

PASOS FILOSÓFICOS HACIA LA UNIFICACIÓN DE LA FÍSICA

Por **Rafael APARICIO SÁNCHEZ**

e-mail: rafaaparicio@hotmail.com

(Este artículo es extracto de la obra que el autor tiene publicada en la red con el mismo título)

INTRODUCCIÓN

Aunque pudiera parecerlo, el vacío no está vacío. En la física Clásica mecanicista (por ejemplo, la que intentaba aplicar Maxwell en sus imaginaciones sobre el electromagnetismo) el vacío estaba compuesto por una serie de mecanismos que transmitían el movimiento... como unas "bolas" de cuyos efectos y por analogía, obtuvo sus famosas fórmulas. Muchos años después, la mecánica cuántica le da en parte la razón: el vacío no está vacío del todo y no es la ausencia de todo. En la mecánica cuántica el vacío es un complejo compuesto de vibraciones y no se parece en nada a un vacío como una "nada".

EL MEDIO, EL ETER CUÁNTICO

«Físicos ingleses, como Lord Kelvin con su teoría de los átomos en remolino y Maxwell con su hipótesis de un sistema de celdas cuyo contenido se halla en rotación, en la que se basa su intento de explicar mecánicamente los fenómenos electromagnéticos, se sienten manifiestamente más satisfechos con este tipo de explicaciones (mecánicas) que con la simple descripción más general posible de los hechos... Debo confesar que yo mismo me he mantenido hasta ahora en este tipo de descripción, con la que me siento más seguro»
H. Hertz, *Prinzipien der Mechanik*, p. XXIXXII.

Imagina que tienes dos teorías, una de la Relatividad y otra de la Mecánica Cuántica y que quieres unirlas. Y que para unirlas necesitas (imaginarios) espacios con 11 dimensiones, supercuerdas que no has visto más que en tus especulaciones matemáticas, filosóficas e imaginativas no refrendadas por experimentos de laboratorio y otros constructos hipotéticos que son aproximadamente explicativos de la realidad. Y ahora imagina que te digo no solo que te olvides de las 11 dimensiones y que te quedes momentáneamente solo con 4. Y que además tengas en cuenta un medio fluido cuántico más que no has tenido en cuenta, para explicarte las "cuatro fuerzas".

Si la existencia de este fluido te diera una explicación más sencilla al mundo, tendrías varias opciones: descartarlo, utilizarlo como analogía explicativa o buscarlo. Pero lo que sí que está claro es que tendrías que hacer uso de la navaja de Ockham y pensar aquello de que "entre dos soluciones posibles, la más sencilla suele ser la más probable". También podrías hacer caso de lo que indicaban Popper o Peirce y hacer uso del sistema de pensamiento que nos envuelve: el hipotético, que indica que mientras no tengas una hipótesis mejor, te quedes con la que tienes. Pero si hay una hipótesis que te explica de forma más sencilla y clara los hechos empíricos, adoptes esta última.

El modelo sobre el cual estoy señalando lleva la dirección para la unificación de la Teoría de la Relatividad y la Mecánica cuántica y se basa en solo 3+1 dimensiones, el caos y la necesidad de orden humana y en la existencia de un fluido muy diferente a los que conocemos en el mundo y a la Mecánica de Fluidos, el "éter cuántico". Y además en el hecho de que el fluido va dejando rastro por donde va y es esencial para nuestra existencia, la del universo y la del mundo conocido.

En Mecánica de Fluidos se habla de viscosidades, de velocidades de fluidos, de constancia de la energía, de la masa y de fluidos ideales y reales. De fluidos que se mueven de forma laminar y fluidos turbulentos. Igualmente, el mundo conocido nos habla de sólidos, de líquidos, de gases y últimamente se habla de otros tipos nuevos de "estados de la materia"

como el plasma obtenido en laboratorio. Incluso parecería que hay una nueva fuerza denominada fuerza "de Casimir".

Esta teoría comienza con la hipótesis del fluido "éter cuántico", compuesto por partículas extraordinariamente pequeñas (infinitesimales) y muy (extraordinariamente) rápidas, entendiendo esta rapidez como su aparición o desaparición o el poco tiempo que permanecen en un lugar del espacio dada su tremenda velocidad (modelo por el cual me inclino más porque es más explicativo de mi imagen mental del universo). Sus partículas infinitesimales se mueven en todas direcciones, en movimiento aproximadamente constante, rectilíneo y a enormes velocidades. Como no tienen ninguna limitación más que el vacío, generan movimientos giratorios y vórtices. Del mismo modo que en la mecánica de los gases ideales se realizan los estudios en el ámbito global y no se tienen en cuenta los movimientos de todas y cada una de las partículas ni es necesario, tampoco lo es para este fluido. Cuando se conozcan todas las variables globales, no será preciso saber todas y cada una de las variables individuales. También hay que dejar un poquito de lado la limitación de la velocidad de la luz, por lo menos para este fluido cuántico.

Una partícula de este fluido podría atravesar prácticamente todo tipo de materia, pero no reaccionaría igual ante todo tipo de "partículas atómicas conocidas". Pasaría por la materia, pero una gran parte de ellos bordearía los protones y los electrones. Esto es una simplificación, puesto que en mi imaginación este fluido es el "verdadero átomo" de Demócrito, el ladrillo fundamental.

Ahora vamos a ver como se comportan los fluidos reales, iremos hacia los fluidos menos conocidos, realizaremos alguna hipótesis y terminaremos con fenómenos comprobados del universo. Los cálculos exactos de los parámetros de este fluido éter cuántico los dejaré para aquellos que tienen los medios, los conocimientos físicos y matemáticos y sobretodo el tiempo y los recursos necesarios para descubrirlo. Yo solo trazaré lo que mi visión, mi imaginación y mi razonamiento me indica y marcaré hacia donde mis conocimientos matemáticos me permiten, siguiendo la labor de los Mecánico Cuánticos, los Relativistas, pero también el Maxwell inicial y los Bjerknnes.

Comenzaré con una experiencia sencilla. Si te acercas a un grifo y abres totalmente la manivela, el agua caerá a toda velocidad. Podrás verificar que se produce un fenómeno simple: si pones los dos dedos índices en el caudal saliente, verás que tienen la tendencia a "pegarse". Es el efecto Venturi-Bernouilli. El fluido, al pasar por entre tus dedos produce una depresión. Una vez puestos (y ya mojados), puedes comprobar algo más: si pruebas a unir los dedos, hay una fuerza que tiende esta vez a alejarlos. Si haces suficiente fuerza, los puedes unir. Pero ahora una vez unidos, verás que el agua hace que sea un poquito más difícil separarlos que si no estuvieran bajo el agua.

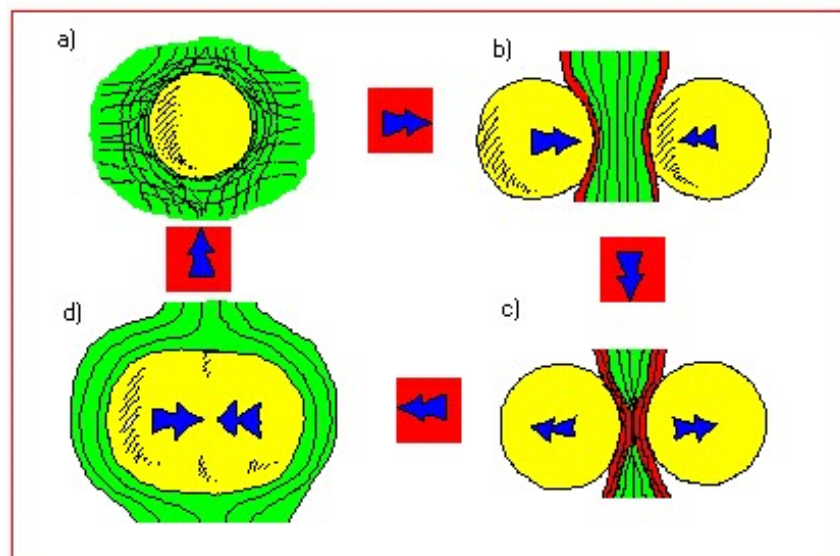


Figura 1: ejemplo de cómo la mecánica de fluidos explica las cuatro fuerzas.

Este fenómeno, fue estudiado un año antes de que Einstein escribiera su Teoría de la Relatividad Especial, en 1904 (un año después de la muerte de Carl Anton Bjernkes) por Prandtl, quien lo denominó "capa límite laminar", un fenómeno que se observaba en la naturaleza macrocósmica y que aparecía ante el movimiento de fluidos y ante la existencia de obstáculos en el seno de estos.

"La teoría de la capa límite ha hecho posible gran parte del desarrollo de las alas de los aviones modernos y del diseño de turbinas de gas y compresores".

J.K Vernard

El modelo de la capa límite no sólo permitió una formulación mucho más simplificada de las ecuaciones de Navier-Stokes en la región próxima a la superficie del cuerpo, sino que llevó a nuevos avances en la teoría del flujo de fluidos no viscosos que pueden aplicarse fuera de la capa límite. Gran parte del desarrollo moderno de la mecánica de fluidos, posibilitado por el concepto de capa límite, se ha debido a investigadores como el ingeniero aeronáutico estadounidense de origen húngaro Theodore von Kármán, el matemático alemán Richard von Mises y el físico y meteorólogo británico Geoffrey Ingram Taylor.

En la experiencia del grifo, imagina que el agua fuera haciéndose cada vez mucho más sutil, con una densidad menor, menor y menor y a la vez con una velocidad mayor, mayor y mayor. E imagina que en lugar de venir en una sola dirección como en el grifo, viniera de todas las direcciones, es más, que pudiera atravesar tus dedos. E imagina que las características de ese fluido explicaran la Gravitación, la Fuerza Nuclear Fuerte, la fuerza Nuclear Débil, y la Fuerza Electromagnética. Si realmente las explicara ¿Buscarías ese fluido? Pues vamos a por él.

En el caso de la gravitación, nos encontramos con que es una fuerza siempre atractiva, no tiene componente negativa (no existiendo por tanto la antigravitación) y es independiente de la materia de la que esté formado el objeto (figura 1b). En la tierra, dos objetos caen a la misma velocidad independientemente de su masa y la fuerza de atracción parece la misma. Dado un objeto cualquiera, el fluido cuántico estará actuando desde y en todas las direcciones. A niveles mayores, por ejemplo, la masa del Sol parecería que protege a la tierra de las "partículas" de ese fluido que vienen de esa dirección Sol-Tierra, lo cual sería ya un motivo para que la Tierra tuviera una atracción en dirección hacia el Sol, el 'arjé' o el amor de la Tierra por el Sol. Hay que tener muy en cuenta que la protección que realizan las masas no es absoluta. Es como si viniera una luz de detrás del Sol y este no fuera transparente a esta "luz", ni tampoco opaco, sino algo entre los dos (traslúcido). La "transparencia" de las masas sería su capacidad para ser atravesada por este fluido, que dependerá de su volumen y de su densidad, en definitiva, de su masa.

Por otro lado, la existencia de ese fluido entre la Tierra y el Sol, explicaría un "efecto venturi" hasta ahora no estudiado. E igualmente la Tierra protegería al Sol de las partículas que llegaran desde su dirección hacia el Sol. Estos tres efectos serían los que explicarían la gravitación. ¿Por qué tiene sentido siempre atractivo? Porque no hay nada que pueda hacer que se disminuya ni se incremente dicho fluido entre las dos masas (supuesto inicialmente como incompresible). La velocidad a la que gira la Tierra alrededor del Sol compensaría (al modo clásico Newtoniano) la depresión producida por el éter cuántico en todas sus direcciones. Si la Tierra se acercara al Sol, el efecto de protección y venturi combinados se verían acentuados, dando sentido a la fórmula de la gravedad de Newton y su dependencia aproximada a la distancia al cuadrado. Igualmente, si el Sol tuviera mayor tamaño (o sea, volumen) o fuera menos permeable (densidad), también el efecto sería mayor. Del mismo modo ocurriría con la Tierra. Todo ello da fe de la aproximación de la teoría de Newton sobre la gravitación. Pero también la existencia de las masas cambian la configuración del "espacio", y es como si este se hubiera transformado, como si las masas cambiaran el espacio, tal y como indicaba Albert Einstein.

El efecto "capa límite" en la aproximación de masas como la Tierra y el Sol sería muy pequeño y solo se detectaría cuando la dimensión entre ambas fuera similar al orden de magnitud de esta capa límite que es de carácter infinitesimal. En el ámbito macroscópico, detectaríamos la colisión entre dos grandes masas, pero no podríamos dar fe de los efectos

de la capa límite. Los efectos son los menores porque los grandes efectos se producen a los niveles de la capa límite. Por esto la fuerza de la gravedad es la más pequeña comparada con las otras debido a que se debe al movimiento (u aparición) de un fluido que produce un efecto muy pequeño a estas masas, comparado con los efectos que produce en el orden de magnitud de la capa límite. Es como la "fuerza" que aspira nuestros dedos dentro del grifo.

La Fuerza Nuclear Fuerte es otra cuestión diferente. En el ejemplo, cuando hemos introducido los dedos dentro del grifo y los pegamos e intentamos separarlos, a las velocidades y viscosidades normales no se aprecia nada significativo. Pero sí que lo sería si la velocidad y la viscosidad proveyeran a nuestros dedos de una capa de proporciones similares a la de los dedos, e impidiesen que los separásemos, tal y como se encuentra representado en la figura 1d o 1a. En el mundo microscópico sí que es significativo y la Fuerza Nuclear Fuerte sería el efecto que la capa límite de este fluido produce sobre unos cuerpos de dimensiones muy pequeñas. Los componentes del núcleo se ven bordeados por todos los lados por dicha capa y a la vez bombardeados por las partículas. Hay que tener en cuenta que no solo se produce la capa límite, sino que además este fluido la rodea a la vez y la bombardea desde todas las direcciones del espacio. El efecto aquí sí que es apreciable y de una gran magnitud. De hecho es la mayor de las magnitudes de las cuatro "fuerzas" conocidas.

La Fuerza Nuclear Débil viene derivada del mismo efecto que en el caso de las masas gravitacionales, pero en límites muy pequeños, en los que sí que cobra magnitud (figura 1b y 1c). Es como si los dedos del ejemplo los pusiéramos en un grifo pero a una distancia uno del otro de 4 dedos: para detectar los efectos tendríamos que unirlos a distancias de un dedo o menos. Para ver que el efecto venturi funciona, la distancia tiene que ser relativamente cercana. En este caso, el efecto venturi de este fluido mantiene al electrón en movimiento alrededor del núcleo (imaginándolo como simplificación como corpúsculo). Cuando el electrón está siendo bombardeado por el éter cuántico, se mantiene en un punto de equilibrio, matemáticamente calculable. Por otro lado, si pretendemos unir el electrón con el protón, se produce un efecto diferente: las capas límite que bordean al electrón y al protón se rechazan entre sí, produciendo una fuerza de repulsión (1c). Sobre la naturaleza positiva o negativa de algunos corpúsculos que componen el átomo, solo vienen derivadas de la forma en la que interaccionan (por "forma" o por "movimiento") con el éter y que parte de este son. En unión de otro electrón, se genera una zona (un campo) en la cual estos tienden a alejarse o acercarse. Los protones a su dimensión harían lo mismo, generan una "estela" en el éter, una zona alrededor, en la cual los efectos se suman. Pero entre un protón y un electrón, esta influencia se vería afectada de diferente modo, siendo así que las "estelas" o "influencias sobre el éter" son de carácter aditivo. De ahí el efecto positivo o negativo del electrón frente al protón. Dicha afirmación no pierde su interés cuando en lugar de protón hablamos de partículas fundamentales. Está más relacionado con la forma y el movimiento de la "partícula" y en como interacciona con el éter que con otra característica (ello se verá en la segunda parte).

Al verificar la distribución de los electrones en el átomo, se puede constatar que cada uno lo que hace es establecerse en un punto de equilibrio. La naturaleza no desperdicia energía, por lo que buscará el menor potencial. Un modelo con un protón y un electrón es más o menos difícil de imaginar, pero cuantos más electrones, más interacción habrá con el fluido y tenderán a colocarse en puntos más alejados (del núcleo y entre ellos) con lo que es más difícil de imaginar. O bien "huyen" unos de otros en formas circulares, o bien intentan escapar en los ejes siguiendo las hipotéticas formas de 8 en diferentes ejes que son conocidas en química.

La más explicada de todas es la Fuerza Electromagnética porque es la que dispone de una generalización un tanto mayor que las anteriores. Es por ello es la más sencilla de encuadrar, entre otras cosas porque el propio Maxwell se valió de símiles fluidos para explicarse y comprender las interacciones. El "campo magnético" no es más que una constatación de que se produce una alteración en el espacio, más concretamente en el "éter cuántico", por la existencia de algo. Los materiales magnéticos producen, por su materia, desviaciones en el flujo del éter cuántico, lo que se interpreta como campo. El hecho de partir un imán en dos no cambia su orientación porque no cambia su capacidad para disminuir el flujo del éter. En el caso de ser una carga en movimiento, esta produce sobre el éter una variación, un "túnel", una "depresión" que hace que las "cargas" se comporten como ya está más que investigado y constatado. De todos modos Maxwell lo explicó mejor y remito a quien quiera ahondar en estos modelos al propuesto por Maxwell, pero con el añadido o el eliminado de

que el "éter" no es fijo. En este fluido, un electrón realiza un "túnel" y viene a hacer el efecto de una "depresión" de donde vienen las características electromagnéticas. A Maxwell sólo le faltó un pequeño salto mayor que el que hizo, una generalización mayor, para haber unificado TODAS las fuerzas en sus fórmulas. Maxwell utilizó la ecuación de continuidad:

$$\frac{\delta \rho}{\delta t} + \nabla \cdot (\rho \cdot v) = 0$$

Bueno, realmente él la representó de otra forma, pero es común en la mecánica de fluidos. Aplicando esta pensando en sus fluidos, descubrió la magnífica fórmula:

$$\nabla \vec{j} + \frac{\delta}{\delta T} \nabla \vec{D} = 0$$

En la que \vec{j} es la densidad de corriente en Amperios por metro cuadrado y \vec{D} es el campo de desplazamiento en Culombios por metro cuadrado.

Con la inclusión de esta fórmula, su intuición y otras habilidades más, obtuvo sus famosas fórmulas de las que se derivan todas aquellas con las cuales se desarrolla el electromagnetismo y de aquí partió Einstein. También se utiliza la Ecuación de Continuidad en la Mecánica Cuántica. Pero ¿Qué hay en la analogía de Maxwell que faltaría si realmente estuviéramos aplicando la hipótesis de la existencia de ese fluido cuántico del cual se ha hablado anteriormente? (y como él lo creía hasta la penúltima publicación referente al electromagnetismo) ¿Qué ocurre si tomamos en consideración la existencia de ese "medio fluido"?

Lo primero con lo que nos encontramos es que este fluido desconocido tenemos que aplicarle alguna limitación, algún postulado y alguna hipótesis de partida. Para ser cautos, podemos comenzar pensando que es un fluido que conserva la energía y la masa y por lo tanto que se le pueden aplicar las ecuaciones de continuidad. Posteriormente lo que habrá de considerarse es si este fluido es continuo o discreto. De los métodos existentes en la mecánica de fluidos y por simplicidad, se supondrá que es un continuo y además aplicaremos los conceptos a un volumen de control determinado en un marco de referencia lagrangiano (más adelante se procurará averiguar hasta que nivel es "discreto"). La combinación del volumen de control arbitrario y del sistema de coordenadas lagrangianas significa que en el proceso de deducción aparecerán las denominadas "derivadas materiales de integrales de volumen". Para trabajar de una forma más sencilla es necesario transformar estos términos en las expresiones equivalentes que implican integrales de volumen de derivadas eulerianas y el teorema que permite tal transformación se llama "Teorema del Transporte de Reynolds", utilizado para calcular cualquier característica que tenga un fluido en un volumen de control.

¿Qué ocurre si generalizamos los conocimientos de la Mecánica Cuántica, aplicando allí donde se aplica la fórmula de continuidad, la fórmula de Momentum? Lo mismo. Aparecen nuevos términos que hay que estudiar, *que tal vez sean la "variable oculta" que indicaba Einstein*. La función de onda explica todo lo que puede explicar del sistema, pero da información de más (referente a onda y a corpúsculo) y tiene información de menos de la naturaleza (porque está incompleta). Tiene en cuenta todas las variables que puede tener con la formulación y los supuestos de los que parte.

Mi impresión es como si los grandes pensadores entre los que destaco a Dirac y a Schrödinger hubieran tenido que apagar un fuego, con llamas en los ojos y ante la urgencia y la presión de la búsqueda de un rescate. Pero nosotros tenemos la ventaja de que estamos observando los hechos cuando ya han pasado. Es evidente que no tenemos la misma fortaleza (por lo menos yo) física de un bombero (en este caso, mental de Dirac ni Schrödinger). Pero contamos con la ventaja de que podemos investigar las causas pausadamente, preguntando, investigando, sin prisas. Imagino que con fuego uno puede ver doble y borroso. No es que no sea la verdad, sino que la información llega de forma demasiado lenta para lo rápido que hay que actuar. Hay por ejemplo, dos puertas y no se sabe por cual de las dos se debe pasar. Y por otro lado, las ve borrosas y entre llamas, por lo que no está totalmente seguro de que, al probar a pasar por una de ellas, no se dé contra la llama o contra la pared.

Ahora, con todo calmado, vamos a buscar entre la mecánica de fluidos, tal como hizo Maxwell (y anteriormente Bjerknes padre e hijo) y verificar si nos pueden dar algún dato de porqué estalló ese fuego.

La ecuación de continuidad en mecánica de fluidos es:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + (\vec{v} \cdot \vec{\nabla})\rho + \rho(\vec{\nabla} \cdot \vec{v}) = 0 \quad (A)$$

Que es el equivalente a la "conservación de la masa" en mecánica de fluidos. En Mecánica Cuántica no existe exactamente una ecuación que sea la de la conservación de la masa tal como la anterior, pero sí que existe una ecuación de continuidad de probabilidad que se expresa del siguiente modo:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\Psi^* \Psi) = -\nabla \left[\frac{i\hbar}{2m} (\Psi \nabla \Psi^* - \Psi^* \nabla \Psi) \right]$$

ó

$$\frac{\partial}{\partial t}(\Psi^* \Psi) + \nabla \left[\frac{i\hbar}{2m} (\Psi \nabla \Psi^* - \Psi^* \nabla \Psi) \right] = 0 \quad (B)$$

Por analogía de (B) con (A) se encuentran los términos siguientes:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial t}(\Psi^* \Psi) \quad \text{Densidad de probabilidad y}$$

$$\vec{v} = \frac{\nabla i\hbar}{2m} \quad \text{Velocidad (en principio, de la partícula o de la onda)}$$

Con ellas, podemos actuar de forma analítica y utilizar la generalización de la mecánica de fluidos y aplicar la ecuación de momentum, que indica que:

$$\sum F_x = \frac{d}{dt} \int \rho u dV + \int \rho u v dA$$

En nuestro caso:

$$\frac{\partial(m \cdot \vec{v})}{\partial t} = \vec{v} \left[\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla(\rho \cdot \vec{v}) \right] + \rho \left[\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + (\vec{v} \cdot \nabla) \vec{v} \right]$$

Siendo el primer término la fórmula reseñada anteriormente (de continuidad de probabilidad). Sustituimos los valores que conocemos en esta formulación más general y se obtiene:

$$\frac{\partial(m \cdot \vec{v})}{\partial t} = \frac{\nabla i\hbar}{2m} \left[\frac{\partial(\Psi^* \Psi)}{\partial t} + \nabla(\Psi^* \Psi) \frac{\nabla i\hbar}{2m} \right] + \Psi^* \Psi \left[\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\nabla i\hbar}{2m} \right) + \left(\frac{\nabla i\hbar}{2m} \cdot \nabla \right) \frac{\nabla i\hbar}{2m} \right]$$

En la que el corchete del primer término de la ecuación representa la ecuación de continuidad de probabilidad ya conocida.

En la cual aparecen algunas cuestiones interesantes como ¿Qué significa el segundo sumando que aparece en la fórmula?

$$\Psi^* \Psi \left[\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\nabla i \hbar}{2m} \right) + \left(\frac{\nabla i \hbar}{2m} \nabla \right) \frac{\nabla i \hbar}{2m} \right]$$

Cuando Dirac entró a apagar el fuego, tuvo que hacer un agujero en la pared para rescatar la física con su tremenda inteligencia matemática. Pero ahora tal vez no sea preciso realizar de nuevo un agujero. Este segundo término nos habla de la velocidad con respecto al tiempo y con respecto al espacio. Y respecto al espacio, nos da pistas respecto al giro. Pero ¿qué representa la fórmula entera? No es más que la Fórmula de Schrödinger para cualquier tipo de objeto generalizada. O dicho de otro modo, es la fórmula más simple que puede describir un objeto en Mecánica Cuántica, pero no más. La fórmula de Schrödinger es una simplificación excesiva de los fenómenos. Ha pasado el invierno y lo que parecía que no era un árbol puesto que la poda la había dejado sin ramas, ha florecido por el paso del tiempo. Ahora hay que averiguar si lo que tenemos delante es un árbol.

ECUACIÓN DE SCHRÖDINGER.

En el caso particular de que la suma de fuerzas es nula y la cantidad de movimiento también y con velocidad de partícula y onda constante nos encontramos con la ecuación de Schrödinger:

$$\sum \vec{F}_i = \frac{\partial(m\vec{v})}{\partial t} = 0 \quad \text{y} \quad \nabla \vec{v} = 0 \quad \text{y} \quad \frac{\partial \vec{v}}{\partial t} = 0$$

$$\frac{\partial(m\vec{v})}{\partial t} = \frac{\nabla i \hbar}{2m} \left[\frac{\partial(\Psi^* \Psi)}{\partial t} + \nabla(\Psi^* \Psi) \frac{\nabla i \hbar}{2m} \right] + \Psi^* \Psi \left[\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\nabla i \hbar}{2m} \right) + \left(\frac{\nabla i \hbar}{2m} \nabla \right) \frac{\nabla i \hbar}{2m} \right]$$

$$0 = \left[\frac{\nabla i \hbar}{2m} \frac{\partial(\Psi^* \Psi)}{\partial t} + \left[\nabla(\Psi^* \Psi) \right] \frac{\nabla i \hbar}{2m} \frac{\nabla i \hbar}{2m} \right] + \Psi^* \Psi \left[\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\nabla i \hbar}{2m} \right) + \left(\frac{\nabla i \hbar}{2m} \nabla \right) \frac{\nabla i \hbar}{2m} \right]$$

$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\nabla i \hbar}{2m} \right) = 0$ y $\left(\frac{\nabla i \hbar}{2m} \nabla \right) = 0$ pero esta última no la vamos a anular (porque sabemos donde queremos ir y nos será útil posteriormente).

$$0 = \frac{\nabla i \hbar}{2m} \frac{\partial(\Psi^* \Psi)}{\partial t} + \nabla(\Psi^* \Psi) \frac{\nabla i \hbar}{2m} \frac{\nabla i \hbar}{2m} + \Psi^* \Psi \left(\frac{\nabla i \hbar}{2m} \nabla \right) \frac{\nabla i \hbar}{2m}$$

Pasando el primer sumando a la izquierda:

$$-\frac{\nabla i \hbar}{2m} \frac{\partial(\Psi^* \Psi)}{\partial t} = \nabla(\Psi^* \Psi) \frac{\nabla i \hbar}{2m} \frac{\nabla i \hbar}{2m} + \Psi^* \Psi \left(\frac{\nabla i \hbar}{2m} \nabla \right) \frac{\nabla i \hbar}{2m}$$

Sacando el operador común ∇

$$-\frac{\nabla i \hbar}{2m} \frac{\partial(\Psi^* \Psi)}{\partial t} = \nabla \left[\left(\frac{\nabla i \hbar}{2m} \frac{\nabla i \hbar}{2m} \right) (\Psi^* \Psi) \right]$$

Como $\nabla \vec{v} = 0$, también lo será $\nabla \vec{v} \frac{\Psi \Psi^*}{2m} = 0$, por lo cual se puede añadir sin variar la fórmula:

$$-\frac{\nabla i \hbar}{2m} \frac{\partial(\Psi^* \Psi)}{\partial t} = \nabla \left[\left(\frac{\nabla i \hbar}{2m} \frac{\nabla i \hbar}{2m} \right) (\Psi^* \Psi) \right] + \nabla \vec{v} \frac{\Psi \Psi^*}{2m}$$

y:

$$-\frac{i\hbar}{2m} \frac{\partial(\Psi^*\Psi)}{\partial t} = \left[\left(\frac{\nabla i\hbar}{2m} \frac{\nabla i\hbar}{2m} \right) (\Psi^*\Psi) \right] + \vec{v} \frac{\Psi\Psi^*}{2m}$$

$$-\frac{i\hbar}{2m} \Psi \frac{\partial}{\partial t} = \frac{\nabla i\hbar}{2m} \frac{\nabla i\hbar}{2m} \Psi + \vec{v} \frac{\Psi}{2m} \quad \text{multiplicando por } 2m \text{ y agrupando:}$$

$$i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t} = \frac{-\hbar^2}{2m} \Delta \Psi + \vec{v} \Psi \quad \text{que no es más que la ecuación de Schrödinger para una partícula}$$

libre, caso particular del anterior, por lo tanto la anterior fórmula es más general que la ecuación de Schrödinger.

Esta fórmula

$$\frac{\partial(m\vec{v})}{\partial t} = \frac{\nabla i\hbar}{2m} \left[\frac{\partial(\Psi^*\Psi)}{\partial t} + \nabla(\Psi^*\Psi) \frac{\nabla i\hbar}{2m} \right] + \Psi^*\Psi \left[\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\nabla i\hbar}{2m} \right) + \left(\frac{\nabla i\hbar}{2m} \nabla \right) \frac{\nabla i\hbar}{2m} \right]$$

es además el primer paso de una línea que permite unir la Mecánica cuántica con la teoría de la relatividad (la mecánica de fluidos) pero teniendo en cuenta tan solo esta fórmula, aún no hemos desacreditado ni a la mecánica cuántica ni a la Teoría de la Relatividad, puesto que el valor de $|\Psi|^2$ bien puede ser utilizado en espacios tridimensionales como en los espacios de Minkowsky.

Se le ha exigido mucho a las matemáticas y a la ecuación de onda, cuando hay que exigírselo a los conceptos, a la fórmula que las aglutina, que muy posiblemente *será más general que esta*. Esto es solo el inicio.

Pero ¿Se puede avanzar tanto en el mundo cuántico e indicar que existe conmutatividad en los operadores? Porque el Principio de Heisenberg, en principio y por principio, no lo permite, debido a que depende totalmente del álgebra y en el álgebra, la conmutatividad es la excepción, no la norma.

PRINCIPIO DE INDETERMINACIÓN

El principio de indeterminación de Heisenberg, en su exposición más general indica que:

"Dos variables dinámicas pueden estar simultáneamente bien definidas solamente si sus operadores asociados A y B conmutan"

$$\Delta a \Delta b \geq \frac{1}{2} |\langle [A, B] \rangle|$$

El caso particular más conocido es el del "error en la medida de la posición y del momento, respectivamente":

$$\Delta x \Delta p_x \geq \frac{1}{2} |\langle [x, p_x] \rangle|$$

$$[x, p_x] = \left(x \frac{\hbar}{i} \frac{\partial}{\partial x} - \frac{\hbar}{i} \frac{\partial}{\partial x} x \right) = -\frac{\hbar}{i} = i\hbar$$

Y

$$\Delta x \Delta p_x \geq \frac{\hbar}{2}$$

O teniendo en cuenta la energía,

$$\Delta E \Delta t \geq \frac{\hbar}{2}$$

Con las fórmulas anteriores y las equivalencias entre términos se puede comprobar y demostrar que la fórmula de Indeterminación de Heisenberg no solo es CIERTA, sino que además está INCOMPLETA. Cualquier consecuencia que se obtenga del Principio de Indeterminación de Heisenberg se podrá aplicar a una fórmula más general, del mismo modo que si no contamos con el medio, la única aproximación que se puede hacer es por medio del principio de indeterminación. Si se tiene en cuenta el medio, no.

La cantidad de movimiento es un producto de la masa por la velocidad y la velocidad se definió anteriormente como

$$\vec{v} = \frac{\nabla i\hbar}{2m} \leq \frac{\hbar}{2}$$

Y por tanto

$$\Delta x \Delta p_x \geq \frac{\hbar}{2} \geq \frac{\nabla i\hbar}{2m}$$

Porque además

$$m\vec{v} \geq \vec{v}$$

Hay algo que intuitivamente nos dice que la fórmula de Heisenberg está también "podada". Es cierta, pero da información demasiado sesgada. Para completarlo, solo sería necesario obtener la ecuación General de Transporte en la Mecánica Cuántica, indicada anteriormente, multiplicarla por la diferencial de tiempo y por la diferencial de posición, quedando DETERMINADA la fórmula del siguiente modo:

$$\begin{aligned} \frac{\partial(m\vec{v})}{\partial t} &= \frac{\nabla i\hbar}{2m} \left[\frac{\partial(\Psi^*\Psi)}{\partial t} + \nabla(\Psi^*\Psi) \frac{\nabla i\hbar}{2m} \right] + \Psi^*\Psi \left[\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\nabla i\hbar}{2m} \right) + \left(\frac{\nabla i\hbar}{2m} \nabla \right) \frac{\nabla i\hbar}{2m} \right] \\ \frac{\partial(m\vec{v})}{\partial t} &= \vec{v} \left[\frac{\partial(|\Psi|^2)}{\partial t} + \nabla(|\Psi|^2) \vec{v} \right] + |\Psi|^2 \left[\frac{\partial}{\partial t} (\vec{v}) + (\vec{v} \nabla) \vec{v} \right] \\ dp \cdot dr &= \frac{\partial(m\vec{v})}{\partial t} d\vec{r} \cdot dt = \vec{v} \cdot d\vec{r} \cdot dt \left[\frac{\partial(|\Psi|^2)}{\partial t} + \nabla(|\Psi|^2) \vec{v} \right] + |\Psi|^2 \left[\frac{\partial}{\partial t} (\vec{v}) + (\vec{v} \nabla) \vec{v} \right] d\vec{r} \cdot dt \end{aligned}$$

Que establece una relación entre la onda, la cantidad de movimiento, su velocidad y la posición de la partícula en el espacio.

La gran pregunta que surge de forma inmediata es ¿Quién tenía razón, Einstein o Born? AMBOS

La acción a distancia NO EXISTE si el éter cuántico existe. Las 4 fuerzas dejan de ser 4 fuerzas para ser cuatro efectos de una "misma cosa". Las dos teorías, la Relatividad y la Mecánica Cuántica son dos caras de una misma moneda. ¿No vale la pena seguir investigando en las universidades los efectos de estos "plasmas", "vórtices cuánticos", etc. tal y como se viene investigando? La promesa es la de una energía gratuita ante la cual la energía solar no es más que como una carrera entre uno de los barcos de Cristóbal Colón y el Eurofighter.

Imaginando el fotón, ese enorme enigma de la naturaleza, este no viaja a mayor velocidad porque se encuentra con el medio y es además parte de él. Es un corpúsculo ínfimo, que alcanza rápidamente enormes velocidades. Pero conforme acelera, se rodea de capas a la vez que interfiere cada vez más sobre estas y estas sobre el medio. Es un corpúsculo rodeado de capas de un fluido. Si pretendemos ver sus colores, tenemos que atraparlo y matarlo, como a la mariposa. Y entonces podremos admirarnos de sus colores, pero no veremos su aleteo. Si queremos ver su aleteo, tendremos que dejarlo volar y si le dejamos volar no veremos los detalles bellos de sus alas. Pero esto no muestra más que nuestra incompetencia como cazadores de mariposas, porque podemos atraparlo en una caja de cristal, verla de vez en cuando quieta y ver sus colores, o verla volar y ver su aleteo.

Cuando la "mariposa fotón" está volando, si no tenemos en cuenta donde vuela, que tiene alrededor, interferiremos sobre él. E interferir sobre él significa matarlo. Si tenemos en cuenta su influencia, no lo capturaremos. Y si lo capturamos, no le veremos aletear. Este es el principio de Incertidumbre de Heisenberg, que lo único que dice es que técnicamente estamos cogiendo la mariposa con guantes de boxeo, mientras somos tecnológicamente aún muy niños. Bueno, no del todo. Otros estudios a los que no he tenido más información que la que ha transcendido a los medios, hablan de que han conseguido atrapar un fotón en un cristal. Ya tenemos la mariposa. Ahora hay que enseñar al hombre—niño a atrapar la mariposa: sí que se pueden atrapar, pero hay que ser sutil, suave y cariñoso.