¿Cómo es un átomo?.....	5
Onda-corpúsculo	7
Schrödinger juega a los dados	8
Indeterminación, incertidumbre	10
El gato de Schrödinger.....	11
Llegó el recreo	14

Cuántica en el cole



Basado e imagen de Lisa Baird en Pixabay

«Desgraciados los hombres que tienen todas las ideas claras».
Louis Pasteur

«Cualquiera sea lo que haga una mujer debe hacerlo el doble de bien que un hombre para que sea considerada la mitad de buena».
Rosalyn Sussman

La breve historia que aquí se narra pretende introducir algunos conceptos e ideas básicas sobre la física cuántica. Esta tiene relación directa con gran parte de los descubrimientos realizados en el mundo desde el año de su nacimiento, en 1900. El lector puede encontrar textos más claros, pedagógicos, exhaustivos y divulgativos que este, pero lo que establece la diferencia de esta explicación con otras es que aquí encuentra mi versión. Sin embargo, debo reconocer que no se trata de una crónica original, sino que el relato lo narró mi maestra del colegio. Invito a mi amigo y lector a que coja la mochila

cargada de libros y cuadernos, meta un bocadillo de mortadela o de chorizo para el recreo y me acompañe a la escuela.

Por otro lado, hay que reconocer que si el lector ha conseguido vivir hasta ahora sin conocer nada de física cuántica es porque tampoco lo ha necesitado y, por lo tanto, puede seguir sin saberlo. En ese caso, es una pena que se pierda una de las aventuras más alucinantes de la historia, pero ¡qué diablos!, realmente es una comedura de coco.

En esta narración queremos mostrar que no hay que ser un genio de las matemáticas para conocer los principales conceptos de base de la nueva física. Esta nueva física ha tenido gran influencia en campos tan dispares como la filosofía, la tecnología, la medicina, y un largo etcétera.

En la discusión que sigue se ha intentado ser lo más breve posible, usar un lenguaje claro, ser ameno, huir de tecnicismos, huir de formalismos, se ha intentado simplificar las explicaciones. Animo al lector a darle un vistazo, pero le aviso: lo voy a involucrar en la narración y deberá ser parte activa.

Al afrontar el estudio de la física cuántica hay un hecho que puede asustar un poco. Se trata de la dificultad de entender los conceptos. No es necesario que se comprenda todo. De hecho, no creo que nadie los comprenda. El propio Richard Feynman, uno de los más grandes físicos del siglo XX y, quizás, el que más ha sabido sobre física cuántica, solía decir repetidas veces que:

«Creo que puedo decir con seguridad que nadie entiende la mecánica cuántica».

Por lo tanto, siguiendo a Feynman, no se trata de entender, solo se trata de conocer la nueva física.

El cole

El aula está casi llena. La profesora de física está de pie, allá en el estrado, delante de la pizarra que se extiende por toda la pared, de esquina a esquina. Aún quedan dos bancas libres en la última fila, así que invito al amable lector a que me acompañe para escuchar la lección de hoy.

En el silencio del aula se escucha la voz de la anciana profesora Meitner. Aunque tiene nacionalidad sueca, es de origen austriaco y se nota en su marcado acento germano que no ha perdido.

—Toda la materia de la naturaleza está formada por combinaciones de elementos químicos básicos y tan solo hay ciento dieciocho elementos químicos.

—¿Esos son los que están en la tabla periódica? —preguntó un alumno de la cuarta fila.

—Efectivamente. Esos son los únicos elementos que conocemos. Son ciento dieciocho tipos de átomos diferentes. Cuando se estudian los átomos ocurre que no se pueden aplicar las leyes de la física clásica, porque las partículas atómicas siguen leyes diferentes. Eso se lo debemos a Max Planck.

»Planck estaba estudiando la energía de la radiación electromagnética, es decir, la energía de los fotones. Como sabéis, la luz es una radiación electromagnética, o sea, es un conjunto de fotones viajando por el espacio. El fotón es una partícula muy extraña porque no tiene masa y tampoco posee carga eléctrica.

—Vaya, eso sí que es raro. Si no tiene masa, ¿cómo se puede considerar una partícula? —volvió a preguntar el mismo alumno.

—Eso es una de las muchas cosas extrañas del mundo cuántico: hay partículas que no tienen masa.

Quizás convenga hacer una muy breve explicación sobre las partículas elementales. Esas partículas son las más pequeñas y básicas que hay en la naturaleza. En el mundo de las partículas elementales hay dos grupos: los bosones y los fermiones.

Los fermiones —el nombre lo puso Paul Dirac en honor al físico italiano Enrico Fermi— son los elementos básicos que forman la materia, son las partículas más pequeñas posibles y no se pueden dividir. Hay doce tipos de fermiones diferentes y sus combinaciones forman todo lo que tenemos a nuestro alrededor. Ejemplos de fermiones son los electrones y los cuarks. Los protones sí se pueden dividir, ya que están formados por tres cuarks.

Los bosones —también lo bautizó Paul Dirac en honor al físico indio Satyendra Nath Bose— son las partículas mediadoras de fuerza o partículas portadoras de las interacciones fundamentales. En la naturaleza solo hay cuatro tipos de fuerzas fundamentales. Atención, amigo lector, me estoy refiriendo a las fuerzas fundamentales. En estas no se incluyen otras fuerzas, como por ejemplo dar un empujón o lanzar una jabalina, que se pueden considerar fuerzas derivadas. Por lo tanto, las cuatro fuerzas fundamentales son: la primera es la fuerza gravitatoria, que es una fuerza de atracción entre los cuerpos y se debe a la masa de los cuerpos; en segundo lugar, tenemos la fuerza electromagnética, que es atractiva o repulsiva, y es debida a los campos eléctricos y magnéticos que crean las cargas eléctricas; la tercera fuerza es la llamada fuerza débil, que es la responsable de la desintegración radiactiva de las partículas; finalmente, la fuerza nuclear fuerte es la responsable de mantener unidas las partículas en los núcleos de los átomos.

Esas fuerzas son el resultado de unas partículas elementales llamadas bosones. Por ejemplo, los bosones W y Z —aunque resulte raro se llaman así— son los responsables de la fuerza débil, los gluones para la interacción fuerte, los fotones para la acción electromagnética y el gravitón para la atracción gravitatoria. Esta última partícula o bosón aún no se ha descubierto, pero se supone que debe existir.

Planck desconcierta al mundo

—Como estaba diciendo, —continuó explicando la maestra—, Planck estaba estudiando el fotón y se dio cuenta de un hecho curioso mientras analizaba la energía de los fotones. La energía de un cuerpo es la capacidad que tiene dicho cuerpo para producir cambios. Así, cuando le dais una patada a una pelota mientras jugáis en el recreo, le transmitís energía al balón, que sale despedido a gran velocidad y alcanzando altura puede llegar muy lejos.

»Pues si en vez de un balón tenemos una partícula atómica, como por ejemplo un electrón o un fotón, la energía no toma cualquier valor, sino solo cantidades discretas, es decir, la energía salta de 10 al 20, luego al 30 y así sucesivamente. Los valores intermedios no se dan, están prohibidos. Esos saltos se llaman cuantos y de ahí viene el nombre de física cuántica.

Planck enunció su teoría en diciembre de 1900, pero se rechazó por la comunidad científica y no se tuvo en cuenta hasta que en 1905 Einstein explicó el efecto fotoeléctrico aplicando la teoría cuántica. El efecto fotoeléctrico ocurre cuando los fotones, las partículas de luz, chocan con un metal y provoca que salten electrones, creándose una corriente eléctrica, es decir, con luz se produce electricidad. Lo curioso es que solo valen los fotones con determinadas energías, no sirve cualquier energía. Eso no se puede comprender usando la física tradicional, sino que solo se puede explicar usando la física cuántica.

Por su teoría cuántica a Planck le dieron el Premio Nobel de Física en el año 1918 y a Einstein en 1921 por la explicación del efecto fotoeléctrico.

Como la física tradicional no sirve en el mundo atómico, hubo que inventar una nueva física y para eso se necesitaban unas matemáticas diferentes: la estadística. Todo se basa en probabilidades.

¿Cómo es un átomo?

—Veamos ahora cómo es el modelo de un átomo. ¿Alguien sabría explicarlo? —preguntó la profesora dirigiéndose a usted, nuestro querido lector, que está sentado en la última banca de la última fila.

Los estudiantes se giraron y clavaron sus miradas en usted. Una veintena de pares de ojos que se le clavan en el rostro. Nota las miradas y la expectación. La situación es tensa. Del estrés y los nervios tiene la boca pastosa. Debe tener cuidado con lo que responde. ¿Sabría hacerlo?

—¿Puede repetir la pregunta? —consigue balbucear intentando dilatar el tiempo.

—Claro. ¿Podría explicarnos el modelo de un átomo? —repitió la instructora ante su creciente angustia, estimado y aterrado lector.

El aire, en el silencio del aula, se corta con un cuchillo. Yo observo que por la frente le caen sudores fríos y sus manos tiemblan. Todo el mundo contiene el aliento, no se oye ninguna respiración. Sé que, sufrido lector, está a punto de cerrar el libro y terminar de

golpe con esta tortura. Yo cierro los ojos y pido, en silencio, que le dé una oportunidad y no cierre el libro aún.

Sin embargo, por suerte para todos, una estudiante de la primera fila levantó la mano.

—¡Yo!, ¡yo!, ¡profe, yo lo sé! —dijo con vehemencia, dando pequeños saltos sobre su asiento.

—¿A quién me recordará esta chica? —me pregunté yo en mis pensamientos.

El interés de todos los presentes pasó, de manera inmediata, a ella. Incluso la profesora cambió su atención hacia la predispuesta alumna. Yo, sin embargo, continuó observándole, amigo lector. Un suspiro surge de sus labios.

—Estimado escritor, como vuelva a hacerme pasar este mal trago, le aseguro que quemó su libro.

—Le prometo que no se repetirá —es lo único que se me ocurre expresar.

—Adelante, Marga —dijo la maestra.

Ahora la atención se centra en la estudiante.

—El modelo del átomo ha evolucionado con el tiempo. Fueron Thompson, Bohr, Rutherford o Sommerfeld algunos de los físicos que propusieron diferentes modelos. Un modelo útil para tener una visión de un átomo es el modelo planteado por el sueco Niels Bohr, en 1913, y por el que le dieron el Premio Nobel de Física en 1922. Según este modelo, el átomo está formado por un núcleo que contiene protones. Los protones tienen cargas positivas. Aunque Bohr no lo sabía en su momento, también tiene neutrones que no tienen carga. Casi toda la masa del átomo se encuentra en el núcleo. Aunque los protones, debido a su carga positiva, se repelen, hay una fuerza, llamada fuerza nuclear fuerte, que mantiene las partículas del núcleo unidas. Esa es una de las cuatro fuerzas fundamentales que hay en la naturaleza, como ya se comentó antes.

»Rodeando el núcleo se encuentran los electrones en órbitas determinadas. No todas están permitidas, sino solo determinadas órbitas, de acuerdo con Planck, ya que solo se permiten determinados valores de la energía.

La profesora volvió a tomar la palabra.

—Muy bien. Ha sido una magnífica explicación. Bohr dijo que un electrón solo emite o absorbe energía en los saltos de una órbita permitida a otra órbita permitida. En dicho cambio emite o absorbe un fotón cuya energía es la diferencia de energía entre ambos niveles orbitales.

La profesora Meitner volvió a hacer otra pausa y observó que Hans, el alumno de la última fila, volvía a dormitar. Dándolo por imposible continuó con su charla.

—En un átomo casi todo está vacío. ¿Sabéis a qué distancia del núcleo se encuentra la primera órbita de electrones?

Se hizo un silencio. Usted, mi querido y amable lector, me lanza una mirada fulminante como diciendo: «*a ver cómo te comportas, estimado escritor*». Yo me callo y bajo la cabeza, avergonzado.

—Pues fijaos en este caramelo —dijo la maestra.

Sacó un caramelo de unos cuatro centímetros y lo colocó sobre la mesa.

—Pensad que este es el núcleo de un átomo de hidrógeno. El átomo de hidrógeno tiene un protón y un neutrón en su núcleo, mientras que tiene un electrón en la primera órbita. Casi toda la masa del átomo está aquí, en el núcleo. Pues bien, la órbita en la que se encuentra el electrón está a una distancia equivalente a la que está la Luna del caramelo.

Un murmullo general recorrió el aula. Esto hizo que el estudiante dormilón volviera a despertar.

—Efectivamente, en un átomo casi todo está vacío —aseveró la profesora.

Onda-corpúsculo

Cuando el murmullo terminó, la maestra observó que Hans, el alumno dormilón de la última fila, tenía levantada la mano.

—Me alegro de que participe en nuestra clase. Adelante, puede preguntar lo que quiera.

—El mundo de lo pequeño, el mundo cuántico, es completamente nuevo y diferente. Hay una cosa que no entiendo bien, ¿qué significa la dualidad onda-corpúsculo? —preguntó Hans.

—Muy interesante la cuestión que plantea —dijo la profesora Meitner—. Fue el físico francés Louis-Victor de Broglie, séptimo duque de Broglie y par de Francia, quien en su tesis doctoral de 1924 presentó el concepto de dualidad onda-corpúsculo. Ese concepto surge debido a que las partículas en el mundo cuántico presentan comportamientos típicos de ondas en unos experimentos, mientras que aparecen como partículas en otros experimentos.

—¿Significa esto que las ondas y las partículas son lo mismo? —volvió a preguntar Hans.

—Eso es. Las partículas se comportan como ondas y las ondas como partículas. Eso significa que una onda y un corpúsculo es lo mismo. No son conceptos diferentes, sino que están innatos en las propias partículas. Gracias a este concepto a De Broglie le dieron el Premio Nobel de Física en 1929.

Schrödinger juega a los dados

La profesora Meitner continuó explicando.

—Ya vimos que en el mundo cuántico no sirven las leyes de Newton. Tenemos que buscar nuevas herramientas que nos permitan describir el comportamiento de lo muy pequeño. Hay muchas maneras de hacerlo, pero destacamos, debido a su sencillez y elegancia, la ecuación de Schrödinger.

Erwin Schrödinger fue un físico austriaco y nacionalizado irlandés. Se fue de Alemania cuando, en 1938, Hitler se anexionó Austria. Él era antinazi y no podía vivir en ese mundo totalitario. Ya en esa época era famoso porque, en 1933, recibió el Premio Nobel de Física, junto con el físico inglés Paul Dirac. Dicho premio lo recibió por el trabajo publicado pocos años antes, en 1926.

Schrödinger, en 1926, describió el comportamiento de las partículas cuánticas mediante una ecuación llamada ecuación de Schrödinger. Se trata de una ecuación de

onda que describe la evolución en el tiempo de una partícula subatómica, o sea, una partícula del mundo de lo muy pequeño.

La ecuación representa, en la mecánica cuántica, un papel análogo a la segunda ley de Newton, que es la que dice que el cambio de movimiento de un cuerpo es directamente proporcional a la fuerza, o sea, que la fuerza es la masa por la aceleración.

—Lo interesante de esa ecuación de Schrödinger es que aparentemente no tiene ningún significado físico. Se trata de una expresión matemática sin sentido físico. La razón es que la ecuación se basa en los números complejos. Estos números aparecen cuando se quiere hacer la raíz cuadrada de un número negativo. Eso no existe en el mundo de los números reales, pero sí en el mundo de los números complejos.

—Pues no lo entiendo. Si la ecuación no tiene sentido físico, ¿por qué es útil? —preguntó un alumno.

—Pues fue el matemático y físico alemán Max Born quien se dio cuenta de la utilidad de la ecuación. Él había trabajado, junto con Heisenberg del que ya hablaremos, en otra manera muy diferente de describir el comportamiento en el mundo cuántico. Su técnica, aunque anterior a la ecuación de Schrödinger, era muy compleja. Cuando vio dicha ecuación le encantó, lo cual no le sentó bien a Heisenberg porque Born apostó por la competencia —dijo la profesora Meitner.

Tras una breve pausa, la maestra observó que tenía captada la atención de gran parte de la clase, salvo de Hans, el alumno de la última fila.

—Born se dio cuenta de que al elevar al cuadrado la ecuación, o sea, si multiplicaba la ecuación por sí misma, los números complejos desaparecían y la nueva ecuación sí que tenía sentido físico.

Meitner hizo una nueva pausa. Un alumno de la primera fila, nervioso, preguntó:

—¿Qué sentido tiene la ecuación elevada al cuadrado?

—Pues resulta que representa la probabilidad de encontrar a una partícula, ya sea un electrón o un protón, lo que sea que estemos estudiando, en un lugar determinado. Es la probabilidad de que la partícula esté en una cierta posición —dijo la maestra.

—¿Eso quiere decir que puede estar en varios sitios con diferente probabilidad? —preguntó alguien.

—Efectivamente. Esa es una característica del mundo cuántico, solo podemos expresar probabilidades. Por ejemplo, un electrón puede estar a mi derecha con un 50% de probabilidad y a mi izquierda con un 50% de probabilidad —respondió Meitner.

Este es uno de los conceptos básicos de la física cuántica. Sus leyes están gobernadas por la probabilidad, es decir, por la estadística. Esto era algo que no gustó a Einstein, quien dijo la célebre frase de:

«Dios no juega a los dados con la naturaleza».

Sin embargo, Einstein no pudo refutar las leyes que gobiernan la física cuántica, aunque dedicó el resto de su vida a ello.

Indeterminación, incertidumbre

El siguiente paso crucial lo dio el físico alemán Werner Karl Heisenberg. Él hizo su tesis doctoral en Múnich bajo la dirección del genial físico Arnold Sommerfeld. Después de su tesis, Heisenberg trabajó con Born en el desarrollo de un sistema que permitiera describir el comportamiento de las partículas del mundo cuántico. Su sistema era muy complejo de usar. Por eso, como ya hemos visto, Born se decantó por la ecuación de Schrödinger, más sencilla, más elegante y con consecuencias muy interesantes.

Sin embargo, Heisenberg continuó trabajando con su técnica. Un día del año de 1927 se dio cuenta de un detalle. Estaba estudiando el comportamiento de una partícula, pero cuando quería conocer la posición en la que se encontraba, resultaba que perdía la información sobre la velocidad. Por otro lado, cuando conseguía conocer la velocidad perdía la información sobre la posición. Esto ocurre con magnitudes complementarias, como la posición y la cantidad de movimiento o bien con la energía y el tiempo. De esta manera enunció lo que se conoce como relación de indeterminación de Heisenberg o principio de incertidumbre:

«No es posible conocer simultáneamente ciertas magnitudes complementarias como, por ejemplo, la posición y la cantidad de movimiento».

Esto es algo innato a las partículas del mundo cuántico. No tiene nada que ver con que dispongamos de la tecnología adecuada o no, tampoco depende de que el ser humano pueda conocer o no, sino que es una característica de la naturaleza cuántica. Se trata de uno de los resultados que nos cuesta trabajo entender de una manera racional y que nos deja un cierto desasosiego.

El gato de Schrödinger

Un efecto interesante, aunque extraño, preocupante, ilógico, insensato y un largo etcétera de calificativos, resulta que en el mundo de la física cuántica una partícula puede estar en varios estados simultáneamente.

—Esto es lo que se conoce como superposición cuántica —explicó la profesora Meitner.

—¿Eso quiere decir que puede estar en varios lugares a la vez? —preguntó un alumno de la segunda fila.

—Efectivamente, eso es lo que quiere decir.

—Pero, ¿cómo es posible? No tiene ningún sentido —replicó el alumno.

—Bueno, el estar en varios sitios a la vez sí tiene sentido —le dije yo a usted al oído, mi estimado lector.

—Ah, ¿sí?, explíquese, mi ilustre, aunque taimado escritor —me respondió usted.

—Piense en un estanque al que yo tiro una piedra. Se forma una onda en el agua del estanque. La onda llega a usted, que se encuentra en una orilla, y a la persona que está en la otra orilla. Es la misma onda que llega a dos sitios diferentes a la vez. Como ya sabemos, una partícula cuántica es onda y corpúsculo. Esa naturaleza ondulatoria le permite estar en varios sitios a la vez. Lo realmente asombroso viene ahora y nos lo va a explicar nuestra distinguida profesora.

—¿Puedo continuar? Porque si los señores quieren pueden dar ellos la clase —dijo la maestra enfadada, ya que a los profesores no les gusta que los alumnos mantengan charlas privadas entre ellos—. Pues con su permiso continuaremos con el tema de la

superposición cuántica. Yo no digo que tenga sentido o no. Es más, en física cuántica el sentido, la razón, no tienen cabida. Yo explico lo que ocurre. Dejadme que os cuente un experimento mental que planteó Schrödinger.

«Supongamos que tenemos una caja en la que introducimos un gato. La caja tiene un sistema que permite que el gato pueda respirar. También tenemos un bote con veneno y una sustancia radiactiva. Hay un contador Geiger que detecta si la sustancia radiactiva se ha desintegrado o no. El que una sustancia se desintegre es algo completamente aleatorio. Puede que ocurra en un segundo o bien en un millón de años. No se puede predecir cuándo va a ocurrir.

Si el contador Geiger detecta la radiactividad, entonces romperá el frasco del veneno y el gato morirá. La pregunta que se planteó Schrödinger es la siguiente: cuando cerramos la caja y dejamos pasar un tiempo, ¿cómo está el gato, vivo o muerto?»

La clase se quedó en silencio. De pronto un alumno dijo:

—Seguro que está muerto.

—Puede que aún esté vivo —dijo otro.

La profesora fue preguntando uno por uno y cada cual daba su opinión.

—No sé. Podríamos abrir la caja para verlo —dijo Hans, el alumno dormilón, aunque con su respuesta reflejaba que era una persona práctica.

—¡Buena idea! —dijo la maestra—, pero por ahora me interesa tener la caja cerrada. Luego la abriremos.

No hubo consenso en las respuestas de los alumnos. Por eso me gustaría conocer su opinión, estimado lector. Sin querer ponerlo en un compromiso, ¿qué opina?, ¿el gato estará muerto o vivo?

El propio Schrödinger dio la respuesta.

«El gato está vivo y muerto a la vez. Está en los dos estados. Como es un gato cuántico está en superposición cuántica. En este mundo cuántico se puede estar vivo y muerto a la vez.»

—Esto es absurdo —dijo un alumno.

—Esto es lo que ocurre en el mundo cuántico. Por eso los bancos y los servicios de seguridad de los países tienen tanto miedo a los ordenadores cuánticos. Vosotros también deberíais tener miedo porque un ordenador cuántico puede conocer las claves de seguridad de las cuentas bancarias de manera instantánea —dijo la profesora Meitner.

En un ordenador normal los datos se representan con «bits». Un bit toma el valor de un '0' o bien '1'. Supongamos un ordenador en el que los datos se representan con ocho bits. Una clave es una combinación de ceros y unos. Con ocho bits se pueden representar hasta doscientos cincuenta y seis claves diferentes, que son el número de combinaciones de ceros y unos posibles. En un momento dado el estado es el valor de un dato de ocho bits, una clave. Para averiguarla es necesario probar, en el peor de los casos, doscientos cincuenta y seis combinaciones. Pensemos en una clave de ciento veintiocho bits, que es lo que se suele utilizar. ¡Es un número de treinta y nueve dígitos! Un ordenador normal puede tardar siglos en descubrir una buena clave.

Sin embargo, debido a la superposición cuántica, un ordenador cuántico ¡tiene todos los valores a la vez! Da igual el número de combinaciones, en un instante dado las tiene todas, las aplica y colapsa en la clave correcta. Descubre las claves de manera instantánea.

Por eso se está invirtiendo tanto dinero en criptografía postcuántica, es decir, generar claves que un ordenador cuántico no pueda descifrar, aun teniendo la superposición cuántica.

La profesora Meitner continuó con la explicación.

—Así que el gato está vivo y muerto a la vez. Constató un hecho. No pido que estéis de acuerdo o no. Pero ¡atención!, ahora vamos a abrir la caja. Al abrirla, los estados «vivo» y «muerto» colapsan en uno solo. Quiero decir que al abrir la caja podemos ver al gato o bien vivo o muerto. No podemos verlo en los dos estados, sino solo en uno. Esto es lo que se conoce como que «colapsa en un estado».

Este es uno de los resultados más sorprendentes de la física cuántica. Las partículas tienen los estados superpuestos, pero cuando se observan colapsan en un único estado.

Llegó el recreo

La física cuántica es un mundo muy diferente a nuestro mundo macroscópico. Lo curioso es que esos extraños comportamientos y otros muchos, que por brevedad no hemos tratado, dan lugar a nuestro mundo racional que conocemos. El lector puede buscar mucha información en libros científicos o, mejor aún, de divulgación científica. También puede encontrar mucha información en Internet.

En este momento sonó el timbre.

—La clase ha terminado. Hoy no les pongo deberes, pero mañana seguro que sí.

Poco tiempo después de esta clase que hemos tenido el privilegio de recibir, el 27 de octubre de 1968, Elise Meitner, conocida como Lise, con noventa años, nos dejó. Fue una de las más reputadas físicas del siglo XX, con una biografía plagada de aportaciones.

En 1938 descubrió, junto a Otto Hahn, la fisión nuclear. Para ello bombardearon uranio con neutrones que provocaron la ruptura del núcleo de uranio en dos y la emisión de una gran cantidad de energía. Por este hecho le concedieron a Hahn el Premio Nobel de Física en 1944. Sin embargo, al ser mujer, ella no recibió el galardón. ¡Estuvo nominada al Premio Nobel de Química en 19 ocasiones y al de Física en 29! Nunca fue reconocida.

Un caso parecido ocurrió a la física china Chien-Shiung Wu apodada como «la Primera Dama de la Física», ella realizó, junto a Tsung-Dao Lee y Chen Ning Yang el experimento que lleva su nombre y es conocido como «Experimento de Wu», que contradecía la ley hipotética de la conservación de la paridad. Por este descubrimiento sus colegas ganaron el Premio Nobel de Física de 1957, pero a ella no se lo otorgaron ya que era mujer.

Desde que en 1903 se otorgó el Premio Nobel de Física a Marie Curie, las mujeres fueron relegadas por la Real Academia Sueca de Ciencias hasta 1963 en que se otorgó dicho galardón a Maria Goeppert-Mayer. De los doscientos veintitrés premiados desde

1901 hasta 2023 solo cinco mujeres han recibido esa distinción: Marie Curie (1903), Maria Goeppert-Mayer (1963), Donna Strickland (2018), Andrea Mia Ghez (2020) y Anne L'Huillier (2023).

Einstein tenía a Elise Meitner en alta estima y la denominó como «Marie Curie alemana».

FIN



Elise Meitner



Chien-Shiung Wu

Notas de copyright:

Foto de Elise Meitner. Autor: Briggs, C.A

Foto de Chien-Shiung Wu. Autor: Smithsonian Institution from United States

Fuente: <https://es.wikipedia.org/>

Estas imágenes fueron tomadas de The Commons de Flickr. La organización que subió la carga puede tener varias razones para determinar que no existen restricciones de derechos de autor conocidas, como, por ejemplo:

1. Los derechos de autor son de dominio público porque han caducado;
2. Los derechos de autor pasaron al dominio público por otras razones, como el incumplimiento de las formalidades o condiciones requeridas;
3. La institución posee los derechos de autor, pero no está interesada en ejercer el control; o
4. La institución tiene derechos legales suficientes para autorizar a otros a utilizar la obra sin restricciones.

Puede encontrar más información en <https://flickr.com/commons/usage/>.