

UNIVERSALES

Editor: José Mejía Lacayo

No son temas nicaragüenses, son temas universales como las matemáticas, la filosofía, la astronomía, calentamiento global, la física y la química puras. Algunas veces hemos publicado temas universales en un intento de educar a los nicaragüenses literatos por antonomasia, una labor quijotesca en un país lleno de literatos y poetas. Por ser paisanos inevitables de Rubén Darío, todo niño aspira a ser poeta.



Las otras secciones de Temas Nicaragüenses son particulares porque son propias sólo de los nicaragüenses, mientras que la sección de universales aplica a todos los individuos del planeta Tierra, y por lo tanto, también a los nicaragüenses.

En esta sección incluiremos ensayos de ciencias puras, filosofía, matemática, astronomía, física y química; temas que nos afectan a todos en la Tierra, y por ende a los nicaragüenses.

Los universales son los supuestos referentes de los predicados como "verde", "áspero", "amigo" o "insecto". La existencia de los universales se postula para justificar nuestra manera de hablar acerca de los individuos. Así por ejemplo, estamos justificados en decir ir de una planta que "es verde", porque la planta posee el universal verde, o alternativamente porque el universal verde está presente en la planta. Además, podemos decir de varias cosas que "son todas

verdes", porque el universal verde, siendo algo distinto de las cosas, está sin embargo presente en todas ellas. Los universales, por lo tanto, tienen la particularidad de poder estar presentes en varios lugares al mismo tiempo, algo que los distingue fuertemente de los individuos.

La existencia y naturaleza de los universales ha sido materia de arduo debate filosófico. Especialmente en la Universidad de París en el siglo XI, y tuvo especial importancia en el nominalismo. En general, el término "universal" se reserva para el contexto específico del problema de los universales, prefiriéndose otros términos en otros contextos. Un universal es aquella afirmación que ocupa la totalidad de los individuos de un grupo en concreto, de manera que entra en el ámbito universal. Ej.: Todos los planetas de nuestro sistema solar son sostenidos por la gravedad de la estrella central.

Los particulares son todas aquellas afirmaciones que ocupa una parte de los individuos de un grupo en concreto, de manera que entra en un sector de la población. Ej.: Los seres humanos son mortales.

Las implicaciones de estas definiciones en la concepción universal del individuo consisten en que el universal afecta a todos los individuos; en cambio lo particular solo afecta a la particularidad del individuo y no así a la totalidad de los individuos.

El nominalismo es una doctrina filosófica según la cual todo lo que existe es particular. Esto generalmente se afirma en oposición a quienes sostienen que existen los universales y las entidades abstractas. El nominalismo niega la existencia de universales tanto de manera inmanente (en los particulares) como trascendente (fuera de los particulares).

En rigor, la doctrina opuesta al nominalismo no es el realismo, que acepta la existencia tanto de particulares como de universales, sino el universalismo, que sostiene que todo lo que existe son universales.

El término «nominalismo» proviene del latín, *nomen* (nombre). Por ejemplo, John Stuart Mill escribió una vez, que "no hay nada general, excepto nombres". Otra palabra usada para designar al nominalismo es particularismo.

A comienzos del siglo XX, los antropólogos tomaron la iniciativa en la revisión de los esquemas y doctrinas evolucionistas, tanto de los darwinistas sociales como de los comunistas marxistas. En los Estados Unidos, la posición teórica dominante fue desarrollada por Franz Boas y sus discípulos y se conoce como particularismo histórico. Según Boas, los intentos del siglo XIX de descubrir las leyes de evolución cultural y de esquematizar las etapas de progreso cultural

se basaron en una evidencia empírica insuficiente. Boas adujo que cada cultura tiene su propia historia, larga y única. Para comprender o explicar una cultura en particular, lo mejor que podemos hacer es reconstruir la trayectoria única que ha seguido. Este énfasis en la unicidad de cada cultura supuso una negativa a las perspectivas de una ciencia generalizadora de la cultura. Otra característica importante del particularismo histórico es la noción de relativismo cultural, que mantiene que no existen formas superiores o inferiores de cultura. Términos como "barbarie" y "civilización" expresan simplemente el etnocentrismo de la gente que piensa que su forma de vida es más normal que la forma de vida de otras personas.■

Trascendentalismo

Enciclopedia Británica

Los editores de la Enciclopedia Británica. Este ensayo fue revisado y actualizado recientemente por Adam Augustyn.

Trascendentalismo, es un movimiento del siglo XIX de escritores y filósofos en New England, USA que estaban vagamente unidos por la adhesión a un sistema idealista de pensamiento basado en la creencia en la unidad esencial de toda la creación, la bondad innata de la humanidad y la supremacía de la intuición sobre lógica y experiencia para la revelación de las verdades más profundas. El trascendentalismo alemán (especialmente como fue refractado por Samuel Taylor Coleridge y Thomas Carlyle), el platonismo y el neoplatonismo, las escrituras indias y chinas, y los escritos de místicos como Emanuel Swedenborg y Jakob Böhme fueron fuentes a las que recurrieron los trascendentalistas de Nueva Inglaterra en sus escritos. búsqueda de una filosofía liberadora.



Ecléctico y cosmopolita en sus orígenes y parte del movimiento romántico, el trascendentalismo de Nueva Inglaterra se originó en el área alrededor de

Mecánica Cuántica

Wikipedia

La mecánica cuántica es la rama de la física que estudia la naturaleza a escalas espaciales pequeñas, los sistemas atómicos y subatómicos y sus interacciones con la radiación electromagnética y otras fuerzas, en términos de cantidades observables. Se basa en la observación de que todas las formas de energía se liberan en unidades discretas o paquetes llamados cuantos. Estos cuantos tienen la característica de pertenecer todos a un grupo específico de bosones, estando cada uno ligado a una interacción fundamental. (Ej: el fotón pertenece a la electromagnética). Sorprendentemente, la teoría cuántica solo permite normalmente cálculos probabilísticos o estadísticos de las características observadas de las partículas elementales, entendidos en términos de funciones de onda. La ecuación de Schrödinger desempeña, en la mecánica cuántica, el papel que las leyes de Newton y la conservación de la energía desempeñan en la mecánica clásica. Es decir, la predicción del comportamiento futuro de un sistema dinámico y es una ecuación de onda en términos de una función de onda la que predice analíticamente la probabilidad precisa de los eventos o resultados.

En teorías anteriores de la física clásica, la energía era tratada únicamente como un fenómeno continuo, en tanto que la materia se supone que ocupa una región muy concreta del espacio y que se mueve de manera continua. Según la teoría cuántica, la energía se emite y se absorbe en cantidades discretas y minúsculas. Un paquete individual de energía, llamado cuanto, en algunas situaciones se comporta como una partícula de materia. Por otro lado, se encontró que las partículas exponen algunas propiedades ondulatorias cuando están en movimiento y ya no son vistas como localizadas en una región determinada, sino más bien extendidas en cierta medida. La luz u otra radiación emitida o absorbida por un átomo solo tiene ciertas frecuencias (o longitudes de onda), como puede verse en la línea del espectro asociado al elemento químico representado por tal átomo. La teoría cuántica demuestra que tales frecuencias corresponden a niveles definidos de los cuantos de luz, o fotones, y es el resultado del hecho de que los electrones del átomo solo pueden tener ciertos valores de energía permitidos. Cuando un electrón pasa de un nivel permitido a otro, una cantidad de energía es

emitida o absorbida, cuya frecuencia es directamente proporcional a la diferencia de energía entre los dos niveles.

La mecánica cuántica surge tímidamente en los inicios del siglo XX dentro de las tradiciones más profundas de la física para dar una solución a problemas para los que las teorías conocidas hasta el momento habían agotado su capacidad de explicar, como la llamada catástrofe ultravioleta en la radiación de cuerpo negro predicha por la física estadística clásica y la inestabilidad de los átomos en el modelo atómico de Rutherford. La primera propuesta de un principio propiamente cuántico se debe a Max Planck en 1900, para resolver el problema

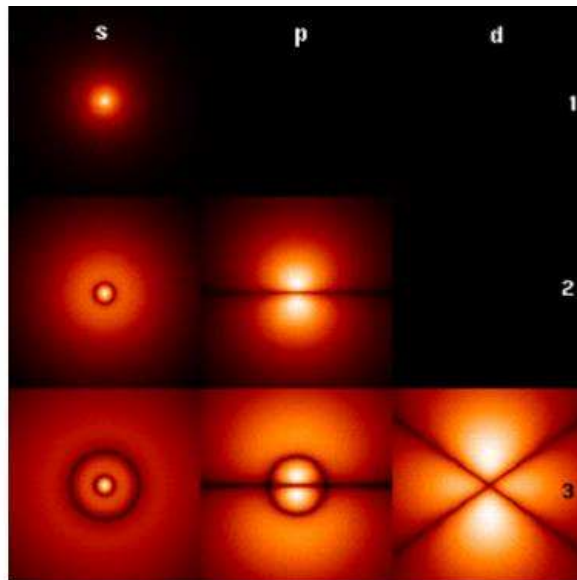


Fig. 1: La **función de onda** del **electrón** de un átomo de hidrógeno posee niveles de energía definidos y discretos denotados por un número cuántico $n=1, 2, 3, \dots$ y valores definidos de **momento angular** caracterizados por la notación: s, p, d, ... Las áreas brillantes en la figura corresponden a densidades elevadas de **probabilidad** de encontrar el electrón en dicha posición.

de la radiación de cuerpo negro, que fue duramente cuestionado, hasta que Albert Einstein lo convierte en el principio que exitosamente pueda explicar el efecto fotoeléctrico. Las primeras formulaciones matemáticas completas de la mecánica cuántica no se alcanzan hasta mediados de la década de 1920, sin que hasta el día de hoy se tenga una interpretación coherente de la teoría, en particular del problema de la medición.

El formalismo de la mecánica cuántica se desarrolló durante la década de 1920. En 1924, Louis de Broglie propuso que, al igual que las ondas de luz presentan propiedades de partículas, como ocurre en el efecto fotoeléctrico, las partículas, también presentan propiedades ondulatorias. Dos formulaciones

diferentes de la mecánica cuántica se presentaron después de la sugerencia de Broglie. En 1926, la mecánica ondulatoria de Erwin Schrödinger implica la utilización de una entidad matemática, la función de onda, que está relacionada con la probabilidad de encontrar una partícula en un punto dado en el espacio. En 1925, la mecánica matricial de Werner Heisenberg no hace mención alguna de las funciones de onda o conceptos similares, pero ha demostrado ser matemáticamente equivalente a la teoría de Schrödinger. Un descubrimiento importante de la teoría cuántica es el principio de incertidumbre, enunciado por Heisenberg en 1927, que pone un límite teórico absoluto en la precisión de ciertas mediciones. Como resultado de ello, la asunción clásica de los científicos de que el estado físico de un sistema podría medirse exactamente y utilizarse para decir los estados futuros tuvo que ser abandonada. Esto supuso una revolución filosófica y dio pie a numerosas discusiones entre los más grandes físicos de la época.

La mecánica cuántica propiamente dicha no incorpora a la relatividad en su formulación matemática. La parte de la mecánica cuántica que incorpora elementos relativistas de manera formal para abordar diversos problemas se conoce como mecánica cuántica relativista o ya, en forma más correcta y acabada, teoría cuántica de campos (que incluye a su vez a la electrodinámica cuántica, cromodinámica cuántica y teoría electrodébil dentro del modelo estándar)¹ y más generalmente, la teoría cuántica de campos en espacio-tiempo curvo. La única interacción elemental que no se ha podido cuantizar hasta el momento ha sido la interacción gravitatoria. Este problema constituye entonces uno de los mayores desafíos de la física del siglo XXI. La mecánica cuántica se combinó con la teoría de la relatividad en la formulación de Paul Dirac de 1928, lo que, además, predijo la existencia de antipartículas. Otros desarrollos de la teoría incluyen la estadística cuántica, presentada en una forma por Einstein y Bose (la estadística de Bose-Einstein) y en otra forma por Dirac y Enrico Fermi (la estadística de Fermi-Dirac); la electrodinámica cuántica, interesada en la interacción entre partículas cargadas y los campos electromagnéticos, su generalización, la teoría cuántica de campos y la electrónica cuántica.

La mecánica cuántica proporciona el fundamento de la fenomenología del átomo, de su núcleo y de las partículas elementales (lo cual requiere necesariamente el enfoque relativista). También su impacto en teoría de la información, criptografía y química ha sido dentro esta misma.

Contexto histórico

La mecánica cuántica es, cronológicamente hablando, la última de las grandes ramas de la física. Se formuló a principios del siglo XX, casi al mismo tiempo que la teoría de la relatividad, aunque el grueso de la mecánica cuántica se desarrolló a partir de 1920 (siendo la teoría de la relatividad especial de 1905 y la teoría general de la relatividad de 1915).

Además al advenimiento de la mecánica cuántica existían diversos problemas no resueltos en la electrodinámica clásica. El primero de estos problemas era la emisión de radiación de cualquier objeto en equilibrio, llamada radiación térmica, que es la que proviene de la vibración microscópica de las partículas que lo componen. Usando las ecuaciones de la electrodinámica clásica, la energía que emitía esta radiación térmica tendía al infinito, si se suman todas las frecuencias que emitía el objeto, con ilógico resultado para los físicos. También la estabilidad de los átomos no podía ser explicada por el electromagnetismo clásico, y la noción de que el electrón fuera o bien una partícula clásica puntual o bien una cáscara esférica de dimensiones finitas resultaban igualmente problemáticas para esto.

RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA

El problema de la radiación electromagnética de un cuerpo negro fue uno de los primeros problemas resueltos en el seno de la mecánica cuántica. Es en el seno de la mecánica estadística donde surgen por primera vez las ideas cuánticas en 1900. Al físico alemán Max Planck se le ocurrió un artificio matemático: si en el proceso aritmético se sustituía la integral de esas frecuencias por una suma no continua (discreta), se dejaba de obtener infinito como resultado, con lo que se eliminaba el problema; además, el resultado obtenido concordaba con lo que después era medido.

Fue Max Planck quien entonces enunció la hipótesis de que la radiación electromagnética es absorbida y emitida por la materia en forma de «cuantos» de luz o fotones de energía cuantizados introduciendo una constante estadística, que se denominó constante de Planck. Su historia es inherente al siglo XX, ya que la primera formulación cuántica de un fenómeno fue dada a conocer por el mismo Planck el 14 de diciembre de 1900 en una sesión de la Sociedad Física de la Academia de Ciencias de Berlín.²

La idea de Planck habría permanecido muchos años solo como hipótesis sin verificar por completo si Albert Einstein no la hubiera retomado, proponiendo que la luz, en ciertas circunstancias, se comporta como partículas de energía (los cuantos de luz o fotones) en su explicación del efecto fotoeléctrico. Fue Albert Einstein quien completó en 1905 las correspondientes leyes del movimiento su teoría especial de la relatividad, demostrando que el electromagnetismo era una

teoría esencialmente no mecánica. Culminaba así lo que se ha dado en llamar física clásica, es decir, la física no-cuántica.

Usó este punto de vista llamado por él «heurístico», para desarrollar su teoría del efecto fotoeléctrico, publicando esta hipótesis en 1905, lo que le valió el Premio Nobel de Física de 1921. Esta hipótesis fue aplicada también para proponer una teoría sobre el calor específico, es decir, la que resuelve cuál es la cantidad de calor necesaria para aumentar en una unidad la temperatura de la unidad de masa de un cuerpo.

El siguiente paso importante se dio hacia 1925, cuando Louis De Broglie propuso que cada partícula material tiene una longitud de onda asociada, inversamente proporcional a su masa, y a su velocidad. Así quedaba establecida la dualidad onda/materia. Poco tiempo después Erwin Schrödinger formuló una ecuación de movimiento para las «ondas de materia», cuya existencia había propuesto De Broglie y varios experimentos sugerían que eran reales.

La mecánica cuántica introduce una serie de hechos contraintuitivos que no aparecían en los paradigmas físicos anteriores; con ella se descubre que el mundo atómico no se comporta como esperaríamos. Los conceptos de incertidumbre o cuantización son introducidos por primera vez aquí. Además, la mecánica cuántica es la teoría científica que ha proporcionado las predicciones experimentales más exactas hasta el momento, a pesar de estar sujeta a las probabilidades.

INESTABILIDAD DE LOS ÁTOMOS CLÁSICOS

El segundo problema importante que la mecánica cuántica resolvió a través del modelo de Bohr, fue el de la estabilidad de los átomos. De acuerdo con la teoría clásica un electrón orbitando alrededor de un núcleo cargado positivamente debería emitir energía electromagnética perdiendo así velocidad hasta caer sobre el núcleo. La evidencia empírica era que esto no sucedía, y sería la mecánica cuántica la que resolvería este hecho primero mediante postulados ad hoc formulados por Bohr y más tarde mediante modelos como el modelo atómico de Schrödinger basados en supuestos más generales. A continuación se explica el fracaso del modelo clásico.

En mecánica clásica, un átomo de hidrógeno es un tipo de problema de los dos cuerpos en que el protón sería el primer cuerpo que tiene más del 99% de la masa del sistema y el electrón es el segundo cuerpo que es mucho más ligero. Para resolver el problema de los dos cuerpos es conveniente hacer la descripción del sistema, colocando el origen del sistema de referencia en el centro de masa

de la partícula de mayor masa, esta descripción es correcta considerando como masa de la otra partícula la masa reducida que viene dada por

Siendo la masa del protón y la masa del electrón. En ese caso el problema del átomo de hidrógeno parece admitir una solución simple en la que el electrón se moviera en órbitas elípticas alrededor del núcleo atómico. Sin embargo, existe un problema con la solución clásica, de acuerdo con las predicciones de electromagnetismo partícula eléctrica que sigue un movimiento acelerado, como sucedería al describir una elipse debería emitir radiación electromagnética, y por tanto perder energía cinética, la cantidad de energía radiada sería de hecho:

Ese proceso acabaría con el colapso del átomo sobre el núcleo en un tiempo muy corto dadas las grandes aceleraciones existentes. A partir de los datos de la ecuación anterior el tiempo de colapso sería de 10^{-8} s, es decir, de acuerdo con la física clásica los átomos de hidrógeno no serían estables y no podrían existir más de una cienmillonésima de segundo.

Esa incompatibilidad entre las predicciones del modelo clásico y la realidad observada llevó a buscar un modelo que explicara fenomenológicamente el átomo. El modelo atómico de Bohr era un modelo fenomenológico y provisorio que explicaba satisfactoriamente aunque de manera heurística algunos datos, como el orden de magnitud del radio atómico y los espectros de absorción del átomo, pero no explicaba cómo era posible que el electrón no emitiera radiación perdiendo energía. La búsqueda de un modelo más acostumbrado llevó a la formulación del modelo atómico de Schrödinger en el cual puede probarse que el valor esperado de la aceleración es nulo, y sobre esa base puede decirse que la energía electromagnética emitida debería ser también nula. Sin embargo, al contrario del modelo de Bohr, la representación cuántica de Schrödinger es difícil de entender en términos intuitivos.

DESARROLLO HISTÓRICO

La teoría cuántica fue desarrollada en su forma básica a lo largo de la primera mitad del siglo XX. El hecho de que la energía se intercambie de forma discreta se puso de relieve por hechos experimentales como los siguientes, inexplicables con las herramientas teóricas anteriores de la mecánica clásica o la electrodinámica:

- Espectro de la radiación del cuerpo negro, resuelto por Max Planck con la cuantización de la energía. La energía total del cuerpo negro resultó que tomaba valores discretos más que continuos. Este fenómeno se llamó cuantización, y los intervalos posibles más pequeños entre los valores discretos son llamados quanta (singular: quantum, de la palabra latina para «cantidad», de ahí el nombre de

mecánica cuántica). La magnitud de un cuanto es un valor fijo llamado constante de Planck, y que vale: 6.626×10^{-34} julios por segundo.

- Bajo ciertas condiciones experimentales, los objetos microscópicos como los átomos o los electrones exhiben un comportamiento ondulatorio, como en la interferencia. Bajo otras condiciones, las mismas especies de objetos exhiben un comportamiento corpuscular, de partícula, («partícula» quiere decir un objeto que puede ser localizado en una región concreta del espacio), como en la dispersión de partículas. Este fenómeno se conoce como dualidad onda-partícula.

- Las propiedades físicas de objetos con historias asociadas pueden ser correlacionadas, en una amplitud prohibida para cualquier teoría clásica, solo pueden ser descritos con precisión si se hace referencia a ambos a la vez. Este fenómeno es llamado entrelazamiento cuántico y la desigualdad de Bell describe su diferencia con la correlación ordinaria. Las medidas de las violaciones de la desigualdad de Bell fueron algunas de las mayores comprobaciones de la mecánica cuántica.

- Explicación del efecto fotoeléctrico, dada por Albert Einstein, en que volvió a aparecer esa "misteriosa" necesidad de cuantizar la energía.

- Efecto Compton.

El desarrollo formal de la teoría fue obra de los esfuerzos conjuntos de varios físicos y matemáticos de la época como Schrödinger, Heisenberg, Einstein, Dirac, Bohr y Von Neumann entre otros (la lista es larga). Algunos de los aspectos fundamentales de la teoría están siendo aún estudiados activamente. La mecánica cuántica ha sido también adoptada como la teoría subyacente a muchos campos de la física y la química, incluyendo la física de la materia condensada, la química cuántica y la física de partículas.

La región de origen de la mecánica cuántica puede localizarse en la Europa central, en Alemania y Austria, y en el contexto histórico del primer tercio del siglo XX.

SUPOSICIONES MÁS IMPORTANTES

Las suposiciones más importantes de esta teoría son las siguientes:

- Al ser imposible fijar a la vez la posición y el momento de una partícula, se renuncia al concepto de trayectoria, vital en mecánica clásica. En vez de eso, el movimiento de una partícula puede ser explicado por una función matemática que asigna, a cada punto del espacio y a cada instante, la probabilidad de que la

partícula descrita se halle en tal posición en ese instante (al menos, en la interpretación de la Mecánica cuántica más usual, la probabilista o interpretación de Copenhague). A partir de esa función, o función de ondas, se extraen teóricamente todas las magnitudes del movimiento necesarias.

- Existen dos tipos de evolución temporal, si no ocurre ninguna medida el estado del sistema o función de onda evolucionan de acuerdo con la ecuación de Schrödinger, sin embargo, si se realiza una medida sobre el sistema, este sufre un «salto cuántico» hacia un estado compatible con los valores de la medida obtenida (formalmente el nuevo estado será una proyección ortogonal del estado original).

- Existen diferencias notorias entre los estados ligados y los que no lo están.

- La energía no se intercambia de forma continua en un estado ligado, sino en forma discreta lo cual implica la existencia de paquetes mínimos de energía llamados cuantos, mientras en los estados no ligados la energía se comporta como un continuo.

DESCRIPCIÓN DE LA TEORÍA

Interpretación de Copenhague

Para describir la teoría de forma general es necesario un tratamiento matemático riguroso, pero aceptando una de las tres interpretaciones de la mecánica cuántica (a partir de ahora la Interpretación de Copenhague), el marco se relaja. La mecánica cuántica describe el estado instantáneo de un sistema (estado cuántico) con una función de onda que codifica la distribución de probabilidad de todas las propiedades medibles, u observables. Algunos observables posibles sobre un sistema dado son la energía, posición, momento y momento angular. La mecánica cuántica no asigna valores definidos a los observables, sino que hace predicciones sobre sus distribuciones de probabilidad. Las propiedades ondulatorias de la materia son explicadas por la interferencia de las funciones de onda.

Estas funciones de onda pueden variar con el transcurso del tiempo. Esta evolución es determinista si sobre el sistema no se realiza ninguna medida aunque esta evolución es estocástica y se produce mediante colapso de la función de onda cuando se realiza una medida sobre el sistema (Postulado IV de la MC). Por ejemplo, una partícula moviéndose sin interferencia en el espacio vacío puede ser descrita mediante una función de onda que es un paquete de ondas centrado alrededor de alguna posición media. Según pasa el tiempo, el centro del paquete puede trasladarse, cambiar, de modo que la partícula parece estar localizada más

precisamente en otro lugar. La evolución temporal determinista de las funciones de onda es descrita por la ecuación de Schrödinger.

Algunas funciones de onda describen estados físicos con distribuciones de probabilidad que son constantes en el tiempo, estos estados se llaman estacionarios, son estados propios del operador hamiltoniano y tienen energía bien definida. Muchos sistemas que eran tratados dinámicamente en mecánica clásica son descritos mediante tales funciones de onda estáticas. Por ejemplo, un electrón en un átomo sin excitar se dibuja clásicamente como una partícula que rodea el núcleo, mientras que en mecánica cuántica es descrito por una nube de probabilidad estática que rodea al núcleo.

Cuando se realiza una medición en un observable del sistema, la función de ondas se convierte en una del conjunto de las funciones llamadas funciones propias o estados propios del observable en cuestión. Este proceso es conocido como colapso de la función de onda. Las probabilidades relativas de ese colapso sobre alguno de los estados propios posibles son descritas por la función de onda instantánea justo antes de la reducción. Considerando el ejemplo anterior sobre la partícula en el vacío, si se mide la posición de la misma, se obtendrá un valor impredecible X . En general, es imposible predecir con precisión qué valor de x se obtendrá, aunque es probable que se obtenga uno cercano al centro del paquete de ondas, donde la amplitud de la función de onda es grande. Después de que se ha hecho la medida, la función de onda de la partícula colapsa y se reduce a una que esté muy concentrada en torno a la posición observada X .

La ecuación de Schrödinger es en parte determinista en el sentido de que, dada una función de onda a un tiempo inicial dado, la ecuación suministra una predicción concreta de qué función tendremos en cualquier tiempo posterior. Durante una medida, el eigen-estado al cual colapsa la función es probabilista y en este aspecto es no determinista. Así que la naturaleza probabilista de la mecánica cuántica nace del acto de la medida.

Formulación matemática

En la formulación matemática rigurosa, desarrollada por Dirac y von Neumann, los estados posibles de un sistema cuántico están representados por vectores unitarios (llamados estados) que pertenecen a un Espacio de Hilbert complejo separable (llamado el espacio de estados). Qué tipo de espacio de Hilbert es necesario en cada caso depende del sistema; por ejemplo, el espacio de estados para los estados de posición y momento es el espacio de funciones de cuadrado integrable, mientras que la descripción de un sistema sin traslación

pero con un espín es el espacio . La evolución temporal de un estado cuántico queda descrita por la ecuación de Schrödinger, en la que el hamiltoniano, el operador correspondiente a la energía total del sistema tiene un papel central.

Cada magnitud observable queda representada por un operador lineal hermítico definido sobre un dominio denso del espacio de estados. Cada estado propio de un observable corresponde a un eigenvector del operador, y el valor propio o eigenvalor asociado corresponde al valor del observable en aquel estado propio. El espectro de un operador puede ser continuo o discreto. La medida de un observable representado por un operador con espectro discreto solo puede tomar un conjunto numerable de posibles valores, mientras que los operadores con espectro continuo presentan medidas posibles en intervalos reales completos. Durante una medida, la probabilidad de que un sistema colapse a uno de los eigenestados viene dada por el cuadrado del valor absoluto del producto interno entre el estado propio o autoestado (que podemos conocer teóricamente antes de medir) y el vector estado del sistema antes de la medida. Podemos así encontrar la distribución de probabilidad de un observable en un estado dado computando la descomposición espectral del operador correspondiente. El principio de incertidumbre de Heisenberg se representa por la aseveración de que los operadores correspondientes a ciertos observables no conmutan.

Aplicaciones

En muchos aspectos, la tecnología moderna opera a una escala en la que los efectos cuánticos son significativos. Las aplicaciones importantes de la teoría cuántica incluyen la química cuántica, la óptica cuántica, la computación cuántica, los imanes superconductores, los diodos emisores de luz, el amplificador óptico y el láser, el transistor y semiconductores como el microprocesador, imágenes médicas y de investigación como la resonancia magnética y el microscopio electrónico.³ Las explicaciones de muchos fenómenos biológicos y físicos tienen su origen en la naturaleza del enlace químico, sobre todo la macromolécula del ADN.

RELATIVIDAD Y LA MECÁNICA CUÁNTICA

El mundo moderno de la física se funda notablemente en dos teorías principales, la relatividad general y la mecánica cuántica, aunque ambas teorías usan principios aparentemente incompatibles. Los postulados que definen la teoría de la relatividad de Einstein y la teoría del quantum están apoyados por rigurosa y repetida evidencia empírica. Sin embargo, ambas se resisten a ser incorporadas dentro de un mismo modelo coherente. Desde mediados del siglo

XX, aparecieron teorías cuánticas relativistas del campo electromagnético (electrodinámica cuántica) y las fuerzas nucleares (modelo electrodébil, cromodinámica cuántica), pero no se tiene una teoría cuántica relativista del campo gravitatorio que sea plenamente consistente y válida para campos gravitatorios intensos (existen aproximaciones en espacios asintóticamente planos). Todas las teorías cuánticas relativistas consistentes usan los métodos de la teoría cuántica de campos.

En su forma ordinaria, la teoría cuántica abandona algunos de los supuestos básicos de la teoría de la relatividad, como por ejemplo el principio de localidad usado en la descripción relativista de la causalidad. El mismo Einstein había considerado absurda la violación del principio de localidad a la que parecía abocar la mecánica cuántica. La postura de Einstein fue postular que la mecánica cuántica si bien era consistente era incompleta. Para justificar su argumento y su rechazo a la falta de localidad y la falta de determinismo, Einstein y varios de sus colaboradores postularon la llamada paradoja de Einstein-Podolsky-Rosen (EPR), la cual demuestra que medir el estado de una partícula puede instantáneamente cambiar el estado de su socio enlazado, aunque las dos partículas pueden estar a una distancia arbitrariamente grande. Modernamente el paradójico resultado de la paradoja EPR se sabe es una consecuencia perfectamente consistente del llamado entrelazamiento cuántico. Es un hecho conocido que si bien la existencia del entrelazamiento cuántico efectivamente viola el principio de localidad, en cambio no viola la causalidad definido en términos de información, puesto que no hay transferencia posible de información. Si bien en su tiempo, parecía que la paradoja EPR suponía una dificultad empírica para mecánica cuántica, y Einstein consideró que la mecánica cuántica en la interpretación de Copenhague podría ser descartada por experimento, décadas más tarde los experimentos de Alain Aspect (1981) revelaron que efectivamente la evidencia experimental parece apuntar en contra del principio de localidad.⁴ Y por tanto, el resultado paradójico que Einstein rechazaba como «sin sentido» parece ser lo que sucede precisamente en el mundo real.

NOTAS

1. ↑ Halzen, Francis; Martin, Alan Douglas (1984). Universidad de Wisconsin, ed. *Quarks and Leptons: An Introductory Course in Modern Particle Physics*. Universidad de Durham. Canadá: Wiley. pp. 396. ISBN 9780471887416.

2. ↑ Vitaliĭ Isaakovich Rydrik (1987). *Qué es la mecánica cuántica*. Ediciones Quinto Sol. OCLC 37693524.

3.↑ Matson, John (2010). «What Is Quantum Mechanics Good for?». *Scientific American*. Consultado el 18 de mayo de 2016.

4.↑ Aspect, Alain; Grangier, Philippe; Roger, Gérard (17 de agosto de 1981). «Experimental Tests of Realistic Local Theories via Bell's Theorem». *Physical Review Letters* (en inglés) 47 (7): 460-463. ISSN 0031-9007. doi:10.1103/PhysRevLett.47.460. Consultado el 7 de abril de 2019.

Bibliografía

•Andrade e Silva, J.; Lochak, Georges (1969). *Los cuantos*. Ediciones Guadarrama. ISBN 978-84-250-3040-6.

•Otero Carvajal, Luis Enrique: "Einstein y la revolución científica del siglo XX" Cuadernos de Historia Contemporánea, n.º 27, 2005, INSS 0214-400-X

•Otero Carvajal, Luis Enrique: "La teoría cuántica y la discontinuidad en la física", Umbral, Facultad de Estudios Generales de la Universidad de Puerto Rico, recinto de Río Piedras

•de la Peña, Luis (2006). *Introducción a la mecánica cuántica* (3 edición). México DF: Fondo de Cultura Económica. ISBN 968-16-7856-7.

•Galindo, A. y Pascual P.: *Mecánica cuántica*, Ed. Eudema, Barcelona, 1989, ISBN 84-7754-042-X.

•Greene, B. (2016). *El tejido del cosmos*. Editorial Crítica. ISBN 8498929822

Enlaces externos

• Wikimedia Commons alberga una categoría multimedia sobre mecánica cuántica.

• Wikiversidad alberga proyectos de aprendizaje sobre mecánica cuántica.

• Wikiquote alberga frases célebres de o sobre mecánica cuántica.

• Wikilibros alberga un libro o manual sobre mecánica cuántica.

• Wikcionario tiene definiciones y otra información sobre mecánica cuántica.

•Juan Carlos López Vieyra. *Introducción a la mecánica cuántica*, Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM.

•David P. Stern. *Mecánica de Ondas*, NASA.

•Cuántica, exposición del CCCB ■

INFORMACIÓN EDITORIAL

Junta Directiva:

Carlos Arellano Hartig, Alberto Bárcenas Reyes barcenas@web.de, Guillermo Bendaña García guibendana@gmail.com, Eddy Kühl Arauz, Eddy@selvanegra.com.ni, Jean Michel Maes jmmaes@bio-nica.info, Harlan Oliva Regidor harlanoliva@hotmail.com, Nubia O. Vargas nubiao76@yahoo.com, quien funge como Secretaria de la Junta Directiva; Manuel Fernández Vilches y Carlos Tünnermann Bernheim ctunnermann@yahoo.com

Las funciones de la Junta Directiva son: Preparar las funciones que rigen las actividades de la Junta Directiva y de cada uno de sus miembros; Nombrar un presidente, un tesorero y un secretario y todos los cargos de la Revista; Obtener personería jurídica como una organización sin fines de lucro; esto es un paso serio, en caso de Nicaragua, tiene que tener un padrino político o pagar mordida a un diputado, de no ser así, se engaveta. Fuera de esto, mantener una ONG representa gastos, tanto para iniciarla como para mantenerla, todos los documentos deben ser hecho por abogado, sobre papelería formal).

La ONG debe de estar inscrita luego en la Dirección General de Impuestos (DGI) donde debe declarar su contabilidad, aun no habiendo dinero, de olvidar declarar multan; Solicitar fondos, si se requieren para seguir publicando Revista de Temas Nicaragüenses; en general cuando no hay fondos todo va bien, luego que hay fondos surgen pleitos por dinero o por formalismos en torno al dinero. Sería mejor buscar patrocinadores que pueden aportar, en especies, servicios o materiales; Abrir una cuenta bancaria para depositar los fondos; en caso se apruebe el obtener fondos; Aprobar los documentos para solicitar fondos; en caso se apruebe el obtener fondos; Administrar los fondos y aprobar partidas para usos específicos; en caso se apruebe el obtener fondos; Encontrar y nombrar al editor general; Evaluar el desempeño del editor general para publicar la Revista de Temas Nicaragüenses cada seis meses; ver punto 8; Reemplazar al editor general cuando la evaluación de su desempeño lo amerite ver punto 8; Nombrar nuevos miembros de la Junta Directiva, eligiéndolos entre los candidatos por simple mayoría; ver punto 8; Expulsar a cualquier miembro de la Junta Directiva, después de escuchar los cargos contra él, y someter el caso a votación.

Se requiere simple mayoría para la expulsión; una medida extrema que puede mermar el número de miembros de la Junta Directiva; Fijar metas a lograr al editor general sobre el desempeño y calidad de la revista, la organización del

Comité Editorial, y el uso de los fondos asignados para la publicación de la revista; el cargo de editor general es voluntario, no asalariado; Administrar el sitio web, y contratar los servicios de hospedaje; Comprar el dominio temasnicas.net; Administrar la cuenta de correos con MailChimp; Aprobar cada edición de Revista de Temas Nicaragüenses, y enviar el mensaje de publicación cada fin de mes.

Director, Editor y Contacto:

José Mejía Lacayo, jtmejia@gmail.com

Las funciones del Editor General son: Preparar las funciones del Editor General y de los Editores de Sección; Nombrar a los editores de sección y reemplazarlos cuando fuese necesario; Diseñar la portada de Revista de Temas Nicaragüenses; Preparar el ensayo de portada; Preparar la Guía para el Lector; Escoger y publicar los mensajes a publicar en la sección De Nuestros Lectores; Preparar el borrador de Revista de Temas Nicaragüenses antes del día 14 de cada mes; Someter el borrador a la revisión de los colaboradores el día 14 de cada mes; Implementar los cambios solicitados por los colaboradores; Eliminar los ensayos que hayan sido impugnados por cualquier colaborador; Hacer la corrección ortográfica del documento final; Convertir el archivo Word a PDF, MOBI y EPUB; Administrar el sitio web haciendo los cambios necesarios mes a mes; Implementar los cambios a Revista de Temas Nicaragüenses ordenados por la junta Directiva; Seleccionar y nombrar a los miembros del Comité Editorial; Reemplazar a los miembros del Comité Editorial cuando sea necesario; Hacer los cambios al Manual de Estilo recomendados por diseñadores gráficos; Mantener y publicar las estadísticas de publicación de Revista de Temas Nicaragüenses.

Subdirector: Dr. Lilly Soto Vásquez, lilysotovasquez@gmail.com

La función del Subdirector es reemplazar al Director cuando éste falte.

Webmaster: Constantino Mejía Narváez

Administra el sitio web de la revista

Representante en Nicaragua:

Marvin Saballos Ramírez, Cel: (505) 8408-8970, tataquegue@yahoo.com

Los **fundadores** de la revista en orden alfabético: Jorge Eduardo Arellano, Esteban Duque Estrada Sacasa, Aldo Guerra Duarte, Eddy Kühl Arauz, José Mejía Lacayo, Flavio Rivera Montealegre y Carlos Tünnermann Bernheim.

Comité Editorial:

Alberto Bárcenas Reyes, Carlos Arellano Hartig, Guillermo Bendaña García, Humberto Carrión McDonough, Jaime Incer Barquero, Eddy Kühl Arauz, Ligia Madrigal Mendieta, Rigoberto Navarro Genie, Nubia O. Vargas.

Las Funciones del Comité Editorial son: El Comité Editorial está integrado automáticamente por todos los editores de sección; El Comité Editorial ruede y debe revisar estas funciones para adaptarlo a las necesidades de Revista de Temas Nicaragüenses; El Comité Editorial debe nombrar un Coordinador y un Secretario; El Comité Editorial debe aprobar el borrador revisado por los autores y colaboradores los días 25 de cada mes; La publicación de Revista de Temas Nicaragüenses el día último de cada mes conlleva la aprobación del Comité Editorial como un organismo colegiado; El Comité Editorial puede someter modificaciones, al Editor General, para modificar las funciones de los Editores de Sección; .El Comité Editorial como organismo colegiado se reunirá una vez al mes, el día 25 de cada mes, convocado por el Coordinador. Acto seguido en Secretario debe enviar al Editor General un mensaje de sus conclusiones sobre la edición, con copia a la Junta Directiva.

Editores de sección:

Guillermo Bendaña García (Ciencias Naturales), Alberto Bárcenas Reyes (Ensayos), Humberto Carrión McDonough (Derecho), Jaime Incer Barquero (Geografía), Ligia Madrigal Mendieta (Historia de las Ideas y de las Mentalidad), Rigoberto Navarro Genie (Antropología), Eddy Kühl Arauz (Las Segovias); Alexander Zosa-Cano (Bibliotecología, Biografía y Reseñas); Nubia O. Vargas (editora de texto)

Las funciones de los Editores de Sección son: El Comité Editorial está formado por los editores de sección; Los Editores de Sección son nombrados por el Editor General y pueden ser reemplazados cuando el Editor General lo juzgue conveniente; Cada Editor de Sección se asegura que cada edición de Revista de Temas Nicaragüenses cumpla con la política editorial, el manual de estilo, y la verificabilidad de los textos; y que las tablas e imágenes sean convertidas a imágenes; En el caso de que los ensayos que propone no sean del dominio público, el Editor de Sección debe obtener el permiso para publicar en Revista de Temas Nicaragüenses el ensayo propuesto; Los ensayos propuestos deben ser documentos de Word ajustados al Manuel de Estilo de Revista de Temas Nicaragüenses; En el caso de que el ensayo propuesto no pueda ser un documento de Word; el Editor de Sección puede enviar al Editor General el archivo PDF para que el Editor General haga el OCR. En este caso, el editor General enviará el texto crudo, resultado del OCR, para que el Editor de Sección haga las correcciones necesarias; No se aceptarán ensayos que no cumplan con el inciso (6) anterior; El Editor de Sección debe publicar al menos un ensayo mensual en su sección.

INFORMACIÓN EDITORIAL

© RTN – editor@temasnicas.net

Servicios especiales:

Maritza Corriols (traduce del francés), Isidro Espinales Aguirre (del inglés), Nubia O. Vargas (del inglés), Arturo Castro Frenzel (del alemán y del inglés), Carlos Arellano Hartig (diseño gráfico) y Manuel Antonio Mejía Lacayo (arte).

Diseño de portada: José Mejía Lacayo

Asesor de Diseño Gráfico: Carlos Arellano Hartig

Revisores de Sección:

Ricardo De León Borge

Decano de la Facultad Ciencias Jurídicas y Humanidades American College, Managua

Aldo Díaz-Lacayo: aldilaeditor@yahoo.com
Historiador, graduado Univ. Iberoamericana, México; miembro de la Junta Directiva de la Academia de Geografía e Historia de Nicaragua
Finn Aage Jørgensen: finnaagejoergensen@gmail.com
Historiador, graduado Univ. Danmarks Lærerhøjskole, profesor jubilado.

Donald Francisco Ramírez Espinoza

Socio en Asesores y Consultores Legales CVR, S.A. Managua

Ing. M. Sc. Ramón Guevara Flores: rsgflores@yahoo.com

La [política editorial](#), el [manual de estilo](#) y los requerimientos de [verificabilidad](#)

se pueden leer en el sitio web, en los enlaces subrayados.

ISSN 21644268, Revista de Temas Nicaragüenses, No. 126, Octubre 2018, publicada mensualmente por José T. Mejía, 3861 S. Deerwood Dr., Harvey, LA 70058, USA

ISSN 21644268, Revista de Temas Nicaragüenses, No. 126, Octubre 2018, published monthly by José T. Mejía, 3861 S. Deerwood Dr., Harvey, LA 70058, USA

Sitio Web: www.temasnicas.net

Correo: editor@temasnicas.net o temas.nicas@gmail.com

Facebook: diseño y administración: Nubia O. Vargas;

<https://esla.facebook.com/pages/TemasNicas/276987855768357>

Facebook: diseño y administración: Fran-Ernesto Martínez

<https://www.facebook.com/RevistaTemasNicaraguenses?ref=hl>

Biblioteca del Congreso de EE. UU. / [US Library a Congreso](#)

Número de Ubicación: F1521 / LC Calle Nimbar: F1521

Numero Dewey: 972.85 14 / Dewey Number: 972.85 14

[Deutsche Nationalbibliothek](#) (German National Library) at Frankfurt am Main, D60322 Germany; [IberoAmerikanisches Institut](#) [PeriEllars Cultures](#), Bibliothek IAI, Berlin, 10785 Germany.

En Nicaragua: [Biblioteca Virtual Enrique Bolaños Geyer](#), en [Memoria Centroamericana](#) ((IHNCA – UCA); y

en la [Universidad Americana](#) de Managua (UAM), RTN es la primera de la lista.

[WorldCat](#): Nicaragua-Periodicals

Licencias y Derechos de Autor

El archivo completo de la Revista de Temas Nicaragüenses en formato PDF, MOBI y EPUB puede descargarse desde el sitio web <http://www.temasnicas.net/> y guardarse en el disco duro de una computadora para leer, archivar e imprimir una copia para uso personal, o distribución entre amigos, sin solicitar autorización del editor de la Revista de Temas Nicaragüenses.

No existe una organización jurídica relacionada con la revista, ni siquiera de hecho, puesto que no hay socios ni asociados, sino que colaboradores. Por tanto, no existe tampoco una junta directiva más que de manera nominal, sin jerarquía (representante legal) ni facultades para decidir sobre el destino de la revista, y menos sobre el nombre de dominio de esta. No hay facultades formales al respecto, ni poderes para representar a la junta. Eso en todo caso, debe ser de consenso no solo de los miembros nominales de la junta directiva y el editor general, sino que de los colaboradores, por las relaciones establecidas con ellos en la política editorial.

Por otro lado, aunque se haya dicho anteriormente sobre la licencia y derechos de autor, que todas las ediciones de la revista son propiedad de la junta

directiva, y que José Mejía Lacayo renunciaba a esos derechos en favor de la junta, no existen tales derechos sobre las ediciones de la revista, puesto que son de acceso público; ni ha habido aceptación legal expresa o tácita de tal renuncia de derecho. En adición, si no existe legalmente una junta directiva, no se puede hacer renuncia alguna de derechos en favor de ella.

Con relación a los nombres de dominio, están protegidos por la ley, en particular por el tratado de libre comercio entre los países centroamericanos, República Dominicana y los Estados Unidos de América. (CAFTA-DR). Esto quiere decir que la junta directiva nominal no tiene facultad alguna para decidir sobre la titularidad del dominio web de la revista, y no se ha traspasado formalmente esa titularidad a entidad alguna. Los artículos y ensayos individuales publicados en la revista continúan siendo propiedad de sus autores.

Licenses y Copyright Notices

The editions of Temas Nicaragüenses en PDF, MOBI y EPUB format Mayo be downloaded freely from the website <http://www.temasnicas.net/> y stored en a hard drive to read, to archive, to print a copy for personal use, or for distribution among friends, without requesting authorization from the editor.

There is no legal organization related to the journal, not even in fact, since there are no partners or associates, but collaborators. Therefore, there is no board of directors other than nominally, without hierarchy (legal representative) or faculties to decide the destiny of the journal, y less on the domain name of the same. There are no formal powers en this regard, nor powers to represent the board. That en any case, should be by consensus not only of the nominal members of the board of directors by the general editor, but of the collaborators, due to the relations established with them en the editorial policy.

On the other hand, although it has been said previously regarding license y copyrights, that all editions of the journal are owned by the board of directors, and that José Mejía Lacayo waived those rights in favor of the board, there are no such rights as the journal is of public access; nor has there been any expressed or implied legal acceptance of such waiver. in addition, if a board of directors does not legally exist, no waiver of rights can be made in its favor. en relation to domain names, they are protected by law, en particular by the free trade agreement between the Central American countries, the Dominican Republic and the United States of America. (CAFTA-DR). This means the nominal board of directors has no powers to decide upon the ownership of the web domain of the journal, particularly as said ownership has not been assigned to any entity. Individual articles y essays published d in the journal continue to be the property of their authors. ■