

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_{IC_K}$ en los espacios de configuración

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_{IC_K}$ en los espacios de configuración complejos

André Michaud
Service de Recherche Pédagogique

- [Click here for English version](#)
- [Cliquer ici pour version française](#)
- [Hier anklicken für die Deutsche Fassung](#)

Resumen: Establecimiento de las características de oscilación electromagnética del quantum de energía estabilizado de la masa en reposo invariante del electrón y del de su energía portadora variable en sus espacios de configuración complejos, que no admiten la presencia de ninguna singularidad física, ya que todos los quanta de energía de los que están hechos la materia y la energía en movimiento libre alcanzan estados estables de oscilación de acción estacionaria a niveles de energía muy por debajo de la zona en la que podrían desarrollarse singularidades.

Palabras clave: Planos complejos; Teoría cuántica; Geometría tresespacial; Mecánica electromagnética.

Este artículo se publicó en la revista de ingeniería IJERD en julio de 2024:

Michaud, A. (2024) *From $E=m_0c^2$ in normal space to $E=m_0c_{IC_K}$ in the complex configuration Spaces*. International Journal of Engineering Research and Development e-ISSN: 2278-067X, p-ISSN: 2278-800X. July, 2024. Volume 20, Issue 7. PP. 532-572.

<http://ijerd.com/paper/vol20-issue7/2007532572.pdf>

(Síntesis final del proyecto de Mecánica electromagnética)

Otros artículos en el mismo proyecto:

[INDEX - Mecánica electromagnética – El modelo de los 3-espacios](#)

Aquí está su traducción al español:

1. Introducción

La ecuación $E=mc^2$ ha cautivado y fascinado al mundo entero desde que Albert Einstein la justificara en su tercer artículo en 1905 [1]. El concepto de masa, simbolizado por m , se definió inicialmente en el siglo XVII como la *cantidad de materia* de la que está compuesto un cuerpo ponderable, que determina su volumen y que se opone por inercia a cualquier cambio en su estado de movimiento, independientemente de la dirección desde la que se le aplique una fuerza, siendo ésta una característica de los cuerpos ponderables que fue definida por Newton como la primera ley del movimiento. La *materia*, por su parte, fue definida como cualquier sustancia físicamente existente.

En el siglo XIX se estableció gradualmente que cualquier *sustancia* considerada como *materia* estaba formada por una variedad de átomos, que con el tiempo se clasificaron en la tabla periódica de los elementos y se descubrió que se unían en la variedad de combinaciones moleculares que componen las distintas *sustancias* presentes en nuestro entorno.

Como cada átomo es el asiento de una cantidad específica de masa, su suma podía entonces calcularse satisfactoriamente para dar cuenta del peso y de la masa de todas las sustancias conocidas. Entonces se estableció que todos los átomos son tan pequeños que era imposible observarlos y medirlos individualmente de forma directa, incluso con los microscopios ópticos más potentes disponibles en la primera década del siglo XX.

Con la comprensión progresiva de que los átomos no son en sí partículas elementales, sino que son de *hecho sistemas de partículas masivas aún más pequeñas*, se entendió que el electrón era una partícula masiva elemental, que existe en un nivel de magnitud aún más profundo, entendido ahora como *el último nivel subatómico de magnitud*, la característica de ser *elemental* significando ahora específicamente que el electrón no está en sí mismo compuesto de elementos más pequeños.

Así es como llegamos a comprender que existen dos tipos de masas ponderables en el universo, las masas formadas por *cantidades de materia* cuyas diversas sustancias consisten en moléculas que son conjuntos de átomos hasta el nivel atómico, y las masas ponderables de las propias partículas elementales de las que están formados todos los átomos y nucleones, que sólo pueden estar formadas por una cierta cantidad de *sustancia energía fundamental continua* que aún está por comprender, pero que debe poseer características/propiedades aún por identificar que permitan a cualquier cantidad aislada de esta sustancia estabilizarse en las configuraciones masivas de estas partículas elementales de las que están formados los nucleones y los átomos, así como en la configuración estable aparentemente no masiva de los fotones electromagnéticos en movimiento libre, de acuerdo con las ecuaciones electromagnéticas de Maxwell.

En la década de 1930 [2], Louis de Broglie definió un conjunto de condiciones bajo las cuales los fotones en movimiento libre obedecerían las ecuaciones de Maxwell. En las Referencias [3] [4] se identificó un conjunto de 4 características/propiedades que caracterizarían a esta *sustancia de energía continua*, según las cuales cantidades recién emitidas de esta sustancia continua, como un impulso magnético emitido por una antena dipolar de longitud fija, se *auto-estructuraría* automáticamente en un fotón electromagnético de acuerdo con la estructura triplemente perpendicular requerida que

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c\gamma c_K$ en los espacios de configuración

podría viajar sólo a la velocidad de la luz en el vacío, en total acuerdo con las ecuaciones de Maxwell, y se *auto-guiaría* en línea recta a menos que la interferenciara a un agente externo como la densidad del gradiente gravitatorio local causando una desviación en su trayectoria.

Estas propiedades también han permitido establecer una mecánica clara para convertir un fotón electromagnético con una energía mínima de 1,022 MeV en un par masivo de electrón-positrón [5], como veremos más adelante, pero quedaba por aclarar la cuestión de por qué interviene el cuadrado de la velocidad de la luz en este proceso. Esta implicación de la velocidad de la luz con la masa en reposo del electrón se analizará en este artículo.

El electrón se convirtió en algo muy intrigante para la mayoría de los investigadores cuando se estableció claramente que era *elemental*, con una masa en reposo invariante de $m_0=9,10938188E-31$ kg y una carga unitaria negativa invariante $e^- = 1,6217462E-19$ Coulomb.

2. Masas ponderables constituidas directamente por un cuanto de sustancia energía continúa

Durante la primera década de 1900, se observaron muchas características inesperadas en los electrones en movimiento libre, que nunca habían sido predichas por ninguna teoría, con la excepción de una posible diferencia entre la masa en reposo del electrón y una masa aparente mayor en movimiento, calculada desde el punto de vista electromagnético por G.F.C. Searle en 1897 [6], mencionada por Walter Kaufmann en la Sección 9) *Wahre und scheinbare Masse* de su artículo de 1901 [7] y en el artículo de Wilhelm Wien de 1901 [6], y analizada en las referencias [8] [9], pero que sólo cubría parcialmente esta característica de posible aumento de masa que parecía contradecir la percepción de la mecánica clásica de la época de que el electrón es una masa sólida invariante muy pequeña, potencialmente deformable cuando se mueve.

De hecho, ninguna de las características observadas en estos primeros experimentos con haces de electrones libres forzados a moverse a lo largo de trayectorias curvas medibles dentro de una cámara de burbujas por medio de campos \mathbf{E} y \mathbf{B} finamente calibrados se había observado nunca para masas mayores formadas por átomos y moléculas [7] [10] [11] [12]. Para comprender lo desconcertantes que eran estas características para los principales experimentalistas y teóricos de la primera década del siglo XX en comparación con todas las teorías establecidas de la época, basta con leer la Sección 7e *Electromagnetic Mass; The First Century (7e Masa electromagnética; El primer siglo)* de la biografía de Einstein por Abraham Pais [13].

Incluso Wilhelm Wien, el más ferviente defensor de establecer la mecánica electromagnética como base común para definir un conjunto de ecuaciones a partir de las cuales se pudieran describir la mecánica electromagnética y la mecánica cinemática [6], hizo este comentario en 1912:

"Concerning the new experiments on cathode and β -rays, I would not consider them to have decisive power of proof. The experiments are very subtle, and one cannot be sure whether all sources of error have been excluded." Wilhelm Wien (1912) ([13], p. 159)

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_Kc_K$ en los espacios de configuración

"En cuanto a los nuevos experimentos sobre los rayos catódicos y β , yo no consideraría que tengan un poder probatorio decisivo. Los experimentos son muy sutiles y no se puede estar seguro de que se hayan excluido todas las fuentes de error."

Hay que entender que en aquella época la principal causa de esta incertidumbre sobre la validez de los experimentos concluyentes de Kaufmann y de los experimentos confirmatorios realizados por otros experimentadores entre 1905 y 1907 era que aún no se había establecido la *invariancia de la carga unitaria* del electrón, e incluso su valor exacto, así como la *invariancia de su masa en reposo*, lo que ponía en duda la exactitud de todos los cálculos. Estas características invariantes del electrón sólo fueron establecidas y demostradas experimentalmente por Robert Millikan en 1913 [14].

Así pues, el comentario de Wien en 1912 es quizá la mejor explicación y justificación de la decisión tomada en 1907 por la comunidad en general de atenerse a la tendencia cinemática que condujo a la adopción de la teoría de la relatividad especial. Sin embargo, esta decisión tuvo consecuencias negativas inesperadas para el futuro desarrollo de la Mecánica Cuántica, como pronto veremos.

Pero primero echemos un vistazo a las características del electrón libre observadas en los experimentos de Kaufmann que ninguna teoría anterior había predicho. La primera característica se refiere a los medios que Kaufmann utilizó para propulsar los electrones a las velocidades y curvaturas de trayectoria que eligió, es decir, los campos E y B .

2.1 Energía cinética inducida continuamente en los electrones por el campo E

Según la mecánica clásica, los cuerpos ponderables sólo pueden ponerse en movimiento mediante un impulso inicial. De hecho, el concepto de momentum está tan estrechamente ligado a la idea de que los cuerpos sólo pueden ponerse en movimiento mediante un impulso inicial que la propia palabra momentum suele traducirse habitualmente al alemán como « *Impuls* », por ejemplo. Esta conclusión llevó a pensar que el momentum es una medida de la inercia de una masa en movimiento, y que su intensidad depende tanto de la velocidad como de la cantidad de masa de los cuerpos masivos en movimiento:

$$p = mv \tag{1}$$

Esto significa que, desde el punto de vista de la mecánica clásica, el momentum de una masa en movimiento se considera causado por su velocidad, lo que es diametralmente opuesto a lo que los experimentos de Kaufmann nos permiten observar desde el punto de vista de la mecánica electromagnética, ya que la energía cinética del momentum del electrón es inducida de manera constante en la carga invariante del electrón por medio de un campo E regulable – el campo B ajustable externo utilizado no proporciona energía al electrón sino que sólo define la curvatura de su trayectoria, como se analiza en las referencias [8] [9] – lo que significa que era la velocidad del electrón durante los experimentos de Kaufmann la que dependía de la cantidad de energía cinética de momentum unidireccional suministrada por el campo E regulable, y no al revés como se conceptualiza en la mecánica clásica.

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_K$ en los espacios de configuración

Los manuales de introducción a la mecánica clásica no suelen establecer la relación inmediata entre el momentum y la energía cinética unidireccional implicada. Vamos a establecer aquí esta relación directa porque lo que ponen de relieve los datos de Kaufmann es precisamente que los campos E pueden utilizarse para variar progresivamente la velocidad de los electrones variando progresivamente la cantidad de energía cinética inducida en la carga del electrón, ya sea disminuyendo o aumentando adiabáticamente esta cantidad de energía cinética inducida de manera infinitesimalmente progresiva [15] [16].

Resulta que la energía cinética se induce constantemente en las partículas elementales cargadas en función del inverso de las distancias que las separan a nivel de magnitud subatómica, y que esta cantidad varía de manera infinitesimalmente progresiva a medida que varían estas distancias, que es un proceso que no tiene equivalente en la mecánica clásica, dado que la ley de interacción que rige la relación de fuerza entre cargas eléctricas puntuales fue descubierta por Coulomb cien años después de que la mecánica clásica hubiera sido plenamente desarrollada, principalmente por Newton, para describir las relaciones entre masas ponderables observables en nuestro nivel macroscópico de magnitud.

La cantidad de energía cinética ligada al momentum clásico de un cuerpo masivo es fácil de calcular experimentalmente y de medir directamente, ya que se comunica completamente al entorno cuando un cuerpo se detiene bruscamente en su movimiento. Su ecuación fue definida por Newton de la siguiente manera:

$$K = \frac{mv^2}{2} \quad (2)$$

Aislando la definición de la velocidad v en la Ecuación (1) del momentum clásico $v=p/m$, y sustituyendo v por esta definición en la Ecuación (2), obtenemos:

$$K = \frac{m}{2} \left(\frac{p}{m} \right)^2 \rightarrow K = \frac{p^2}{2m} \quad (3)$$

Mientras que la energía se percibe como constante en el universo desde el punto de vista de la mecánica clásica, percibiéndose que la energía cinética decreciente se convierte en energía potencial y viceversa, se observa que la energía cinética varía adiabáticamente con la intensidad local del campo E en los electrones libres en movimiento, sin rastro alguno de la implicación del concepto de energía potencial de la mecánica clásica en el método de aceleración utilizado por Kaufmann.

Esta diferencia entre el método utilizado por Kaufmann y la mecánica clásica – la inducción adiabática de energía cinética en las partículas cargadas por la fuerza de Coulomb en lugar de la presunta conversión de energía potencial en energía cinética – no parece haber llamado la atención en aquella época, y la naturaleza adiabática de la inducción de energía en todas las partículas elementales cargadas a través de los campos E , analizada en profundidad en las Referencias [15] [16], no fue comprendida y explicada hasta mucho más tarde por Aram d'Abro, en la década de 1930 [17], como se pone en perspectiva en la Referencia [18].

2.2 La naturaleza electromagnética de la masa del electrón

En su artículo de 1904 [19], célebre por haber definido las transformaciones

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c\gamma c_K$ en los espacios de configuración

matemáticas que permitieron definir la hipótesis de una contracción potencial de la longitud de la masa del electrón percibido como un pequeño cuerpo rígido en función de su velocidad desde el punto de vista de la mecánica clásica, utilizada luego en el establecimiento de la teoría de la relatividad restringida, Lorentz llegó también en el mismo artículo, tras su análisis de los datos de Kaufmann, a la conclusión de que la masa del electrón debía ser de naturaleza electromagnética:

"Hence, in phenomena in which there is an acceleration in the direction of motion, the electron behaves as if it had a mass m_1 , those in which the acceleration is normal to the path, as if the mass were m_2 . These quantities m_1 and m_2 may therefore properly be called the "longitudinal" and "transverse" electromagnetic masses of the electron. I shall suppose that there is no other, no 'true' or 'material' mass." H.A. Lorentz (1904) [19]

"Por lo tanto, en los fenómenos en los que existe una aceleración en la dirección del movimiento, el electrón se comporta como si tuviera una masa m_1 , aquellos en los que la aceleración es normal a la trayectoria, como si la masa fuera m_2 . Estas cantidades m_1 y m_2 pueden, por tanto, llamarse con propiedad las masas electromagnéticas «longitudinal» y «transversal» del electrón. Supondré que no existe ninguna otra, ninguna masa «verdadera» o «material»."

Este concepto estaba vinculado al hecho de que los datos recogidos por Kaufmann se debían a la aceleración de los electrones, no provocada por un impulso inicial, sino por medio de campos electromagnéticos calibrados \mathbf{E} y \mathbf{B} que inducían constantemente una energía que se sabía que actuaba sobre la carga del electrón y no sobre su masa, lo que parecía implicar que la propia sustancia de la que estaba hecha la masa del electrón y a la que estaba asociada la carga del electrón debía ser también de naturaleza electromagnética.

Pero esta interpretación no se adoptó en aquella época. En 1907, la comunidad optó por mantener la opinión clásica de que el electrón es un cuerpo rígido que puede deformarse longitudinalmente, como también había propuesto Lorentz en el mismo artículo [19].

Hay que señalar aquí que en aquella época había división de opiniones sobre la forma de calcular las masas longitudinal y transversal del electrón. Einstein, por ejemplo, en su tercer trabajo de 1905 [1], estableció este cálculo de tal manera que acabó calculando numéricamente la energía cinética total inducida en el electrón en aceleración como $K=mc^2(\gamma-1)$ – que coincide con la energía del momentum del fotón emitido cuando se captura un electrón en el estado fundamental de un átomo de hidrógeno y se registra en el espectro del átomo de hidrógeno, pero es sólo la mitad de la energía cinética inducida en el electrón a cualquier velocidad, y que de Broglie utilizó en su tesis de 1924 para calcular la energía del electrón en la órbita de Bohr, lo que le llevó a utilizar una frecuencia errónea en su cálculo de la velocidad de la onda de fase, como se analiza en la Referencia [20] – en lugar de $K=2mc^2(\gamma-1)$ como lo hizo Lorentz con su Ecuación (30) en su artículo de 1904 [19] - véase también la Ecuación (43) en la Referencia [21].

Einstein sabía que el cálculo de Lorentz a partir de los datos de Kaufmann era diferente de su propio método, porque en su tercer artículo de 1905 [1] alude claramente

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c\gamma c_K$ en los espacios de configuración

al hecho de que las diferentes definiciones de fuerza y aceleración conducen a valores diferentes para las masas longitudinal y transversal del electrón:

"Natürlich würde man bei anderer Definition der Kraft und der Beschleunigung andere Zahlen für die Massen erhalten; man ersieht daraus, daß man bei der Vergleichung verschiedener Theorien der Bewegung des Elektrons sehr vorsichtig verfahren muß." Albert Einstein (1905), [1].

"Por supuesto, si la definición de fuerza y aceleración fuera diferente, se obtendrían valores diferentes para las masas; de ello se deduce que hay que proceder con mucho cuidado cuando se comparan diferentes teorías del movimiento del electrón."

En aquel momento, Einstein parecía no haberse dado cuenta de la importancia del hecho de que el cálculo de Lorentz no se basara en una teoría personal de Lorentz, sino en su análisis de los datos experimentales recogidos por Kaufmann.

No fue hasta 1933 cuando C.D. Anderson observó de forma concluyente que la masa del electrón estaba de hecho formada por la misma *sustancia energía* que los fotones electromagnéticos, al establecer experimentalmente que fotones localizados de energía superior al nivel mínimo de 1,022 MeV se convertían fácilmente en pares electrón-positrón *cargados y masivos* que se movían por separado a través del espacio, midiéndose finalmente que las dos partículas eran idénticas en todos los aspectos, excepto por los signos de sus *cargas iguales e invariantes* [22], como Paul Dirac le había hipotetizado en 1928 [23].

Este proceso de conversión fue confirmado ese mismo año por Blackett y Occhialini, que demostraron experimentalmente que fotones, subproductos de la radiación cósmica con una energía igual o superior a 1,022 MeV, se convierten espontáneamente en pares electrón/positrón cuando rozan núcleos atómicos [24], proceso que se ha denominado *materialización*.

Además, un equipo dirigido por Kirk McDonald en el *Acelerador Lineal de Stanford* (SLAC) confirmó en 1997 que al converger dos haces de fotones suficientemente concentrados hacia un único punto en el espacio, uno de los haces comprendiendo fotones que superaban el umbral de 1,022 MeV, se creaban pares electrón/positrón sin que hubiera ningún núcleo atómico en las proximidades [25].

Como doble confirmación de que la masa del electrón está constituida efectivamente por la *misma sustancia energía electromagnética* que los fotones libres, se ha observado, también por Blackett y Occhialini, que el proceso inverso de un electrón y un positrón que interactúan con energía insuficiente para escapar el uno del otro, se reconvierten en 2 o más fotones electromagnéticos libres ([26], p. 215) después de haberse meta estabilizado por un momento en la configuración del positronio.

Finalmente, por un golpe de suerte increíble, los dos procesos de desmaterialización y rematerialización de un par electrón-positrón fueron captados en la misma fotografía del experimento E632 en la cámara de burbujas de 15 pies de FERMILAB. El rastro de burbujas dejado por un positrón de alta energía revela su desmaterialización en el momento en que colisiona directamente con un electrón – en el punto **A** de la **Figura 1** – y un poco más adelante, en línea directa con la trayectoria que había seguido el positrón

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c\beta_K$ en los espacios de configuración

antes de desmaterializarse, aparece un nuevo par electrón-positrón – en el punto **B** –, lo que significa que la aniquilación electrón-positrón en el punto **A** debe haber dado lugar a la producción de un único fotón electromagnético, portador de la cantidad total de energía de las masas en reposo de las dos partículas, más la energía del momentum del positrón incidente, es decir, una cantidad total que supera claramente el umbral mínimo de desacoplamiento de 1,022 MeV.

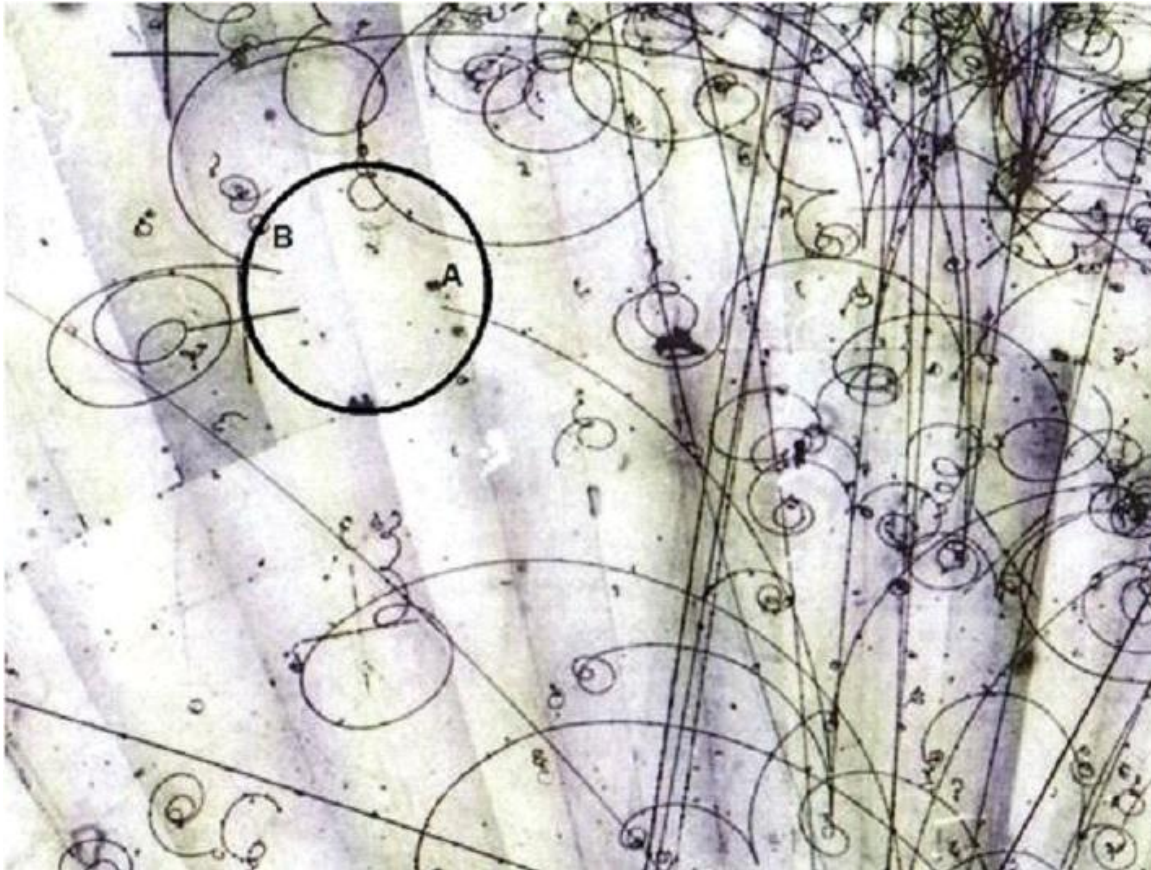


Figura 1: Fotografía de la cámara de burbujas del experimento E632 de FERMILAB.

Así pues, ahora podemos afirmar con certeza que la masa del electrón es efectivamente de naturaleza electromagnética.

2.3 La masa variable del electrón en proceso de aceleración

Aunque desde Newton se había establecido que la masa de todos los cuerpos parecía invariable a todas las velocidades relativamente bajas – comparadas con la velocidad de la luz – a las que era posible propulsar estos cuerpos durante todos los experimentos anteriores con masas formadas por átomos y moléculas, los datos de Kaufmann revelaron que a las velocidades extremadamente altas a las que se obligaba a acelerar a los electrones en su cámara de burbujas, cuyas masas están formadas por quanta de energía electromagnética estabilizada – es decir, de $1/5$ a $1/3$ de la velocidad de la luz –, se podía medir que la masa efectiva del electrón aumentaba en función de su velocidad a medida que la energía que se le suministraba aumentaba continuamente mediante el campo E

calibrado del método de Lorentz, como se analizó en profundidad en su artículo de 1904 [19].

De hecho, los experimentos de Kaufmann fueron los primeros en los que se pusieron en movimiento y se mantuvieron en movimiento masas formadas directamente por la *sustancia energía* fundamental por un medio distinto del impulso inicial tradicional utilizado para propulsar masas formadas por átomos y moléculas. Está bien establecido que los campos \mathbf{E} pueden calibrarse continuamente para variar progresivamente la cantidad de energía suministrada a las partículas cargadas con el fin de disminuir o aumentar progresivamente su velocidad y para variar progresivamente la intensidad de los campos \mathbf{B} con el fin de aumentar o disminuir progresivamente la curvatura de las trayectorias de partículas cargadas individuales o de haces de partículas cargadas, como las trayectorias de los electrones en los tubos de rayos catódicos.

Así, contrariamente a la percepción histórica de la mecánica clásica de que el momentum de un cuerpo masivo se debe a su velocidad, los datos de Kaufmann revelan que, al menos para los electrones cargados y masivos, cuya masa en reposo está constituida directamente por la *sustancia energía* fundamental, esta percepción debe invertirse, y que fue la velocidad del electrón durante los experimentos de Kaufmann la que dependió en todo momento de la cantidad instantánea de energía cinética del momentum que existe físicamente y es inducida constantemente por el campo \mathbf{E} calibrado.

Los datos de Kaufmann también revelaron que la inercia transversal del electrón en aceleración, que aumentaba con la velocidad, era diferente de su inercia longitudinal, que aumentaba con la energía del momentum y, por tanto, sólo era medible longitudinalmente, estando representadas las dos condiciones de inercia por las masas electromagnéticas m_1 y m_2 en el trabajo de Lorentz. Hay que señalar que Kaufmann esperaba un aumento de la masa efectiva del electrón con la velocidad debido al cálculo de G.F.C. Searle a este efecto, publicado unos años antes en 1897 [27], pero no que este aumento fuera diferente longitudinalmente y transversalmente, lo que llamó la atención sobre el hecho de que era la energía del momentum el factor de diferencia en las medidas de inercia en las dos direcciones, y que esta cantidad de energía de momentum también permanecía igual en cantidad en cualquier instante dado a la cantidad de energía que era medible como el incremento de la masa transversal efectiva del electrón.

Además, Lorentz observó que el famoso factor gamma ($\gamma=1/\sqrt{1-(v/c)^2}$) – más tarde bautizado en su honor – que previamente había sido desarrollado a partir de la teoría por Woldemar Voigt [28] y había sido provisionalmente asociado a una hipotética dilatación del tiempo y contracción de la longitud de las masas en movimiento, emergió directamente de los datos de Kaufmann para la inercia transversal, así como para la inercia longitudinal de los electrones en aceleración, aplicándose no a una hipotética dilatación del tiempo y contracción de la longitud de las masas, sino a la tasa de aumento progresivo de la energía de los electrones en aceleración, una energía suministrada por el campo \mathbf{E} calibrado utilizado durante los experimentos.

En su artículo de 1904 [19], Lorentz identificó el factor γ con el símbolo k definido en su Ecuación (3), y lo utilizó en las dos ecuaciones para m_1 y m_2 (sus Ecuaciones (30)), es decir, para calcular por separado la inercia longitudinal y transversal del electrón. Su ecuación para la inercia longitudinal m_1 revela un detalle que aparentemente pasó

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c\gamma_K$ en los espacios de configuración

desapercibido en su época, a saber, que el campo \mathbf{E} que forma parte del primer término de la ecuación de la fuerza de Lorentz:

$$\mathbf{F} = q(\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B}) \quad (4)$$

es en realidad la ecuación de Coulomb menos una de sus cargas :

$$F = \frac{q_1 q_2}{4\pi \epsilon_0 d^2} \rightarrow \mathbf{E} = \frac{q_2}{4\pi \epsilon_0 d^2} \quad (5)$$

y cuando se aplica a la Ecuación (30) de Lorentz para la inercia longitudinal m_1 , calculamos la cantidad total de energía inducida a cualquier velocidad dada del electrón:

$$E = d e \mathbf{E} = \frac{e q_2}{4\pi \epsilon_0 d} \quad (6)$$

Esto revela, según los cálculos basados en los datos recogidos por Kaufmann, que la fuerza de Coulomb induce en el electrón una cantidad de energía dos veces superior a la energía de su momentum, y que esta segunda cantidad de energía inducida aparentemente se autotranspone perpendicularmente a la dirección de movimiento de la partícula, de modo que se hace mensurable como un incremento de masa tanto en la dirección longitudinal como en la transversal.

Como esta información de vital importancia pasó desapercibida y, en consecuencia, no se incluyó en los manuales de referencia de la época, toda la comunidad permaneció bajo la impresión de que las frecuencias registradas en los espectros de los átomos, que se sabía que correspondían únicamente a la energía del momentum de los electrones liberada cuando son capturados a su más mínima distancia de acción estacionaria de los núcleos atómicos, eran la cantidad total de energía inducida en el electrón para una velocidad dada.

El hecho de que en el caso del átomo de hidrógeno, por ejemplo, que es el caso de referencia tradicional sobre este tema, esta cantidad de energía cinética del momentum defina exactamente la velocidad clásica teórica del electrón en la órbita de reposo teórica del modelo de Bohr del átomo de hidrógeno no hace más que confirmar esta impresión:

$$E = a_0 e \mathbf{E} = \frac{e^2}{4\pi \epsilon_0 a_0} = m_0 v^2 \quad (7)$$

donde $a_0=5,291772083E-11$ m es el radio de Bohr, lo que conduce al cálculo de la velocidad clásica del electrón en la órbita teórica de Bohr:

$$v = \sqrt{\frac{e^2}{4\pi \epsilon_0 m_0 a_0}} = 2187691.252 \text{m/s} \quad (8)$$

Esta desafortunada circunstancia es la que llevó a de Broglie a calcular una velocidad errónea para la onda de fase del electrón en su tesis de 1924 [29] [30] utilizando únicamente la energía ligada al momentum del electrón en la órbita de Bohr, tal y como se analiza en la Referencia [20], sin que nadie se aperciese del problema, por el hecho

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c\gamma$ en los espacios de configuración

de que los resultados experimentales de Kaufmann nunca fueron referenciados en ninguna obra de referencia durante el resto del siglo XX, aunque sólo fuera para una posible reevaluación, lo que mantuvo la incertidumbre en cuanto a la localización precisa del electrón en su trayectoria en el átomo de hidrógeno, lo que indebidamente acabó provocando la formalización del principio de incertidumbre por Heisenberg, como se pone en perspectiva en la Referencia [20].

2.4 El descubrimiento de Marmet

No fue hasta 2003 cuando se volvió a prestar atención a los datos de Kaufmann, cuando Paul Marmet volvió a deducir una ecuación electromagnética/cinemática armonizada a partir de la ecuación de Biot-Savart, que llevaba a la misma conclusión que la que había sacado históricamente Searle en 1897 [27]. En realidad, Marmet simplemente redescubrió y publicó en 2003 lo que Searle ya había establecido por otros medios más de un siglo antes:

"We notice in equation 23 that both phenomena (magnetic energy and relativistic energy) produce an increase of mass" Paul Marmet (2003) [31]

"Observamos en la ecuación 23 que ambos fenómenos (energía magnética y energía relativista) producen un aumento de masa."

Sus muy claras Ecuaciones 23 – reproducidas aquí como Ecuaciones (9) – revelan que el creciente campo magnético \mathbf{B} del electrón con la velocidad es la suma del campo invariante \mathbf{B}_e relacionado con la mitad de la masa invariante en reposo del electrón y un aumento $\Delta\mathbf{B}$ de un campo de energía magnética cuyo origen no estaba claramente definido, pero que sólo podía relacionarse con el aumento de la masa transversal de la Ecuación (30) de Lorentz para la inercia transversal m_2 del electrón en movimiento [19] que emergió de los datos experimentales de Kaufmann [7] [10] [11] [12] :

$$\frac{\mu_0(e^-)^2}{8\pi} \frac{1}{r_e} \frac{v^2}{c^2} \Rightarrow \frac{M_e}{2} \frac{v^2}{c^2} \rightarrow \frac{\mu_0(e^-)^2}{8\pi} \frac{1}{r_e} \Leftrightarrow \frac{M_e}{2} \quad (9)$$

La conclusión final de Marmet era:

"Therefore the increase of the so-called relativistic mass is in fact nothing more than the mass of the magnetic field generated due to the electron velocity. In fact, the real fundamental nature of the kinetic mass, which increases with velocity, is nothing else than the magnetic energy, as given by the Biot-Savart equation." Paul Marmet (2003) [31].

"Por lo tanto, el aumento de la llamada masa relativista no es en realidad más que la masa del campo magnético generado debido a la velocidad del electrón. De hecho, la verdadera naturaleza fundamental de la masa cinética, que aumenta con la velocidad, no es otra cosa que la energía magnética, tal como viene dada por la ecuación de Biot-Savart."

Su descubrimiento permitió relacionar la longitud de onda electromagnética longitudinal de la energía de los fotones en movimiento libre y la masa en reposo del electrón con la amplitud de oscilación en un plano transversal a la dirección de

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_Kc_K$ en los espacios de configuración

movimiento de la partícula de la energía magnética que causa la inercia transversal mensurable de todas las partículas elementales a través del ratio proporcionado por la constante de estructura fina α , y a la derivación del conjunto de ecuaciones locales de los campos \mathbf{E} y \mathbf{B} consistentes con las ecuaciones de Maxwell, que dan cuenta de la energía de la masa en reposo de cada partícula elemental estabilizada, en el primer conjunto de derivaciones que surgieron de la conclusión de Marmet, publicadas en 2007 en la Referencia [32].

El análisis de la estabilidad del electrón en el orbital de reposo del átomo de hidrógeno realizado en las Referencias [33] [34] reveló además que cuando se impide que un electrón se mueva en la dirección vectorial en la que su energía de momentum $\Delta\mathbf{K}$ tiende a propulsarlo, esta energía de momentum $\Delta\mathbf{K}$ permanece inducida y sigue ejerciendo una presión equivalente en la misma dirección vectorial, que también puede relacionarse directamente con la gravitación, como se analiza en la Referencia [18].

Las masas formadas por átomos se han estudiado ampliamente en los últimos siglos, pero la forma en que se estableció la mecánica cuántica en los años veinte [20] desvió la atención de la comunidad de un estudio más profundo de la naturaleza de la energía electromagnética de la que está formada la masa localizada de electrones.

En consecuencia, tampoco se han estudiado las consecuencias del hecho de que las masas efectivas de todos los átomos formados por estas masas elementales en las que se inducen permanentemente estas cantidades de energía de momentum $\Delta\mathbf{K}$ e incrementos de energía de campo $\Delta\mathbf{B}$, que varían en función de la inversa de las distancias entre ellas. Volveremos a ello más adelante, después de completar el repaso histórico de la evolución de nuestra comprensión de la naturaleza de la masa de las partículas elementales cargadas.

3. Masas formadas por átomos y moléculas separadas

El verdadero orden de magnitud de átomos y moléculas se estableció en la primera década del siglo XX a partir de los cálculos realizados por Albert Einstein y Marian von Smoluchowski mientras estudiaban por separado el movimiento browniano, un movimiento aparentemente estocástico y muy irregular de partículas microscópicas sumergidas en líquidos, que concluyeron que se debía a un movimiento constante de los átomos y moléculas de los que están hechos los líquidos en los que están inmersas estas partículas microscópicas [35] [36]. La primera traducción al inglés de la obra de Smoluchowski ha sido publicada recientemente por el *Minkowski Institute Press* [37].

La Referencia [18] también analiza el movimiento browniano, destacando que este movimiento permanente de átomos y moléculas en todos los líquidos y gases es la prueba de que la energía cinética de su impulso tiene una *presencia cinética permanente*, como parecían revelar los experimentos de Kaufmann, y por tanto una *existencia física permanente*, lo que establecía que podía tratarse de una *sustancia físicamente existente* cuyas propiedades aún estaban por establecer.

Entonces se estableció que los átomos son estructuras prácticamente vacías en las que intervienen partículas mucho más pequeñas, verdaderamente elementales, individualmente cargadas eléctricamente y masivas, que son numerosos órdenes de magnitud más pequeñas que los propios átomos, y cuyas configuraciones estacionarias

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_kc_k$ en los espacios de configuración

locales estabilizadas definen los volúmenes atómicos.

Para dar una idea de lo relativamente «vacíos» que están realmente los átomos, de lo mucho más pequeños que son los subcomponentes elementales de los que están formados y, por último, de lo separados que están dentro de cada átomo, si, por ejemplo, un átomo de hidrógeno, formado por un solo protón y un solo electrón, se agrandara metafóricamente hasta que el protón central – con un diámetro establecido de unos $1,5E-15$ m – llegara a ser tan grande como el Sol – con un diámetro de unos 1,4 millones de km – (un aumento de tamaño de 9-seguido-por-23-cero veces), entonces el electrón estaría tan lejos del protón como Neptuno lo está del Sol en el sistema solar, ¡lo que significa que el átomo de hidrógeno llegaría a ser tan grande como todo el sistema solar!

Esto significa que la masa total que puede medirse para cada átomo es en realidad la suma de las masas locales físicamente existentes de cada uno de los quanta de sustancia energía continua que componen cada una de las partículas elementales de tamaño subatómico de las que están hechos los átomos. En efecto, la masa total del átomo de hidrógeno, a pesar de la *distancia relativamente astronómica* que separa al electrón del protón, resulta ser de $1,673532518E-27$ kg, es decir, la suma de la masa ya bien establecida del electrón localizado $9,10938188E-31$ kg y la de la masa bien establecida del protón localizado $1,67262158E-27$ kg, que en sí mismo no es elemental, sino que es también un sistema casi vacío de tres componentes masivos elementales más pequeños, que son a su vez del mismo orden de magnitud que el electrón, como se demostró en experimentos de colisión altamente inelástica con haces de electrones y positrones altamente energéticos en los primeros años de funcionamiento del *Acelerador Lineal de Stanford* (SLAC) [38].

Ahora bien, dado que se entiende que todas las masas macroscópicas están formadas por materia, de la que sabemos que toda sustancia está formada por átomos y moléculas prácticamente vacíos, formados a su vez por electrones elementales masivos de tamaño subatómico situados relativamente muy lejos de los protones y neutrones que forman sus núcleos de tamaño subatómico, que son a su vez sistemas formados por partículas elementales del mismo orden de magnitud que los electrones, la pregunta que se nos ocurre ahora es:

¿Cuál es exactamente la naturaleza de esta sustancia continua que constituye las masas de estas partículas subatómicas elementales cargadas?

4. Masas formadas de energía electromagnética continua estabilizada

Como acabamos de mencionar, además de los electrones que se estabilizan a diferentes distancias de los núcleos atómicos y definen así su volumen, también se ha confirmado que los demás componentes de los átomos, es decir, los protones y los neutrones, son en sí mismos sistemas de partículas elementales cuando sus subcomponentes cargados y masivos han sido bombardeados de forma no destructiva por haces de electrones y positrones altamente energéticos, durante los dos primeros años de funcionamiento del *Acelerador Lineal de Stanford* (SLAC) [38], que entró en servicio en 1966, es decir, configuraciones de rebote altamente inelásticas que indican claramente que estos subcomponentes internos de los nucleones tienen masas del mismo orden de

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_K$ en los espacios de configuración

magnitud que la del electrón. A propósito, este tipo de colisiones *no destructivas* altamente inelásticas contra nucleones se reanuda en un futuro no muy lejano en el proyecto del *Colisionador Electrón-Ion* (EIC) [39] [40].

El posible rango de masas de los dos tipos de partículas elementales cargadas detectadas en el interior de protones y neutrones, es decir, los quarks arriba y abajo, se ha establecido entre 1,5 y 5 MeV/c² con una carga eléctrica exacta de +2/3 de la carga unitaria para el quark arriba, y entre 3 y 10 MeV/c² con una carga eléctrica exacta de -1/3 de la carga unitaria para el quark abajo ([41], p. 11-6).

Por lo tanto, podemos esperar que en un futuro próximo se midan experimentalmente masas en reposo más precisas para estos subcomponentes elementales cargados y masivos de los nucleones en la futura instalación EIC, confirmando quizás las masas en reposo predichas por la teoría en 2013 en el contexto del desarrollo de la mecánica electromagnética, que se encuentran precisamente dentro de los posibles rangos de energía establecidos experimentalmente en los experimentos SLAC, a saber, 2,049610923E-30 kg para el quark arriba y 8,198443779E-30 kg para el quark abajo.

Estas masas tan cercanas a la masa en reposo del electrón han dado crédito a la posibilidad de que los quarks arriba y abajo sean simplemente electrones y positrones muy normales cuyas características de carga y masa han sido alteradas a estos estados modificados por la intensidad del nivel de energía ambiente en las estructuras confinadas de protones y neutrones, que es una posibilidad apoyada por los análisis profundos realizados en la Referencia [42], que han conducido a la siguiente ecuación general de masa elemental para las 3 partículas cargadas y masivas verdaderamente elementales, constituidas directamente por quanta de la *sustancia energía continua* fundamental de la que están formados todos los átomos:

$$m_{[d,u,e]} = \frac{k}{a_0} \left(\frac{3e}{n\alpha c} \right)^2 = \left(\frac{3}{n} \right)^2 \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r_e c^2} = \left(\frac{3}{n} \right)^2 \frac{e^2}{2\epsilon_0 \alpha \lambda_c c^2} \quad (n=1, 2, 3) \quad (10)$$

Donde $r_e = \alpha \lambda_c / 2\pi = 2.817940285E-15$ m es el llamado radio clásico del electrón. Véase la Referencia [32] para una explicación de la naturaleza real de este llamado *radio del electrón*, que es en realidad la amplitud de oscilación transversal de la energía oscilante de la masa en reposo del electrón en el espacio-Y *complejo* sobre un plano transversal a su dirección de movimiento en el espacio-X *normal* [5], que definiremos más claramente a continuación.

Como se analiza en la Referencia [43], los quarks arriba y abajo resultaron ser los dos únicos tipos de subcomponentes elementales cargados y masivos cuya existencia física en el interior de los protones y neutrones pudo demostrarse por colisión directa no destructiva, es decir (uud) en el interior del protón con una carga unitaria resultante positiva e^+ para el protón, y (udd) dentro del neutrón con una carga resultante cero e^0 para el neutrón, lo que significa que ya se han identificado las *tres únicas partículas elementales estables*, cargadas y masivas de las que están hechos todos los átomos del universo: el electrón, el quark arriba y el quark abajo.

Todas las demás partículas del Modelo Estándar que fueron finalmente identificadas y catalogadas después de los años 1960 mediante *colisiones destructivas* resultaron ser inestables y decaer casi instantáneamente como resultado último de secuencias de desintegración bien establecidas [26] [41] en una u otra de estas tres configuraciones

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_K$ en los espacios de configuración

estables de acción estacionaria de energía de resonancia de las que están formados todos los átomos que constituyen las mayores masas del universo, es decir, electrones, protones y neutrones. Nunca se ha detectado por colisión ningún otro componente masivo estable de los átomos que no sea este conjunto muy restringido, siendo el positrón idéntico al electrón excepto por el signo de su carga.

En aras de la simplicidad, en este artículo sólo se tratará detenidamente la masa en reposo del electrón y su aumento de masa con la velocidad proporcionada por su energía portadora, siendo el caso de la masa del positrón idéntica a la del electrón, como veremos, y el caso de los fotones en movimiento libre, por su similitud con la energía portadora del electrón o del positrón.

En el contexto de la geometría tresespacial, el caso del positrón se discute ampliamente en cuanto a su origen en la Referencia [5] y su función en el establecimiento de nucleones en la Referencia [42]. La emisión de energía por medio de neutrinos se analiza en la Referencia [44].

Volvamos ahora a la pregunta que quedó sin respuesta y que ahora puede formularse con mayor claridad:

¿De qué pueden estar compuestas las masas de estas partículas elementales cargadas y masivas, y cuál es su relación con el cuadrado de la velocidad de la luz?

5. La masa en reposo del electrón

En el caso del electrón, la primera respuesta general la proporcionó la ecuación $E=m_0c^2$ en la primera década del siglo XX, que dejó muchas preguntas sin respuesta pero que, sin embargo, estableció que su masa en reposo medida con precisión de $m_0=9.10938188E-31$ kg estaba constituida por una cantidad específica de una sustancia intrigante y escurridiza que sólo podía denominarse energía, una cantidad de masa que puede calcularse dividiendo la cantidad precisa de energía de $E=8,18710414E-14$ julios por el cuadrado de la velocidad de la luz :

$$m_0 = \frac{E}{c^2} = \frac{8.18710414E-14}{(299792458)^2} = 9.10938188E-31 \text{kg} \quad (11)$$

Un análisis dimensional de esta ecuación revela que la velocidad de la luz debe elevarse al cuadrado para convertir una masa en kg en una cantidad equivalente de energía en julios, ya que las dimensiones del julio se han fijado convencionalmente en $M \cdot L^2 \cdot T^{-2}$ ($\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$), y las de una velocidad se han fijado en $T \cdot L^{-1}$ ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$). Así que, por supuesto, para ser matemáticamente coherentes, la conversión de kilogramos a julios hace necesario que la velocidad implícita sea al cuadrado ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)². Por supuesto, este análisis dimensional no explica por qué hay que tener en cuenta la velocidad de la luz al calcular la masa de una partícula masiva, que sabemos que no puede alcanzar la velocidad de la luz en el espacio, y menos aún por qué esta velocidad debe elevarse al cuadrado.

Pero hay una razón por la que Einstein y otros destacados físicos de la época consideraron lógico que se tuviera en cuenta la velocidad de la luz al calcular la masa del electrón, dado que los recientes descubrimientos relativos a la interacción confirmada entre la energía electromagnética de la luz y la materia habían revelado tal relación, como

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_K$ en los espacios de configuración

explicó en su cuarto artículo de 1905 [45]:

"Gibt ein Körper die Energie L in Form von Strahlung ab, so verkleinert sich seine Masse um L/V^2 ... Die Masse eines Körpers ist ein Maß für dessen Energieinhalt; ändert sich die Energie um L , so ändert sich die Masse in demselben Sinne um $L/9.10^{20}$, wenn die Energie in Erg und die Masse in Grammen gemessen wird." Albert Einstein ([45], p. 641)

"Si un cuerpo emite la energía L en forma de radiación, su masa disminuye en L/V^2 ... La masa de un cuerpo es una medida de su contenido energético; si la energía cambia en L , la masa cambia en el mismo sentido en $L/9.10^{20}$, si la energía se mide en ergs y la masa en gramos."

Así, puesto que había comprendido que la energía que irradia un cuerpo masivo cuando choca con un obstáculo que reduce su masa es de naturaleza electromagnética, Einstein sospechó, a la espera de confirmación experimental, que la masa restante debía ser también energía electromagnética. Dado que la velocidad de la luz, que Maxwell había asociado 40 años antes a la *energía electromagnética* en movimiento libre y calculado a partir de las derivadas parciales segundas de los campos \mathbf{E} y \mathbf{B} , es de $c=299792458$ m/s – analizada en las referencias [8] [9] –, parecía lógico que esta velocidad estuviera ligada a la masa como factor de conversión.

También existe una razón física por la que el cuadrado de esta velocidad está directamente relacionado con la propia energía electromagnética. Aunque se entiende que la velocidad de las partículas elementales o de los fotones electromagnéticos se produce en la dirección de su movimiento, también se sabe que ciertos aspectos de la velocidad se producen en planos perpendiculares a esta dirección de movimiento cuando intervienen procesos de oscilación, planos que permanecen paralelos a la dirección del movimiento de la energía electromagnética para el tratamiento de las ondas continuas tal como se entienden en electrodinámica, como la velocidad transversal variable de la oscilación de la energía de ondas de cizalla en materiales rígidos o de la energía electromagnética en la teoría de Maxwell de ondas electromagnéticas continuas, por ejemplo, tal como se representa tradicionalmente en la **Figura 2**.

Esta velocidad transversal varía desde un máximo en la mitad de la amplitud transversal del movimiento de energía hasta una velocidad nula en la amplitud transversal máxima de la amplitud de oscilación, como se analiza en la **Subsección K** de la Referencia [46].

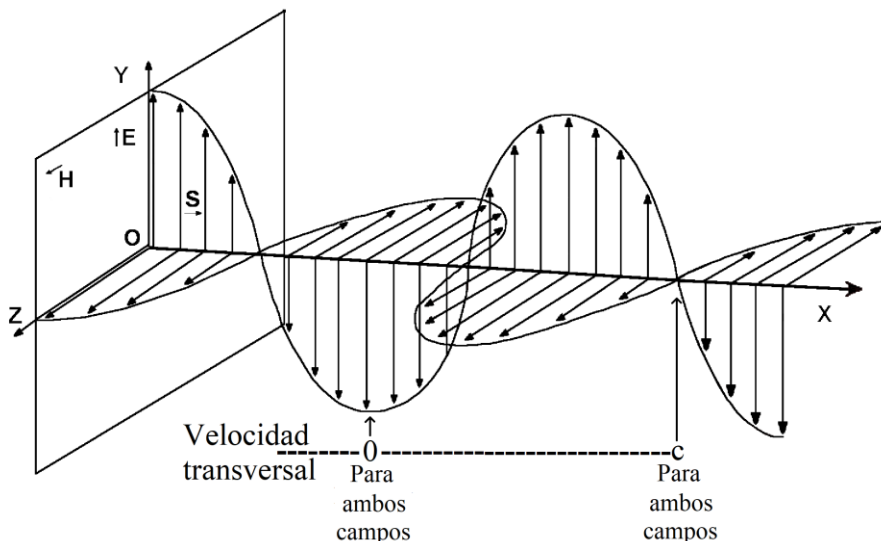


Figura 2: Representación tradicional de la oscilación transversal de los campos E y B de un impulso electromagnético que se propaga en un medio elástico subyacente – definido por Maxwell como el éter – decalados por 90° en el espacio y alcanzando simultáneamente una amplitud de fase sincrónica máxima en el tiempo, lo que corresponde a la interpretación de la gauge de Lorenz.

Con respecto a la representación de Maxwell de las ondas electromagnéticas en la **Figura 2**, cabe señalar que Maxwell no estaba totalmente de acuerdo con la representación de la gauge de Lorenz de que el campo E y el campo B alcanzarían simultáneamente su máximo de esta forma, lo que llevaría a considerar los dos estados como un único campo electromagnético, ya que esta representación eliminaba el concepto de corriente de desplazamiento que guió inicialmente el desarrollo de su teoría electromagnética, y consideraba que los dos campos eran distintos debido a sus diferentes características vectoriales.

En resumen, la **Figura 2** es una de las dos representaciones posibles de las ondas electromagnéticas continuas establecidas por Maxwell. La segunda representación implica un impulso electromagnético de energía que oscila entre un estado de campo E y un estado de campo B , estando los dos campos decalados en el espacio por 90° como en la **Figura 2**, oscilando también transversalmente en planos longitudinales según el concepto clásico de una onda que se propaga en un medio elástico rígido.

Pero mientras que la gauge de Lorenz los representa en la **Figura 2** como alcanzando simultáneamente su máxima amplitud en el tiempo, Maxwell los concibió inicialmente como alcanzando alternativamente su máxima amplitud estando desfasados 180° en el tiempo como se representa en la **Figura 3**, introduciendo el concepto de corriente de desplazamiento ligada al campo E como causa mecánica de la inducción del campo B que, al alcanzar su máxima amplitud, reduce el campo E a cero, como en la conocida relación LC, el campo B se desequilibra entonces simétricamente, reintroduciendo el campo E y restableciendo la corriente de desplazamiento, mientras que el campo B cae a su vez a cero, estableciéndose así un ciclo completo de la frecuencia correspondiente a la energía del impulso que se propaga.

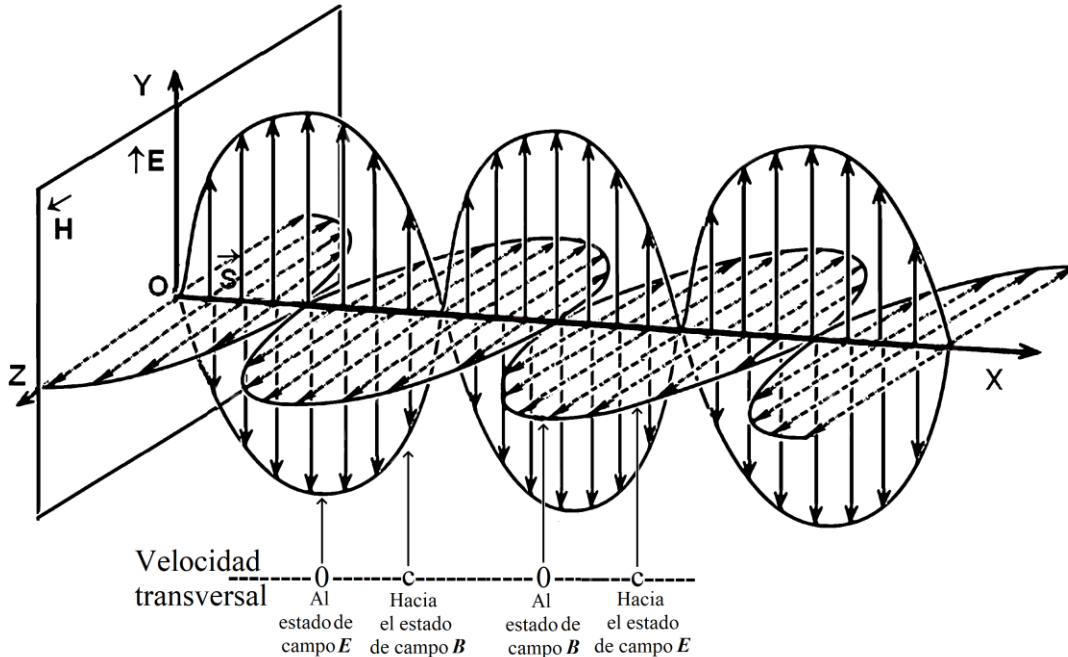


Figura 3: Representación de las oscilaciones transversales ortogonales de los campos E y B de un impulso electromagnético que se propaga en un medio elástico rígido subyacente – definido como el éter por Maxwell – decalados por 90° en el espacio y desfasados por 180° en el tiempo, induciéndose mutuamente e implicando la supuesta existencia de una corriente de desplazamiento tal como la concibió Maxwell.

De hecho, fue el hecho de que el concepto de *corriente de desplazamiento* tuviera poco sentido en ausencia de cualquier posibilidad de conceptualizar las cargas en movimiento en la teoría de Maxwell de las ondas electromagnéticas continuas lo que hizo que la perspectiva del *gauge de Lorenz* dominara inicialmente. Sólo después de que de Broglie propusiera en la década de 1930 la idea de que los *fotones localizados* según la concepción del primer artículo de Einstein de 1905 [47] sólo tenían sentido si implicaban dos corpúsculos (o semifotones) – las «cargas» buscadas que no se encontraban según la concepción de la onda continua –, la *corriente de desplazamiento* volvió a encontrar un hogar lógico en la teoría electromagnética, como se discute en las Referencias [3] [4].

El análisis realizado en la Referencia [46] confirmó entonces que la velocidad transversal máxima se alcanzará 4 veces durante cada ciclo de la representación sinusoidal del movimiento cíclico de la energía electromagnética, es decir, a $1/8$, $3/8$, $5/8$ y $7/8$ de cada ciclo. En la realidad física, sin embargo, sólo son posibles dos picos de velocidad, ya que el $3/8$ y el $5/8$ coinciden, al igual que el $7/8$ y el $1/8$ del ciclo siguiente, debido a una característica de *incompresibilidad* que debe poseer la *sustancia energía* fundamental para oscilar de este modo. Esta velocidad se calcula a partir de primeros principios en la Referencia [48].

La *incompresibilidad* de la *sustancia energía* es lo que hace que la velocidad de la luz sea la única velocidad máxima posible a media transferencia de la *sustancia energía* que puede permitir que esta velocidad transversal de la *sustancia energía* se desacelere hasta cero en la amplitud transversal máxima de la oscilación en las dos direcciones

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_Ic_K$ en los espacios de configuración

perpendiculares de la oscilación electromagnética, como se muestra en la **Figura 5** a continuación.

Así, suponiendo que la *sustancia energía* de la que está compuesta la masa del electrón sea electromagnética, es la razón por la cual el producto de estas dos velocidades transversales máximas (c^2) en direcciones perpendiculares entre sí puede relacionarse con la masa del electrón en la Ecuación (11).

En la Referencia [46] también se analiza por qué el producto de la longitud de onda λ y la frecuencia ν es una constante, que se sabe que es la velocidad de la luz:

$$\lambda\nu = c \quad (12)$$

Por tanto, entender que la energía de la masa en reposo estabilizada del electrón es de naturaleza *electromagnética* nos permite comprender por qué la frecuencia de oscilación de Compton del electrón $\nu_c=1,235589976E20$ Hz y la bien establecida longitud de onda de Compton del electrón $\lambda_c=2,426310215E-12$ m pueden asociarse con esta cantidad específica de energía.

Por eso, con referencia a la famosa ecuación $E=m_0c^2$, la velocidad al cuadrado c^2 resulta ser, en los espacios de configuración, el producto de la velocidad máxima c de la mitad de la energía de la masa en reposo del electrón durante su tránsito hacia el eje vectorial unitario $I//j/-j$, y de su velocidad máxima c en su tránsito de vuelta hacia el volumen vectorial unitario perpendicular $K//ijk/-i-j-k$ de la **Figura 4b**, tal como se representa en la Ecuación (18) y se ilustra en la **Figura 9** a continuación, permitiendo que la ecuación $E=m_0c^2$ vista en el espacio-X normal se represente como $E=m_0c_Ic_K$ en los espacios de configuración I y Z descritos a continuación.

Pero, por supuesto, la energía electromagnética que se mueve a la velocidad de la luz según el concepto de onda continua establecido por Maxwell no puede generar espontáneamente electrones cuantizados prácticamente inmóviles en el espacio, es decir, que se mueven a velocidades $v \ll c$, sin que intervenga un proceso lógico de conversión mecánica, que tendería un puente entre el concepto de onda continua de Maxwell y estados de energía cuantizados como el de los fotones permanentemente localizados, como los considerados por Einstein y de Broglie como lo describió Einstein en su artículo de 1910 [49] [50] citado más adelante, que todavía se conceptualizaban como singularidades u ondículas en el campo electromagnético continuo subyacente concebido por Maxwell, y por supuesto como el del electrón que todavía se percibía como una masa sólida deformable, como lo definió Lorentz en su artículo de 1904 [19].

6. La transición de una percepción de ondas continuas de energía electromagnética a una percepción de quanta de energía electromagnética permanentemente cuantizada y localizada.

El primer avance hacia la comprensión de la naturaleza cuantizada de la energía electromagnética se produjo cuando Wilhelm Wien descubrió que la energía electromagnética estaba cuantizada en la emisión a partir de los datos recogidos durante sus experimentos con el cuerpo negro [51]. A partir de su análisis de los datos de Wien, Max Planck descubrió que cada ciclo de las frecuencias de todos los quanta de energía emitidos por el cuerpo negro era exactamente igual a una cantidad muy pequeña de energía de $h=6,62606876E-34$ julios, que recibió el nombre de *constante de Planck* en su

honor [52].

Unos años más tarde, tras examinar el creciente número de observaciones reveladoras que favorecerían la idea de una cuantización de la energía electromagnética, Einstein propuso en su primer trabajo de 1905 [47] la hipótesis de que sería más lógico concluir que los quanta discontinuos de luz permanecerían localizados al alejarse de su fuente puntual, sin dispersarse esféricamente como en la teoría ondulatoria de Maxwell, para ser absorbidos individualmente en otro lugar solo como un todo:

"Es scheint mir nun in der Tat, daß die Beobachtungen über die 'schwarze Strahlung', Photolumineszenz, die Erzeugung von Kathodenstrahlen durch ultraviolettes Licht und andere die Erzeugung bez. Verwandlung des Lichtes betreffende Erscheinungsgruppen besser verständlich erscheinen unter der Annahme, daß die Energie des Lichtes diskontinuierlich im Raume verteilt sei. Nach der hier ins Auge zu fassenden Annahme ist bei Ausbreitung eines von einem Punkte ausgehenden Lichtstrahles die Energie nicht kontinuierlich auf größer und größer werdende Räume verteilt, sondern es besteht dieselbe aus einer endlichen Zahl von in Raumpunkten lokalisierten Energiequanten, welche sich bewegen, ohne sich zu teilen und nur als Ganze absorbiert und erzeugt werden können." Albert Einstein, 1905 ([47], p. 133).

"En efecto, me parece que las observaciones sobre la «radiación negra», la fotoluminiscencia, la generación de rayos catódicos por la luz ultravioleta y otros grupos de fenómenos relativos a la generación o transformación de la luz parecen más comprensibles bajo el supuesto de que la energía de la luz se distribuye discontinuamente en el espacio. Según la hipótesis que se va a considerar aquí, cuando un rayo de luz emana de un punto, la energía no se distribuye de forma continua por espacios cada vez más grandes, sino que consiste en un número finito de quanta de energía localizados en puntos del espacio, que se mueven sin dividirse y sólo pueden ser absorbidos y generados en su totalidad."

Un paso más se dio en 1937 [2], cuando Louis de Broglie identificó la condición fundamental a la que debían obedecer los fotones electromagnéticos localizados postulados por Einstein para explicar perfectamente el efecto fotoeléctrico, sin dejar de ser plenamente coherentes con las propiedades de la teoría de la simetría de los corpúsculos complementarios de Dirac, y de obedecer a la estadística de Bose-Einstein, tal como exigía la precisión de la ley del cuerpo negro de Planck.

Esta condición fundamental para que la existencia de fotones electromagnéticos localizados sea explicable es que el fotón debe implicar dos corpúsculos, o semifotones, de espín 1/2, que serían complementarios entre sí del mismo modo que el electrón positivo [el positrón] es complementario del electrón negativo en la teoría de los agujeros de Dirac. Su conclusión final fue que este modelo del fotón permite definir un campo electromagnético ligado a la probabilidad de aniquilación del fotón, un campo que obedece a las ecuaciones de Maxwell y que tiene todas las características de las ondas electromagnéticas de la luz, lo que devuelve inmediatamente al cuadro la noción de Maxwell de la *corriente de desplazamiento*, que ahora podría entenderse como actuando entre estos dos semifotones, para establecer localmente un modo estacionario de oscilación de la energía del campo E del fotón, es decir, un modo estacionario de

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_Kc_K$ en los espacios de configuración

oscilación del cuanto de energía esencial para explicar la localización permanente en el espacio del quantum de energía del fotón, tal como la concibió Einstein.

Pero también menciona que no ha encontrado una forma satisfactoria de describir los fotones localizados de esta forma en el marco restringido del espacio 3D e incluso del espacio-tiempo 4D, y concluye que no parece posible representar con precisión las partículas elementales en esta geometría espacial excesivamente restringida, y que espera que esta cuestión se resuelva con el tiempo.

"... la non-individualité des particules, le principe d'exclusion et l'énergie d'échange sont trois mystères intimement reliés : ils se rattachent tous trois à l'impossibilité de représenter exactement les entités physiques élémentaires dans le cadre de l'espace continu à trois dimensions (ou plus généralement de l'espace-temps continu à quatre dimensions). Peut-être un jour, en nous évadant hors de ce cadre, parviendrons-nous à mieux pénétrer le sens, encore bien obscur aujourd'hui, de ces grands principes directeurs de la nouvelle physique." Louis de Broglie 1937 ([2], p. 273).

"... la no individualidad de las partículas, el principio de exclusión y la energía de intercambio son tres misterios estrechamente relacionados: todos ellos están vinculados a la imposibilidad de representar con precisión las entidades físicas elementales en el marco del espacio continuo tridimensional (o, más en general, del espacio-tiempo continuo cuatridimensional). Tal vez algún día, escapando de este marco, podamos penetrar mejor en el significado, aún hoy bastante oscuro, de estos grandes principios rectores de la nueva física."

Fueron estas conclusiones de de Broglie, según las cuales la descripción de los fotones cuantizados depende de la participación de dos semifotones y nuestra concepción del espacio debe ampliarse más allá de los conceptos bien establecidos de espacio 3D y espacio-tiempo 4D, lo que condujo a un análisis en profundidad de las posibilidades de ampliar la geometría del espacio más allá de los límites de la concepción establecida del espacio a la que tradicionalmente se superpone el sistema de coordenadas cartesianas 3D, en particular en electromagnetismo, como se muestra en la **Figura 4a**, de forma que siguiera siendo coherente con este sistema de coordenadas establecido desde hace mucho tiempo, sin el cual la teoría electromagnética carecería de sentido.

La solución fue ampliar los tres vectores unitarios cartesianos lineales perpendiculares entre sí a espacios tridimensionales completamente desarrollados, como se muestra en las **Figuras 4b** y **4c**, cada uno identificado por vectores unitarios mayores **IJK** y coordenadas mayores **XYZ**, cada uno conservando su propio conjunto de vectores unitarios menores **ijk** y coordenadas menores **xyz**, para permitir que el volumen de la sustancia energía continua del quantum sea representable a lo largo de su proceso de oscilación en los tres espacios, ahora interconectados en el *centro-de-presencia* del quantum, permitiendo que los tres espacios se comporten como vasos comunicantes dentro de los cuales la sustancia energía del quantum puede moverse libremente para encontrar su equilibrio de mínima acción.

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c\gamma_K$ en los espacios de configuración

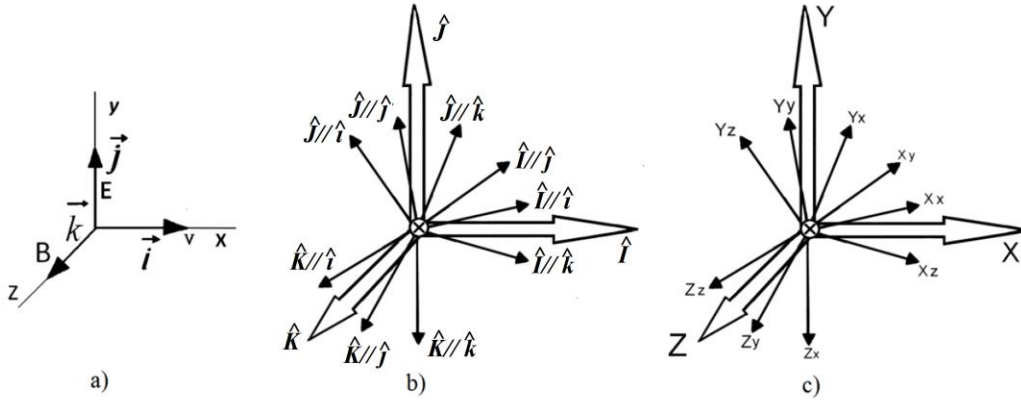


Figura 4: Representación **4a** de la estructura clásica de los vectores unitarios del sistema de coordenadas cartesianas en relación con la estructura ampliada de los vectores unitarios mayor y menor de la geometría tresespacial.

Parecía necesario aplicar más consideraciones de simetría a la forma en que estos dos semifotones debían moverse e interactuar para implicar tanto el estado de campo E como el estado de campo B de la teoría electromagnética de Maxwell, lo que finalmente llevó a la comprensión de que la energía de un fotón en movimiento debía dividirse primero en dos partes simétricas, una de las cuales sería la energía de *momentum* necesaria para propulsar el fotón a su conocida velocidad de la luz, una velocidad que se demuestra matemáticamente en la Referencia [21] que se obtiene si esta partición resulta en dos partes exactamente iguales, mientras que la «parte propulsada» oscilaría simétricamente en modo estacionario entre un estado de campo E y un estado de campo B en un plano transversal a la dirección del movimiento determinada por la orientación vectorial de la mitad *momentum* de la energía del fotón (**Figura 5**).

Tal y como se establece en las Referencias [3] [4], dicha separación en dos partes de la energía fotónica implica la ya mencionada característica de *incompresibilidad* de la sustancia energía, de forma que su volumen no varía durante la separación, a lo que hay que añadir ahora las características de *elasticidad* y *fluidez* para que dicha separación sea posible.

La parte propulsada debe ahora poder estirarse para formar las dos partes que se asociarán a la *corriente de desplazamiento* que las hará oscilar. Aquí es donde las propiedades de *elasticidad* y *fluidez* deben asociarse al quantum de *sustancia energía continua* para permitir que su mitad ahora orientada transversalmente se estire simétricamente como un material elástico a ambos lados de su punto de unión con la parte *momentum*.

Sin embargo, tal estiramiento no puede producirse por sí mismo sin que se asigne una propiedad adicional a la *sustancia energía*, a saber, una *tendencia-a-permanecer-siempre-en-movimiento*, lo que explicaría tanto por qué la energía de su *momentum* tiende a propulsar la parte orientada transversalmente, como por qué esta parte propulsada tenderá a estirarse por sí misma para formar las dos partes que se alejarían elásticamente la una de la otra, cuya tensión elástica establecería la *corriente de desplazamiento* cuya intensidad aumentaría con la distancia de separación hasta que la propiedad de *incompresibilidad* de la sustancia determine entonces la extensión máxima del

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_K$ en los espacios de configuración

estiramiento, tendiendo la *tensión restauradora* debida a la *elasticidad* de la sustancia a reconducir constantemente los dos componentes hacia la posición neutra. Es aquí donde la fuerza restauradora de Hooke, aplicable a todos los medios elásticos, puede asociarse ahora al proceso, como veremos más adelante, tal como se pone en perspectiva en las Referencias [8] [9].

Los dos semifotones, que ahora sólo se refieren a la mitad orientada transversalmente del quantum y cuyo requisito fue establecido por de Broglie, pueden entenderse entonces como un par de cargas eléctricas opuestas cuya intensidad restauradora constituirían precisamente estas cargas, que aumentarían durante el proceso de oscilación con el incremento de la distancia que las separa a medida que la energía se expande en el espacio-Y electrostático, induciendo progresivamente el estado de campo E del fotón a medida que aumenta la *corriente de desplazamiento*, una intensidad restauradora que luego disminuiría con la *corriente de desplazamiento* también disminuyendo después de alcanzar un máximo, ya que la energía entra ahora en el espacio-Z magnetostático, induciendo el estado de campo B en este otro espacio hasta alcanzar un máximo en este espacio, completando así el primer ciclo de la oscilación electromagnética estacionaria y luego volviendo a entrar en el espacio-Y para iniciar el siguiente ciclo.

Como se desarrolla en la Referencia [53], desde un punto de vista vectorial, este par de cargas opuestas puede representarse por un par de vectores de estado de campo E dirigidos opuestamente, orientados para representar su tendencia a alejarse el uno del otro, su energía cinética y su velocidad aumentan progresivamente en función del inverso de la distancia decreciente entre ellas, pasando esta energía a un estado de campo perpendicular B (**Figura 5a**), también representado por un par de vectores dirigidos opuestamente que actúan perpendicularmente al par de vectores de estado de campo E , de modo que se mantiene la simetría.

Cuando toda la energía del campo E ha transitado al estado de campo B para inmovilizarse momentáneamente a velocidad cero, las consideraciones de equilibrio simétrico dictan que la energía que ahora presenta las características del estado de campo B comienza a regresar al estado de campo E a través del *centro-de-presencia* del quantum para completar el primer ciclo de un movimiento oscilatorio estacionario a la frecuencia correspondiente a la cantidad de energía del quantum, como se muestra en la **Figura 5b**.

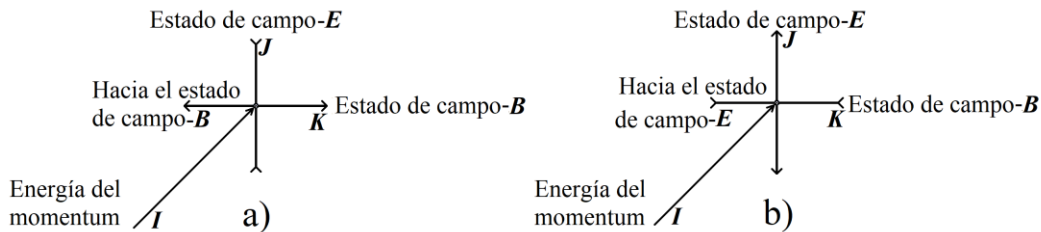


Figure 5: Representación vectorial de la oscilación permanente de la mitad de la energía de un fotón entre el estado de campo E y el estado de campo B en sus espacios de configuración, estableciéndose la máxima velocidad simétrica c en cada dirección ortogonal correspondiente al producto de las velocidades $c_J \times c_K = c^2$, que está en equilibrio simétrico mitad y mitad con la otra mitad de la energía del fotón correspondiente a su energía de momentum situada en el espacio normal-X impulsando al fotón a la velocidad c a lo largo del eje del vector unitario $I//i/-i$ en la **Figura 4b**.

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_1c_k$ en los espacios de configuración

Lo que resulta particularmente interesante de estos dos pares de vectores opuestos que se inducen mutuamente en el *centro-de-presencia* localizado del fotón electromagnético, como se muestra en la **Figura 5**, es que representan una *sustancia-energía físicamente existente*, que se desplaza cíclicamente de una intensidad máxima a otra, orientada perpendicularmente a la primera. Estructuralmente, se trata de dos secuencias de aceleración perpendiculares entre sí, cuya velocidad máxima alcanzará c pero no podrá superarla si se quiere que la velocidad de la *sustancia* retroceda hasta el nivel cero requerido cuando se encuentra en su máximo en cualquiera de las dos orientaciones perpendiculares durante la fase de deceleración de la oscilación [47].

Dado que la energía del fotón se divide simétricamente en dos partes iguales entre la parte propulsora y la parte transversalmente oscilante, que oscila en modo estacionario entre los estados de los campos \mathbf{E} y \mathbf{B} , el producto vectorial cruzado de los vectores \mathbf{E} y \mathbf{B} mutuamente perpendiculares dará lugar automáticamente a la obtención exacta del vector momentum-velocidad del fotón, que es por estructura perpendicular a ambos campos, en perfecta concordancia con la teoría electromagnética de Maxwell representada por la Ecuación (14) siguiente. Así que, en resumen, la solución ha surgido de la triple ortogonalidad invariante establecida desde hace mucho tiempo del producto vectorial cruzado de los vectores de campo \mathbf{E} y \mathbf{B} , que es tan fundamental en el electromagnetismo (**Figura 4a**).

El problema con los vectores unitarios ijk relacionados con este producto cruzado vectorial tradicional $\mathbf{jE} \times -\mathbf{kB} \rightarrow -\mathbf{iv}$ relacionado con el sistema de coordenadas cartesianas 3D tradicional mostrado en la **Figura 4a** es que cada vector unitario \mathbf{i}, \mathbf{j} y \mathbf{k} es lineal y sólo puede describir un volumen cuando intervienen los tres vectores para dar cuenta de los tres ejes necesarios para representar un volumen, y que si la *sustancia energía* implicada en la estructura electromagnética dinámica descrita anteriormente tiene realmente una *existencia física*, también tiene un *volumen físico* que debe tenerse en cuenta a lo largo de cada fase de su separación en dos mitades, así como a lo largo de su secuencia de oscilación permanente entre las fases electromagnéticas \mathbf{E} y \mathbf{B} de su oscilación, lo cual es imposible de representar dentro de los confines del sistema de coordenadas 3D tradicional de la **Figura 4a**.

Un primer paso en la determinación de un volumen real de la *sustancia energía* de un fotón fue el establecimiento del volumen esférico isótropo más pequeño posible en el que se puede concentrar la energía de un fotón localizado si se detiene teóricamente su oscilación, durante la primera oleada de derivaciones a partir del descubrimiento de Marmet publicado en la Referencia [32], y cuya ecuación es la siguiente:

$$V = \frac{\alpha^5 \lambda^3}{2\pi^2} \quad (13)$$

Cuando el origen del complejo vectorial tresespacial mostrado en la **Figura 4b** se sitúa conceptualmente en el *centro-de-presencia* del quantum de energía de una partícula elemental cargada o de un fotón. Este origen, representado por el símbolo \otimes , puede verse como un volumen infinitesimal dV que conecta los tres espacios, a través del cual la *sustancia energía* de la partícula puede verse fluir libremente, como en unos vasos comunicantes, para establecer su estado de equilibrio simétrico, tal como se ha

mencionado y analizado previamente en las Referencias [3] [4].

La pregunta ahora es: ¿Un volumen dV de qué medio subyacente?

Inspirándonos en la brillante y exitosa línea de pensamiento de Fourier de que la velocidad de flujo de la energía térmica a través de un objeto macroscópico homogéneo debería ser también válida para cada volumen infinitesimal dV de ese objeto, podemos considerar que la velocidad de la energía electromagnética a través de cada volumen infinitesimal dV del vacío del espacio a nivel subatómico debería ser la misma que la confirmada en el vacío a nuestros niveles macroscópico y astronómico, lo que significaría que la impedancia bien establecida del vacío $Z_0=\sqrt{(\mu_0/\epsilon_0)}=376\ 7303135\ \Omega$ también se aplicaría dentro de dicho volumen conceptual infinitesimal dV y a través de su superficie infinitesimal ds .

Además, sustituyendo en la **Figura 4b** el conjunto de vectores unitarios principales $I=J=K=1$, cada uno de los cuales representa uno de los espacios 3D mutuamente ortogonales, siendo cada vector unitario principal igual a 1 *por definición*, por un conjunto de vectores unitarios principales $I=J=K=\sqrt{-1}$, es decir, la versión del conjunto de vectores unitarios mayores utilizado en el cuaternión de Hamilton, cada uno igual *por estructura* a $1\angle 90^\circ$ según la definición de Caspar Wessel [55], analizada en la Referencia [54], permitirá separar el espacio-X normal *real* de los espacios de configuración electromagnética *compleja* Y y Z (**Figura 4c**), que se analizarán más adelante.

Para los lectores familiarizados con los cuaterniones de Hamilton, la expansión de la geometría tresespacial procede matemáticamente como sigue. Al poner a cero en la definición estándar de la ecuación de Hamilton $H=a\cdot I+bi+cj+dk$, se elimina el eje real de la estructura del cuaternión, quedando los tres vectores unitarios ortogonales pivotados del sistema de coordenadas del cuaternión $H_0=H_{(a=0)}=bi+cj+dk$.

Para los lectores no familiarizados con los conceptos del eje imaginario del plano complejo, el sistema de coordenadas de los cuaterniones y el significado geométrico de los vectores unitarios definidos como $\sqrt{-1}=1\angle 90^\circ$, es decir, un vector de longitud 1 girado 90° con respecto a una dirección previamente definida, estos conceptos se ponen completamente en perspectiva en la Referencia [54], pero nótese que la comprensión de estos conceptos sólo es necesaria para entender por qué el *producto vectorial cruzado* de los dos vectores unitarios mayores complejos J y K de los espacios Y y Z resulta en que el vector unitario mayor I del espacio-X se vuelve matemáticamente «*real*» y reconvierte el espacio vectorial I en un sistema de coordenadas cartesianas 3D normal, mapeado en un espacio 3D normal, y por qué la orientación del vector de energía dinámica que reside en el espacio-X normal se invierte para aplicarse a la superficie infinitesimal ds de volumen dV situada en el origen O del *centro-de-presencia* de cada quantum de energía cuantizada.

Se puede establecer una comprensión completa del modelo tresespacial incluso si el lector no siente curiosidad por saber por qué $i=j=k=\sqrt{-1}=1\angle 90^\circ$, lo que se puede entender por separado leyendo el libro maravillosamente bien escrito *The Story of $\sqrt{-1}$* de Paul J. Nahin [55].

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c\gamma_K$ en los espacios de configuración

7. Separación del espacio-X normal real de los espacios complejos de configuración electromagnética complementarios Y y Z

La separación lógica del espacio-X *real* tridimensional y sus espacios de configuración electromagnética *complejos* se establece ya sustituyendo el conjunto de vectores unitarios cartesianos mayores $IJK=1$ recién establecido por el correspondiente conjunto de vectores unitarios complejos mayores $I=J=K=\sqrt{-1}=1\angle 90^\circ$, y actualizando el *producto vectorial cruzado* de los vectores mayores J y K , tal como se analiza en la Referencia [54], dado que el espacio vectorial del cuaternión relacionado con el conjunto de vectores unitarios complejos menores $i=j=k=\sqrt{-1}=1\angle 90^\circ$ ya está, por definición, fuera del espacio-X *real* normal, de modo que los espacios complejos Y y Z de la configuración tresespacial también están conceptualmente fuera del espacio-X *real* normal.

En consecuencia, cuando centramos el origen \mathbf{O} de un complejo vectorial tresespacial en el *centro-de-presencia* del quantum de energía de una partícula localizada como un fotón o un electrón, el vector mayor unitario complejo I resultante del producto cruzado de los vectores mayores unitarios complejos J y K que ahora representan sus campos \mathbf{E} y \mathbf{B} se convierte en $I=-1$, porque $J \times K = \sqrt{-1} \times \sqrt{-1} = -1$, lo que invierte la dirección de aplicación de la energía de momentum que reside en el espacio-X para representarla aplicando su presión hacia el *centro-de-presencia* de la otra mitad de la energía de la partícula que oscila entre el estado de campo \mathbf{E} y el estado de campo \mathbf{B} , al otro lado de la unión tresespacial \otimes a través de la cual la energía de la partícula mantiene simétricamente su equilibrio electromagnético estacionario, tal como se establece en la Referencia [54] y se representa con la **Figura 6**, es decir, una energía de momentum que da cuenta de la velocidad de una partícula elemental, que es c para los fotones electromagnéticos en movimiento libre, y menor que c para las partículas cargadas y masivas, cuyo fotón-portador también da cuenta de su inercia hacia adelante.

Como se deriva en la Referencia [32], sabemos que para fotones electromagnéticos en movimiento libre:

$$\mathbf{E} = \frac{\pi e}{\epsilon_0 \alpha^3 \lambda^2} \quad \mathbf{B} = \frac{\mu_0 \pi e c}{\alpha^3 \lambda^2} \quad \frac{\mathbf{E}}{\mathbf{B}} = c \quad (14)$$

Y para los electrones cargados y masivos en movimiento libre:

$$\mathbf{E} = \frac{\pi e}{\epsilon_0 \alpha^3} \frac{(\lambda^2 + \lambda_c^2) \sqrt{\lambda_c (4\lambda + \lambda_c)}}{\lambda^2 \lambda_c^2 (2\lambda + \lambda_c)} \quad \mathbf{B} = \frac{\pi \mu_0 e c}{\alpha^3} \frac{(\lambda^2 + \lambda_c^2)}{\lambda^2 \lambda_c^2} \quad \frac{\mathbf{E}}{\mathbf{B}} = v \ll c \quad (15)$$

Así, aplicando el conjunto de vectores unitarios mayores $I=J=K=\sqrt{-1}=1\angle 90^\circ$ al sistema de coordenadas XYZ mayores de la **Figura 4c** se realiza la siguiente operación. Como el producto de $J=\sqrt{-1}$ y $K=\sqrt{-1}$ equivale a elevar $\sqrt{-1}$ al cuadrado, entonces:

$$\mathbf{JY} \times \mathbf{KZ} = \mathbf{IX} \quad \rightarrow \quad \mathbf{JY} \times \mathbf{KZ} = (\sqrt{-1} \cdot \sqrt{-1}) (\vec{Y} \times \vec{Z}) = -1 \cdot \mathbf{X}_I \quad (16)$$

Y como se pone en perspectiva en la Referencia [54], dado que el tercer vector unitario mayor asignado $I=\sqrt{-1}=1\angle 90^\circ$ se ha establecido entre el origen \mathbf{O} y la distancia 1 a lo largo del eje X mayor que identifica el espacio-X normal, la inversión de la dirección de aplicación del vector unitario mayor se producirá entre el origen \mathbf{O} y la distancia 1, lo

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_1c_K$ en los espacios de configuración

que llevará a cualquier cantidad dirigida relacionada con el vector unitario mayor I a aplicarse en la dirección del origen del sistema de coordenadas XYZ mayor, en el origen del cual se encuentra el volumen infinitesimal $dV \otimes$ contra la superficie ds del cual se mostrará ahora que aplica su presión la energía de momentum situada en el espacio-X, como se muestra en la **Figura 6**, en cuyo lado complejo se encuentra la otra mitad de la energía de la partícula que oscila electromagnéticamente entre el espacio-Y electrostático y el espacio-Z magnetostático, alternando entre el estado de campo E y el estado de campo B , tal y como se representa con la Ecuación (17) tresespacial y la **Figura 7** para el fotón, tal y como se analiza en la Referencia [54].

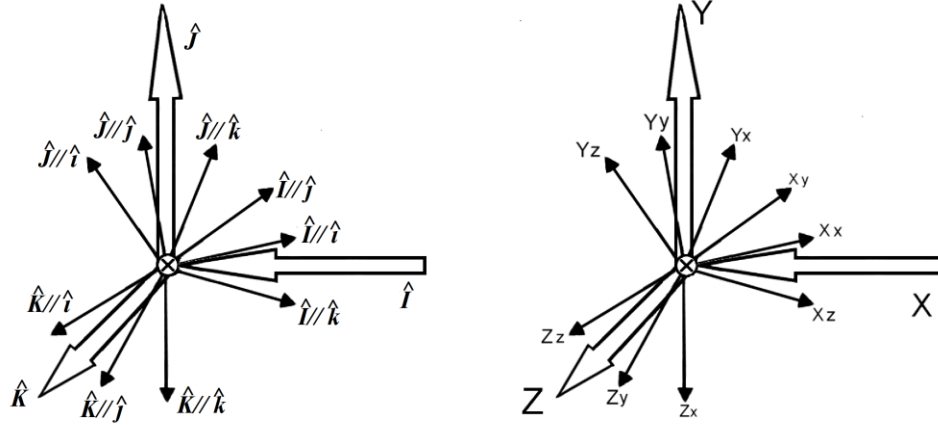


Figura 6: Coordenadas de la geometría tresespacial con el vector principal *real* $I = -1$ del espacio-X normal ejerciendo su presión sobre el origen O del sistema de coordenadas donde los dos vectores electromagnéticos *complejos* se encuentran en el producto vectorial cruzado $J \times K$.

$$E \vec{I} \vec{i} = \left(0, (-I/i) \frac{hc}{2\lambda} \right)_x + \left[\begin{array}{l} \left\{ \left(0, (J//j) \frac{e^2}{4C} \right) \right\} \cos^2(\omega t) + \\ \left\{ \left(0, (J// - j) \frac{e^2}{4C} \right) \right\}_Y \\ \left\{ \left(0, (K//ijk) \frac{L i^2}{2} \right) \right\} \sin^2(\omega t) \\ \left\{ \left(0, (K// - i - j - k) \frac{L i^2}{2} \right) \right\}_Z \end{array} \right] \quad (17)$$

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_i c_k$ en los espacios de configuración

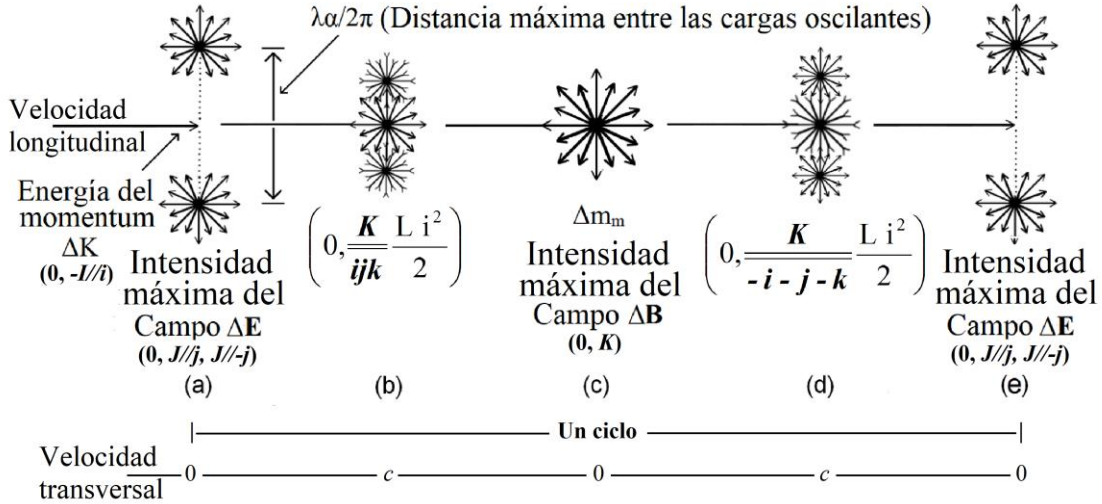


Figura 7: Representación del ciclo estacionario de oscilación transversal del semiquantum electromagnético de un fotón en movimiento libre o de un fotón-portador de un electrón.

8. El desacoplamiento de un fotón electromagnético de 1,022 MeV en un par electrón-positrón

La naturaleza de la *sustancia energía* electromagnética de la que está compuesta la masa del electrón quedó más clara en la década de 1930, cuando Anderson descubrió que los pares electrón-positrón se producían cuando los fotones gamma que superaban el umbral de energía de 1,022 MeV podían desestabilizarse para convertirse en un par de este tipo, en sus experimentos de cámara de burbujas [22], una cantidad de energía al menos dos veces mayor que los 0,511 MeV de los que se compone la masa en reposo invariante del electrón, lo que confirmó que esta masa en reposo estaba efectivamente constituida por la misma *sustancia energía* electromagnética que la de los fotones electromagnéticos.

Ahora que el espacio-X normal se ha separado claramente de sus dos espacios de configuración complementarios, el escenario está preparado para una breve presentación – analizada en profundidad en la Referencia [54] – de la mecánica del desacoplamiento de fotones electromagnéticos en pares masivos electrón-positrón, porque este desacoplamiento no se produce en el espacio-X normal, como cabría esperar, sino en el espacio-Y electrostático representado en la **Figura 8**, que, al igual que el plano complejo y el espacio vectorial del cuaternión, se conceptualiza como si residiera fuera del espacio-X 3D normal.

Para ilustrar la mecánica de esta conversión, la **Figura 8** no representa la energía del campo magnético ΔB del fotón, ya que esta energía se considerará en el momento en que se haya convertido completamente en las cargas oscilantes gemelas del fotón, representadas en su valor máximo en el espacio-Y.

Las Referencias [8] [9] analizan la relación paralela entre la fuerza de Coulomb y la fuerza restauradora de Hooke aplicable al desacoplamiento de dicho fotón, estableciendo

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_K$ en los espacios de configuración

el posible origen de la fuerza de Coulomb y la identificación de la carga unitaria del electrón como la máxima intensidad de carga alcanzable en el universo, lo que la define como la constante fundamental de la intensidad restauradora elástica en el universo. La Referencia [5], por su parte, analiza en detalle la mecánica del desacoplamiento de pares electrón-positrón en la geometría tresespacial.

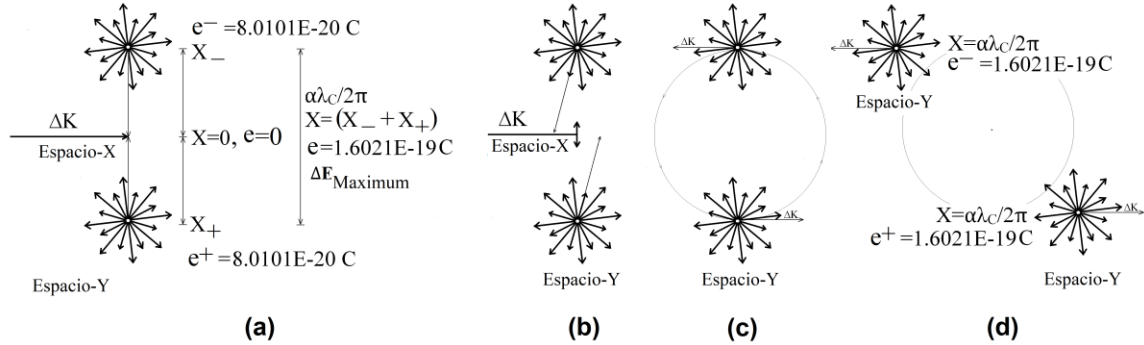


Figura 8: Desacoplamiento de un fotón de 1,022+ MeV en un par electrón-positrón.

La **Figura 5b** ilustra el hecho de que la única fuente local de energía de reserva para alimentar el proceso de desacoplamiento de pares en el espacio-Y es la energía de momentum del fotón en proceso de desacoplamiento. Dado que el par de semifotones previamente oscilantes del fotón en proceso de desacoplamiento tenían inicialmente una energía de sólo 0,2555 MeV cada uno al comienzo de la trayectoria circular de desacoplamiento, la energía faltante necesaria para que cada uno de ellos alcance los 0,511 MeV necesaria para alcanzar la velocidad de escape c en el espacio-Y y para que se produzca la separación real, tuvo que extraerse de la única fuente disponible, a saber, la energía del momentum del fotón situado en el espacio-X, como se muestra en la **Figura 5b**.

Cualquiera que sea la cantidad de energía del fotón en proceso de desacoplamiento que quede por encima de la cantidad exacta de 1,022 MeV, que se utilizó para establecer las masas en reposo de las dos partículas, sabemos que se reparte simétricamente entre las dos partículas masivas que escapan, porque las velocidades iguales de las dos partículas en direcciones opuestas se han medido como correspondientes cada una a la mitad de esta energía restante.

Por ejemplo, a partir de la captura de un suceso de este tipo en una fotografía de la cámara de burbujas de FERMILAB durante el experimento E632 presentado anteriormente en la **Figura 1**, la energía/velocidad del positrón que colisionó frontalmente con un electrón en la posición **A**, convirtiendo las masas de ambas partículas en un único fotón de energía superior a 1,022 MeV, se observó que se desacoplaba unas fracciones de segundo más tarde en el punto **B**, reconvirtiéndose en un par electrón-positrón que se alejaba el uno del otro con velocidades iguales, un suceso que afortunadamente fue captado en la misma fotografía.

Sin embargo, estas dos cantidades de energía separadas entre las dos partículas no permanecerán desestructuradas. Gracias al descubrimiento de Marmet, sabemos que además de la energía de momentum que propulsa cada partícula, esta energía portadora añade su propia contribución al campo magnético invariante **B** de la masa en reposo del

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_1c_K$ en los espacios de configuración

electrón – que corresponde a la mitad de la masa en reposo del electrón – en forma de un incremento de campo magnético $\Delta\mathbf{B}$ [31] [32]. Por tanto, sabemos que esta energía compartida entre las dos partículas se autoreorganiza para establecer este incremento $\Delta\mathbf{B}$ de campo magnético relacionado con la velocidad además de la energía de momentum que establece esta velocidad para cada una de ellas.

Debido a las propiedades de *incompresibilidad, fluidez y elasticidad* que debe poseer la sustancia energía fundamental y su *tendencia-a-permanecer-siempre-en-movimiento* identificadas en la Referencia [3], sabemos que para que esta nueva energía compartida entre las dos partículas localizadas obedezca al conjunto de condiciones que de Broglie determinó que eran necesarias para que los fotones localizados existieran y obedecieran a las ecuaciones de Maxwell, la única manera de que esta energía desarrolle el incremento de campo magnético $\Delta\mathbf{B}$ identificado por Marmet, y su complemento obligatorio $\Delta\mathbf{E}$, además de su energía de momentum, es que estas cantidades de energía cinética se autoorganicen en la estructura electromagnética ilustrada en la **Figura 5**. El proceso mecánico de establecimiento de esta estructura electromagnética en la geometría tresespacial se describe en la Referencia [4] y conduce a la Ecuación (17) que se muestra en la **Figura 7**.

El mismo proceso de autoestructuración ocurrirá para los dos semifotones que se están separando, cuya energía se ha incrementado desde 0,2555 MeV hasta el nivel de separación requerido de 0,511 MeV, convirtiéndose así en un par de electrones y positrones cargados masivos que se mueven por separado, como se muestra en la **Figura 8d**, lo que conducirá a una reorganización de la energía inicialmente acumulada en el espacio-Y para cada partícula, según el esquema ilustrado en la **Figura 5**, que ahora puede representarse mediante la Ecuación (18) y la **Figura 9**, tal como se desarrolló originalmente en la Referencia [42].

$$m_e c^2 \vec{I} // \vec{\theta} = E \vec{I} // \vec{\theta} = \left(0, \left(-J // i \right) \frac{hc}{2\lambda_c} \right)_Y + \left[\begin{array}{l} \left\{ \left(0, \left(I // j \right) \frac{v^2}{4C_{\lambda_c}} \right) \right\} \cos^2(\omega t) + \\ \left\{ \left(0, \left(I // -j \right) \frac{v^2}{4C_{\lambda_c}} \right) \right\} \right]_X \\ \left\{ \left(0, \left(K // ijk \right) \frac{(L i^2)_{\lambda_c}}{2} \right) \right\} \sin^2(\omega t) \\ \left\{ \left(0, \left(K // -i - j - k \right) \frac{(L i^2)_{\lambda_c}}{2} \right) \right\} \right]_Z \end{array} \right] \quad (18)$$

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_1c_2$ en los espacios de configuración

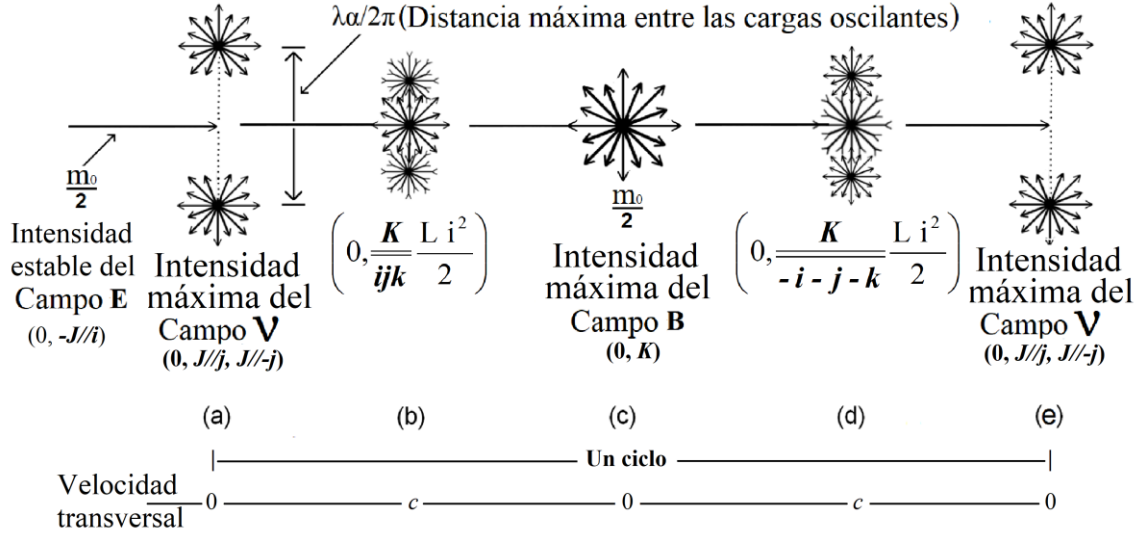


Figura 9: Representación de la oscilación cíclica de la mitad de la energía de la masa en reposo del electrón entre su estado magnético B y su estado neutrónico de doble carga v , mientras que la otra mitad constituye la energía invariante de su campo E , que establece su carga invariante aplicando vectorialmente su presión en la dirección de su *centro-de-presencia* \otimes que lo separa del espacio-X.

Como se desarrolla en la Referencia [5], la Ecuación (18) describe la estructura electromagnética interna tanto del electrón como del positrón, con la excepción de la dirección vectorial de su energía de campo E en el espacio-Y. Mientras que esta dirección es $(0, (-J//i))$ para el electrón en el término $(\)_Y$ de la Ecuación (18), se convierte en $(0, (-J//i))$ para el positrón en este término, lo que explica el hecho de que sus energías de campo E ejercen su presión en direcciones opuestas a lo largo del eje Y-x desde el interior del espacio-Y contra la superficie ds del volumen dV de su *centro-de-presencia* \otimes a través del cual la energía cuantizada establece su equilibrio dinámico entre los tres espacios, es decir, entre el espacio-X *real* y los espacios Y y Z *complejos* de configuración, representando esta presión la intensidad invariante de las cargas eléctricas unitarias opuestas del electrón y del positrón, y la intensidad de la energía del campo E del electrón y del positrón, tal como se percibe desde el interior del espacio-X normal.

La forma en que el fotón-portador que ahora ha desarrollado su propio volumen infinitesimal dV en su recién establecido *centro-de-presencia* \otimes entre los 3 espacios de su propio complejo de coordenadas tresespaciales interactuará con el también recién establecido *centro-de-presencia* \otimes del electrón o positrón, cada uno recién establecido entre los 3 espacios de sus propios complejos de coordenadas tresespaciales, se analizará en la **Sección 12** más adelante.

9. Representación del espacio normal y de los dos espacios complejos de configuración electromagnética en la geometría tresespacial

En la primera década del siglo XX, la carga unitaria del electrón se consideraba una

característica secundaria del electrón, que seguía considerándose un cuerpo rígido muy pequeño sin estructura interna desde el punto de vista de la mecánica clásica, del mismo modo que masas macroscópicas, cuya masa total seguía considerándose la característica de los cuerpos ponderables sobre los que actuaba la gravitación. La comprensión de las estructuras internas de los átomos era aún demasiado vaga en aquella época para permitir entender las masas macroscópicas de otro modo, es decir, sin una estructura interna clara, salvo que se trataba de acumulaciones de átomos cuya estructura interna potencial era aún desconocida.

Además, según la perspectiva de la mecánica clásica definida por Newton, la única forma conocida de poner en movimiento una masa era, o bien darle un *impulso inicial*, o bien elevarla del suelo hasta una cierta altura, lo que supuestamente provocaba que acumulara una cierta cantidad de *energía potencial*, en este último caso, entraba en juego la fuerza de gravitación definida por Newton, que aceleraba el cuerpo según la fórmula fundamental de aceleración $F=ma$, provocando supuestamente la transformación de la *energía potencial* acumulada en *energía cinética*, que se liberaba al chocar contra el suelo.

El problema de la teoría de la gravitación definida por Newton era que su teoría no explicaba la causa por la que los planetas del sistema solar se ponían en movimiento y se estabilizaban en sus órbitas evidentemente estables, a pesar de que permitía calcular sus órbitas con bastante precisión. Identificar esta causa se convirtió en una de las principales preocupaciones de la comunidad física a principios del siglo XX.

Pero los conocimientos demasiado limitados de que se disponía entonces sobre la energía electromagnética cuantizada impidieron un análisis más claro de los datos de Kaufmann, que habría permitido comprender que la inducción continua de energía en partículas elementales cargadas y masivas, que permite ponerlas en movimiento y controlar su velocidad, ofrecía una alternativa prometedora que debía explorarse en la búsqueda de un sustituto del único medio identificado hasta entonces de un impulso inicial para poner en movimiento un cuerpo ponderable, que también podía aplicarse al movimiento planetario. Einstein ideó entonces la solución alternativa de su teoría de la relatividad general en la segunda década del siglo XX, que fue inmediatamente aprobada por la comunidad al proporcionar por fin un método lógico por el que los cuerpos planetarios podían ponerse en movimiento y mantenerse en movimiento en sus órbitas.

Einstein había llegado a la conclusión de que todos los cuerpos ponderables del universo debían estar en movimiento inercial unos respecto a otros y concibió que una curvatura del espacio-tiempo cuatridimensional recientemente definida por Minkowski [56] [57] – quien concibió el tiempo como una cuarta dimensión complementaria a las dimensiones tridimensionales del espacio tomando prestada la dimensión $i=\sqrt{-1}$ del plano complejo [55] – en función de cada una de sus masas, lo que podría explicar su tendencia observada a moverse unas hacia otras, su aceleración en sus trayectorias inerciales y el aumento asociado de la energía del momentum causados e influidos por la curvatura del tejido del espacio-tiempo conceptualizado como causado por todas las demás masas astronómicas. El tratamiento vectorial ideado por David Hilbert en la misma época resultó útil para describir estos estados de movimiento en forma de un campo vectorial cartografiado en todo el universo.

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_K$ en los espacios de configuración

Inspirada en el sistema de coordenadas ortogonales del cuaternión para desarrollar la geometría del espacio siguiendo las líneas de pensamiento de de Broglie esbozadas anteriormente, la geometría tresespacial surgió de forma natural como método para establecer un campo vectorial común a la mecánica y electromagnética, como se describe de forma general en las Referencias [8] [9].

De manera similar a la utilizada por Einstein, el *centro-de-presencia* de cada partícula elemental cargada o fotón puede conceptualizarse como situado en el centro de un complejo vectorial tresespacial. Pero, en lugar de estar en movimiento inercial, se puede considerar que cada *centro-de-presencia* está en interacción de fuerza con todos los demás en función del cuadrado inverso de las distancias que los separan, según la ley de Coulomb, y en inducción adiabática mutua de energía [15] [16] en cada partícula en función del inverso simple de estas distancias, ambos casos cubiertos por la ley de Coulomb de interacción entre las cargas de cada partícula elemental, y por consiguiente en interacción entre cada una de sus masas, como veremos.

La mitad *momentum* $\Delta\mathbf{K}$ de esta energía adiabática inducida en el fotón-portador de cada partícula cargada explica el movimiento de cada una de ellas en la geometría tresespacial en lugar de una curvatura del espaciotiempo para el movimiento inercial en la teoría de la Relatividad General de Einstein, mientras que la otra mitad de su energía adiabáticamente inducida, que oscila transversalmente, explica simultáneamente el aumento $\Delta\mathbf{B}$ de su campo magnético y el aumento de masa Δm asociado a ellas en relación con la velocidad soportada por la energía $\Delta\mathbf{K}$ del momentum, y que ni la Relatividad Especial ni la Relatividad General tienen en cuenta.

Mientras que los campos vectoriales tradicionales representan las partículas masivas elementales como puntos matemáticos adimensionales, a menudo percibidos en la comunidad como singularidades físicamente existentes en un campo electromagnético/éter subyacente, correspondiente a cada uno de sus *centros-de-presencia*, el campo vectorial tresespacial permite representarlas no como singularidades, sino con sus *centros-de-presencia* concebidos como volúmenes dV infinitesimales simbolizados por \otimes en el espacio-X 3D normal, a través de los cuales la energía de la partícula encuentra su equilibrio natural distribuyéndose simétricamente entre el espacio-X normal *real* y los espacios Y y Z *complejos*, y puede oscilar libremente entre un espacio-Y 3D electrostático y un espacio-Z 3D magnetostático, ambos perpendiculares entre sí y al espacio-X, mientras que su energía de momentum $\Delta\mathbf{K}$ permanece en el espacio-X normal para definir su velocidad, aplicando presión contra la superficie infinitesimal ds que puede conceptualizarse como correspondiente a este volumen infinitesimal dV , estableciendo así el equilibrio electromagnético interno triplemente perpendicular ordenado para armonizar los quanta de energía localizados con las ecuaciones de Maxwell.

Esta superficie ds situada en el *centro-de-presencia* de cada partícula, es decir, en el mismo centro de equilibrio de la distribución simétrica de la energía de la partícula entre los tres espacios del complejo tresespacial, contra la cual la energía de momentum $\Delta\mathbf{K}$ de un fotón en movimiento libre o del fotón-portador de una partícula masiva encontraría una resistencia insuperable y contra la cual ejercería la presión que provoca el movimiento de todo el quantum, surge del simple hecho de que la estructura de los tres espacios actúa como vasos comunicantes a través de este volumen dV , y que la energía

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_1c_K$ en los espacios de configuración

del fotón o portador-fotón no puede separarse por simetría entre los tres espacios más que en partes iguales entre su energía de momentum ΔK en el espacio-X y su otra mitad, que oscila entre los espacios Y y Z situados al otro lado de esta superficie intermediaria ds , perpendicular a la dirección de aplicación de la energía de momentum de la otra mitad, como se muestra en la **Figura 5**, que es un estado de equilibrio simétrico que sistemáticamente resistirá el paso de más energía en el lado de los espacios Y y Z de la unión tresespacial.

Como todos los campos vectoriales anteriores, este campo vectorial idealizado surgió a partir de la definición ontológica de Gauss de un campo *potencial* E mediante la eliminación de una de las dos cargas puntuales de la ecuación de Coulomb:

$$F = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 d^2} \rightarrow E = \frac{F}{q_1} = \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 d^2} \quad (19)$$

En la que q_1 y q_2 fueron definidas inicialmente como *cargas puntuales matemáticas* por el físico francés Augustin de Coulomb en 1784 al estudiar la fuerza de atracción y repulsión entre dos *cargas puntuales*, es decir, cuerpos cargados cuyas dimensiones se han hecho relativamente muy pequeñas en comparación con la distancia d que los separa, y cuyo ángulo de paralaje relativo resultante les permite comportarse como *cargas puntuales* satisfactorias a fines de cálculo [58].

Este tipo de dispositivo experimental macroscópico destinado a extraer conclusiones aplicables a partículas infinitesimales que se comportan como puntos fue demostrado históricamente por Newton [59], quien confirmó que una distribución de masa esféricamente simétrica se comporta de la misma manera que una partícula puntual situada en su centro.

9.1 Concepción tradicional de la carga unitaria

Incidentalmente, Coulomb ya confirmó experimentalmente en 1784 la misma ley de interacción de una fuerza proporcional a la inversa del cuadrado de la distancia que separa las cargas puntuales que Newton ya había confirmado cien años antes, en 1687, en su célebre obra *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, como aplicable entre masas astronómicas a partir de su análisis de la tercera ley de Johannes Kepler, según la cual «*el cubo del radio medio de una órbita planetaria en el sistema solar es proporcional al cuadrado del período del cuerpo en órbita*» [60], que Kepler estableció empíricamente en 1618 a partir de los datos cuidadosamente recogidos durante muchos años por Tycho Brahe sobre las órbitas planetarias observables en el sistema solar.

Así, la demostración matemática de Newton de la ley de la fuerza inversa al cuadrado en función de la distancia entre pesos astronómicos y la demostración matemática de Coulomb de la misma ley de la fuerza de interacción en función de la distancia entre cargas eléctricas puntuales se basaban ambas en el estudio de datos experimentales cuidadosamente recogidos, pero aún no se había establecido ninguna relación entre las *cargas* eléctricas puntuales y las *masas* de los cuerpos astronómicos.

La primera relación entre una *carga verdadera* que se comporta como un punto y una *masa verdadera* que se comporta como un punto se estableció mucho más tarde, cuando J.J. Thompson descubrió el electrón en 1897, cuya carga invariante y masa en reposo

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_K$ en los espacios de configuración

invariante fueron confirmadas experimentalmente en 1913 por Millikan, como ya se ha mencionado.

La primera relación entre una *carga verdadera* que se comporta como un punto y una *masa verdadera* que se comporta como un punto *como dos características del mismo cuerpo ponderable* se estableció mucho más tarde, cuando J.J. Thompson descubrió el electrón en 1897, cuya *carga unitaria invariante* y *masa en reposo invariante* fueron confirmadas experimentalmente en 1913 por Millikan, como ya se ha mencionado.

La misma técnica utilizada por Coulomb y validada previamente por Newton se utilizó también en 1998 para confirmar experimentalmente la ley de interacción inversa del cubo de la distancia que separa dos campos magnéticos cuyos dos polos coinciden con el centro geométrico de cada imán, cuyos detalles se publicaron formalmente en 2013 [61], para simular el supuesto comportamiento idéntico de los campos magnéticos de dos electrones con comportamiento puntual, cuyos dos polos magnéticos sólo pueden localizarse por estructura a nivel de sus *centros-de-presencia* puntuales, como se comprobó experimentalmente un año después en el experimento de Kotler et al. en 2014 con electrones reales [62].

Según la referencia [58], tras los experimentos de Coulomb, la definición de la ley de Coulomb se estableció de la siguiente manera:

" La force d'attraction ou de répulsion entre deux charges ponctuelles est directement proportionnelle au produit des charges et inversement proportionnelle au carré de la distance qui les sépare. "

"La fuerza de atracción o repulsión entre dos cargas puntuales es directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ellas."

También se ha determinado que cuando dos o más cargas puntuales ejercen fuerzas simultáneamente sobre una tercera carga puntual, la fuerza total experimentada por esta tercera carga es la *suma vectorial* de las fuerzas que las dos primeras cargas puntuales ejercerían individualmente. Ésta es la definición del *Principio de Superposición*, que permite aplicar la Ley de Coulomb a redes de cargas de cualquier grado de complejidad.

Esto es lo que llevó a Gauss a definir el campo eléctrico \mathbf{E} en el lugar de una carga puntual dada dividiendo la fuerza de Coulomb por la magnitud de una de las cargas puntuales definidas por Coulomb en su ecuación $q_1=e$, dejando así en la ecuación la magnitud potencial \mathbf{E} de la *suma vectorial* $q_2=Q_2=N\cdot e$ de todas las demás cargas puntuales que habrían actuado sobre la *carga de prueba* q_1 , ahora ausente:

$$\mathbf{E} = \frac{F}{q_1} = \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 R^2} \quad \rightarrow \quad \mathbf{E} = \frac{F}{q_1} = \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 R^2} = \frac{N\cdot e}{4\pi\epsilon_0 R^2} \quad (20)$$

Puesto que está claramente establecido que la carga unitaria del electrón está universalmente cuantizada en el valor fijo de $e=1,602176462\text{E-}19$ Coulomb, el elemento Q_2 representa cualquier número de cargas unitarias $N\cdot e$, donde N puede variar desde 1, como en la ecuación original de Coulomb, hasta el número total de otras cargas elementales en el universo:

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_Kc_K$ en los espacios de configuración

$$F = eE = e \frac{N \cdot e}{4\pi\epsilon_0 R^2} \quad (21)$$

Cuando N se fija en 1 en la Ecuación (21), este único punto de carga restante se define como la «carga de prueba», representable como un punto matemático adimensional a partir del cual la intensidad del campo *potencial* E asociado disminuiría omnidireccionalmente desde un nivel de intensidad teórico infinito en el lugar de la *carga de prueba*, como una función inversa del cuadrado del aumento de la distancia.

Sin embargo, esta concepción matemática de una carga puntual adimensional idealizada introdujo un elemento de confusión cuando se aplicó al electrón, que tiene una carga puntual pero una masa claramente no infinita, estando estas dos características localizadas en su *centro-de-presencia* \otimes como señaló Patrick Cornille en su resumen del estado de la teoría electromagnética en 2003 [63]:

"If electrons are strictly point-like objects, their self energy is infinite and therefore they must have infinite mass because of the equivalence between energy and mass." Patrick Cornille 2003 ([63], p. 261).

"Si los electrones son objetos estrictamente puntuales, su energía propia es infinita y, por tanto, deben tener una masa infinita debido a la equivalencia entre energía y masa."

Por fines de visualización, el aumento exponencial con la distancia decreciente del campo de fuerza potencial que puede conceptualizarse como alcanzando una intensidad máxima en el lugar de cada carga puntual considerada se representará visualmente en la **Figura 10** y en las figuras siguientes, aunque sólo sea virtual, para que el lector siga siendo consciente de la fuerza de Coulomb que está en acción permanente entre partículas cargadas reales en la realidad física.

Esta conceptualización de las cargas puntuales, tal como se representa en la **Figura 10**, se considera por supuesto problemática, como menciona Cornille, y se trata tradicionalmente mediante el método de renormalización; se considera completamente resuelta si el electrón se considera como un *paquete de ondas* en la Mecánica Cuántica, aunque la solución de *paquetes de ondas* ideada por de Broglie en su tesis de 1924 [29] [30] se basaba en una frecuencia errónea asociada a la *onda de fase* del electrón, es decir, la mitad de la frecuencia de la energía que realmente induce la fuerza de Coulomb en la carga unitaria del electrón a la distancia del radio de Bohr del protón en el modelo de Bohr del átomo de hidrógeno, como se analiza en profundidad en la Referencia [20].

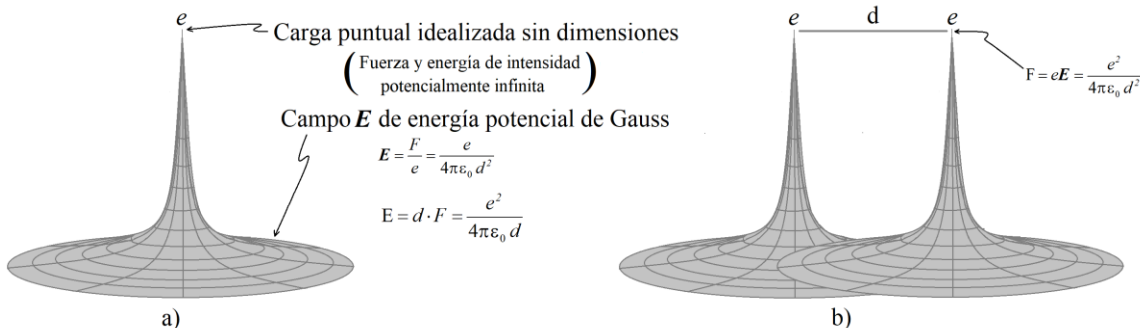


Figura 10: Carga puntual de prueba y representación *potencial* del campo E tal como lo

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_Kc_K$ en los espacios de configuración

conceptualizó Gauss, e interacción teórica de cargas puntuales tal como la estableció por primera vez Coulomb.

Tales representaciones puntuales de cargas adimensionales equivalen evidentemente a singularidades teóricas. El lector también debe tener en cuenta que la **Figura 10** sólo proporciona una representación simplificada de estas singularidades debido a la dificultad de representar conceptos tridimensionales en una hoja plana o pantalla y que, en realidad, lo que hay que visualizar mentalmente es que la variación de intensidad sería *omnidireccional* a partir de este punto adimensional idealizado, lo que significa que la intensidad *disminuiría esféricamente en todas las direcciones* del espacio alrededor de este punto como una función inversa del cuadrado de la distancia creciente para la *fuerza potencial* o campo \mathbf{E} , y como una simple función inversa de la distancia creciente para la energía potencial implicada. Por tanto, la representación de la energía potencial del campo \mathbf{E} en la **Figura 10** debe considerarse como un pequeño segmento del concepto esférico tridimensional que no puede ilustrarse directamente en una superficie plana.

Ahora bien, la definición de Gauss de dicho campo *potencial* \mathbf{E} centrado en una única carga de prueba localizada, como se muestra en la **Figura 10a**, establece *de facto* que puede conceptualizarse un campo *potencial* \mathbf{E} similar alrededor de cualquier carga elemental aislada en el universo. Por lo tanto, también se puede conceptualizar un segundo campo *potencial* \mathbf{E} centrado en una segunda carga que se introduciría a cualquier distancia de la carga de prueba inicial, como se muestra en la **Figura 10b**, y la Ecuación (21) para la fuerza inicial de Coulomb se restablece entre las dos cargas en cuestión de acuerdo con la ley de Coulomb, y la fuerza real en acción entre las dos cargas se puede calcular como una función del cuadrado inverso de la distancia rectilínea entre ellas.

$$F = e\mathbf{E} = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 d^2} \quad (22)$$

9.2 Sistema de Unidades Atómicas

Conviene aquí hacer una advertencia sobre el valor de la carga al cuadrado e^2 de la ecuación de Coulomb, tal como se utiliza en este trabajo y en todas las obras de referencia técnicas como la exhaustiva referencia de Giancoli [64] y también en algunas obras de referencia teóricas de renombre como [65], que no debe confundirse con la «unidad» e^2 o q^2 del muy equívoco *Sistema de Unidades Atómicas* utilizado en algunas obras teóricas como [66], en las que los teóricos igualan todos los valores fundamentales con 1 en la investigación de la física cuántica, como :

$$c = \hbar = m_e = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0} = 1 \quad \text{y también redefine } e^2 \text{ como } e^2 = q^2 = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0} \quad (23)$$

Este sistema de medida contraintuitivo, que algunos teóricos encuentran aparentemente práctico, puede resultar muy desconcertante para los lectores no especializados, e incluso puede confundir a los propios teóricos, como el propio John Wheeler, quien, con el fin de «demostrar» que la fuerza electrostática no puede ser la misma que la fuerza gravitatoria – lo cual es patentemente falso como se demuestra

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_K$ en los espacios de configuración

matemáticamente en la referencia [60] – ha comparado visualmente y de forma bastante inapropiada en la Referencia ([66], página 391) una ecuación de Coulomb extrañamente redactada con la ecuación gravitatoria de la siguiente manera:

$$F_{electr} = e_1e_2/r^2 \quad \text{y} \quad F_{grav} = -Gm_1m_2/r^2 \quad (24)$$

sin especificar que con e_1e_2 se refería a la «unidad» $e^2=q^2=e^2/4\pi\epsilon_0$ del Sistema de Unidades Atómicas, que vale indiferentemente «1», o «2,307077056E-28» – que es su valor numérico real –, según el contexto, como se indica en las Ecuaciones (23). ¿O es que él mismo se confundió al pensar que la fuerza de Coulomb se reduce a un par de cargas dividido por el cuadrado de una distancia sin constante de proporcionalidad, como se analiza en las referencias [67] [68] [69]? ¿O simplemente tenía la impresión de que sólo otros teóricos familiarizados con este sistema de unidades leerían su libro?

Volvamos ahora a nuestro razonamiento principal: si se introduce una tercera carga a cualquier distancia de las dos cargas mostradas en la **Figura 10b** que ahora pueblan conceptualmente el espacio virtual, un tercer campo *potencial E* también puede ser conceptualizado como centrado en esta tercera carga, y dos nuevas instancias de la interacción de fuerza de Coulomb de acción lineal surgen entre esta tercera carga y cada una de las dos cargas introducidas previamente, como se muestra en la **Figura 11a**, y así sucesivamente para todas las cargas elementales adicionales introducidas en el espacio virtual hasta que se hayan tenido en cuenta teóricamente todas las cargas elementales existentes en el universo, como se muestra en la **Figura 11b**, junto con todas las interacciones de fuerza de Coulomb entre todas las cargas del universo en función de la red de todas las relaciones rectilíneas ahora establecidas entre cada carga y todas las demás cargas del universo.

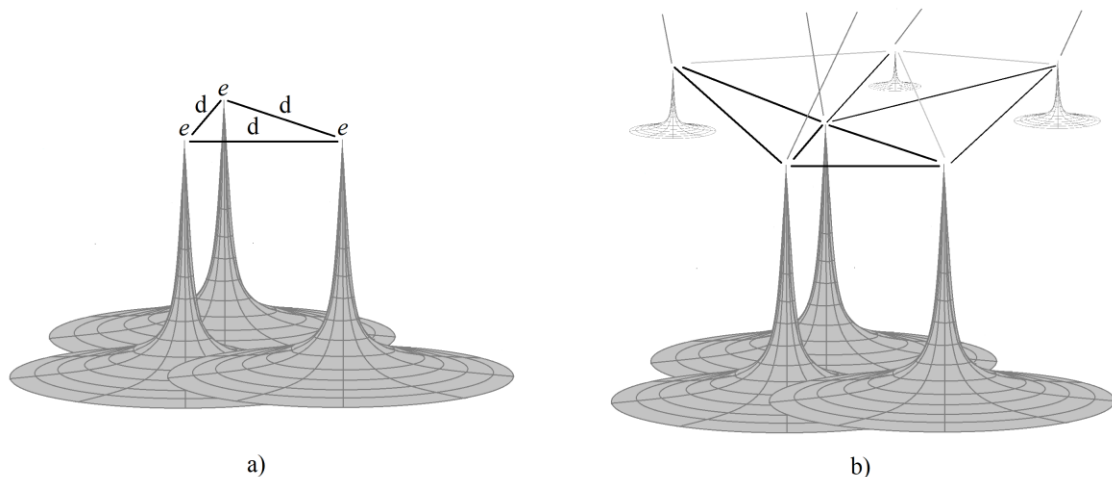


Figura 11: Red de interacciones entre cargas puntuales en el campo vectorial tradicional.

9.3 El concepto de carga unitaria a principios del siglo XX

Desde que Maxwell ideó su teoría de los campos electromagnéticos en la década de 1860, también ha sido habitual representar el vacío del espacio como si estuviera físicamente lleno de *campos*, en los que las partículas cargadas surgirían como

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_Kc_K$ en los espacios de configuración

singularidades, incluso desde el punto de vista de la mecánica clásica, como en los campos vectoriales de Hilbert.

"...on s'habitua à considérer les champs électrique et magnétique comme des entités dont l'interprétation mécanique était superflue. On en vint ainsi à regarder ces champs dans le vide comme des états particuliers de l'éther, n'exigeant pas une analyse plus approfondie. Une particule chargée en mouvement par rapport à l'éther est assimilable à un élément de courant; les actions du champ électromagnétique sur la particule et les réactions de cette dernière sur le champ sont les seuls liens qui lient la matière à l'éther." Albert Einstein (1910) [49] [50]

"...la gente se acostumbró a considerar los campos eléctrico y magnético como entidades cuya interpretación mecánica era superflua. Llegaron a considerarse estados especiales del éter, que no requerían más análisis. Una partícula cargada en movimiento en relación con el éter puede compararse a un elemento de corriente; las acciones del campo electromagnético sobre la partícula y las reacciones de la partícula sobre el campo son los únicos vínculos que unen la materia al éter."

Unos años más tarde, Einstein también representó las masas pesadas en el fondo de los pozos gravitatorios en su futura teoría de la relatividad general, lo que llevó a otros investigadores a plantear la hipótesis de que *agujeros negros puntuales de energía infinita* se situarían como *verdaderas singularidades* en el fondo de dichos pozos gravitatorios, un concepto que posteriormente evolucionó en toda una serie de teorías, como se pone en perspectiva en la Referencia [53].

Observamos, por tanto, que a principios del siglo XX, el concepto original de la fuerza de Coulomb que actúa entre cargas, inicialmente establecido experimentalmente por Coulomb como se ilustra en las **Figuras 10** y **11**, evolucionó gradualmente en la comunidad de teóricos, desde la concepción original de Coulomb según la cual las cargas eran consideradas como «objetos» con comportamiento puntual que interactuaban entre sí según una relación inversa del cuadrado de las distancias entre ellas, en *singularidades supuestamente reales* que surgirían como concentraciones locales de energía en *un campo de energía subyacente*, inicialmente establecido como conceptualmente virtual por Gauss, pasando a ser percibido como *un campo de energía electromagnética/éter físicamente existente*, tal como se representa en la **Figura 12**, con el resultado de que la comprensión inicial de que las cargas realmente interactúan directamente de forma rectilínea entre sí fue desapareciendo gradualmente de la conciencia general de la comunidad de los teóricos.

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c\gamma_K$ en los espacios de configuración

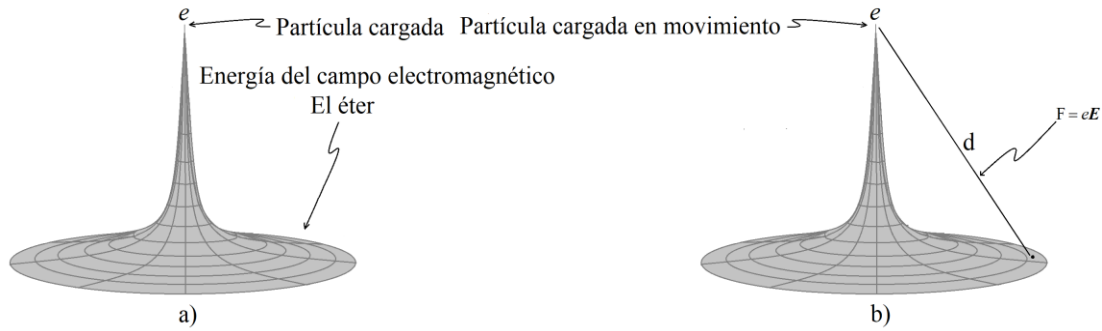


Figura 12: Representación del *campo de energía electromagnética/éter* que se considera que existe físicamente, del que emergerían partículas cargadas como singularidades locales de mayor energía que interactúan con el campo, tal como informó Einstein en 1910 por ser la opinión entonces aceptada a principios del siglo XX.

Finalmente, incluso la definición original de Gauss del campo E tal como se presenta con la Ecuación (22) ha dejado de estar vinculada a la ecuación de Coulomb en muchas fuentes formales tales como las Referencias [59] [70], para terminar presentándose a menudo con formulaciones no descriptivas tales como $F=eE$ o $F=dA$ que no se refieren a la ley de Coulomb en absoluto, pero afortunadamente no en otras referencias tales como [65], aunque esta última anima activamente a los lectores *a considerar el campo como una entidad física «real»* ([65], p. 61). Sin embargo, todas las obras de referencia de ingeniería, como la referencia [64], han seguido definiendo correctamente el campo E tal como lo definió Gauss.

Pero, como señaló Patrick Cornille en su cita anterior y en sus comentarios posteriores ([63], p. 261), las representaciones en las **Figuras 10, 11 y 12** de las partículas cargadas como objetos puntuales estrictamente adimensionales son problemáticas en muchos aspectos, principalmente porque implican que su energía sería infinita, al igual que su masa, lo que no tiene ningún sentido experimental, ya que está claramente establecido que la masa en reposo de todos los electrones es universalmente invariante al valor muy preciso de $m_0=9,10938188E-31$ kg.

Así pues, sabemos que estos campos no son más que convenientes representaciones mentales y que, en la realidad física, ninguna partícula elemental cargada puede ser un punto adimensional y que, en el mejor de los casos, estas representaciones puntuales sólo representan cada uno de sus *centros-de-presencia* en el espacio, aunque, como menciona Einstein, se haya llegado a considerar que los campos potenciales idealizados en cuestión tienen una existencia física.

9.4 El concepto tresespacial de la carga unitaria

Sin embargo, es posible representar simbólicamente el límite físico de intensidad de energía que sabemos que alcanzan estas partículas cargadas en acción estacionaria estable, deteniendo conceptualmente la representación de su incremento de energía en los niveles que las medidas experimentales nos permiten ahora establecer claramente, hacia esos estados puntuales adimensionales físicamente inalcanzables, como se representa en la **Figura 13**.

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_K$ en los espacios de configuración

Entonces es posible representar la carga de un electrón como situada al mismo nivel que el volumen infinitesimal dV que representa el nivel de energía de $8,187104135E-14$ julios relacionado con el *centro-de-presencia* \otimes del electrón como en la **Figura 13**, que está muy por debajo de esta representación adimensional del punto de singularidad de las **Figuras 9, 11 y 12** que es tan problemática.

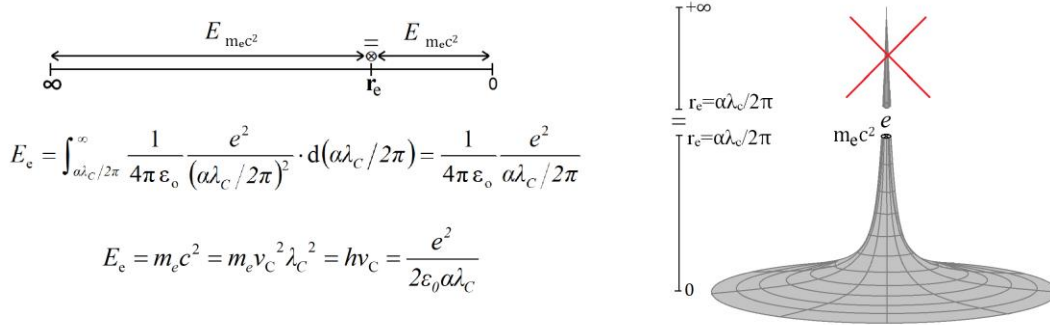


Figura 13: En el campo vectorial tresespacial, la energía invariante, la carga invariante y la masa en reposo invariante del electrón se representan como residiendo en el *centro-de-presencia* \otimes del electrón.

Este nivel más preciso del *centro-de-presencia* del electrón en el campo E gaussiano de potencial creciente de la **Figura 10a** puede establecerse integrando la energía del campo del infinito ∞ a la distancia de cero establecida como el límite inferior de integración de la energía de la masa en reposo conocida del electrón que Marmet utilizó en su Ecuación (16) [31] y que es la constante que se denominó inapropiadamente el *radio clásico del electrón* r_e en una época en la que el electrón aún se percibía como una pequeña masa sólida tal y como se entendía desde el punto de vista de la mecánica clásica, pero que de hecho resulta ser tanto *el límite inferior de integración* de la energía de la masa en reposo conocida del electrón, como *la amplitud transversal de oscilación* de la energía de la masa en reposo del electrón, tal como se determina en la Referencia [32] :

$$r_e = \frac{\alpha\lambda_c}{2\pi} = 2.817940285E-15 \text{ m} \quad (25)$$

En la que $\lambda_c=2,426310215E-12$ m es la constante establecida como la *longitud de onda de Compton del electrón*, es decir, la longitud de onda invariante conocida de la energía de la masa en reposo del electrón, y $\alpha=7,297352533E-3$ la constante del ratio de estructura fina. Confirmemos que r_e es efectivamente el límite inferior de integración de la energía de masa en reposo del electrón obteniendo la energía de masa en reposo conocida a partir del infinito mediante la integración de la ecuación de Coulomb con referencia a su amplitud transversal r_e calculada con la Ecuación (25):

$$E_e = \int_{r_e}^{\infty} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r_e^2} \cdot dr_e = 0 - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r_e} = -8.187104135E-14 \text{ J} \quad (26)$$

Ahora, utilizando la conocida relación:

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c\gamma_K$ en los espacios de configuración

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \quad (27)$$

en la que se puede aislar la longitud de onda λ y con la energía de la masa en reposo del electrón E_e calculada con la Ecuación (26), recuperemos la longitud de onda de Compton del electrón λ_c , lo que confirma la relación entre r_e y λ_c , establecida con la Ecuación (25) desarrollada en la Referencia [32] :

$$\lambda_c = \frac{hc}{E_e} = \frac{6.62606876E-34 \times 299792458}{8.187104135E-14} = 2.426310216E-12m \quad (28)$$

Aislando la frecuencia ν en la Ecuación (27), y aún con la energía de la masa en reposo del electrón E_e calculada con la Ecuación (26), recuperemos también la frecuencia invariante de Compton del electrón ν_c :

$$\nu_c = \frac{E_e}{h} = \frac{8.187104135E-14}{6.62606876E-34} = 1.235589975E20Hz \quad (29)$$

Una particularidad poco documentada de la integración de energía de cero al infinito es que, cualquiera que sea la distancia del límite inferior de integración desde cero, calculada con la Ecuación (26), la cantidad de energía integrada desde el infinito hasta esa distancia desde cero será siempre igual por estructura a la energía que puede calcularse desde cero hasta ese límite inferior, como se ilustra en la **Figura 13**.

Esta particularidad se puso de manifiesto durante el análisis llevado a cabo en la Referencia [32] substituyendo re por su *amplitud de oscilación transversal* establecida a partir de su longitud de onda de Compton del electrón tal y como se utiliza en la Ecuación (26), después de haber sido establecida utilizando la Ecuación (25):

$$E_e = \int_{r_e}^{\infty} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{(\alpha\lambda_c/2\pi)^2} \cdot dr_e = 0 - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{\alpha\lambda_c/2\pi} = -8.187104135E-14J \quad (30)$$

Una simplificación adicional de la Ecuación (30) condujo a esta versión de la ecuación de Coulomb para calcular la cantidad de energía relacionada con la amplitud de esta oscilación transversal de los componentes duales del campo ν del electrón como en la Ecuación (31) de cualquier campo E de todo fotón a partir de su longitud de onda específica:

$$E_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{\alpha\lambda_c/2\pi} = \frac{e^2}{2\epsilon_0\alpha\lambda_c} = 8.187104135E-14J \quad (31)$$

Esta forma demostró posteriormente ser una ecuación general de cálculo de energía para todas las partículas elementales desarrollada en la Referencia [32], que es directamente equivalente a la ecuación de Planck $E=h\nu$, permitiendo el cálculo de la variación infinitesimal progresiva del desplazamiento al azul y al rojo de la energía de los fotones electromagnéticos a medida que viajan por el universo tras su emisión, sin necesidad de utilizar la constante de Planck, como complemento de la ecuación de Planck necesaria para explicar la naturaleza cuantizada de la emisión de energía de fotones electromagnéticos por electrones que se desexcitan cuando vuelven a sus orbitales de reposo en los átomos después de haber sido excitados fuera de estos orbitales cuando están sobreenergizados por convección, conducción o cuando son golpeados por fotones electromagnéticos entrantes y han absorbido parte o toda su energía, como se explica más

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c\lambda_C$ en los espacios de configuración

claramente en las Referencias [43] [71]:

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{e^2}{2\varepsilon_0\alpha\lambda} \quad (32)$$

Mientras que la ecuación estándar de la fuerza de Coulomb (19) aplicada a la amplitud transversal $\alpha\lambda_C/2\pi$ de la oscilación de las dos cargas de energía neutrónica de la masa en reposo del electrón [44], integrada con la Ecuación (30), se convierte en una versión de la fuerza de Hooke de la ecuación de la fuerza transversal de Coulomb que permite el cálculo de la fuerza restauradora de Hooke que obligará a las dos cargas de energía neutrónica a regresar hacia el *centro-de-presencia* del electrón, como se analiza en las Referencias [8] [9]:

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{e^2}{(\alpha\lambda_C/2\pi)^2} = \frac{\pi e^2}{\varepsilon_0\alpha^2\lambda_C^2} = -k \cdot \frac{\alpha\lambda_C}{2\pi} = -29.05350472\text{N} \quad (33)$$

en la que k es la constante elástica de la ecuación de la fuerza de Hooke calculada originalmente en la Referencia [46] como aplicable a la distancia de desacoplamiento de un par electrón-positrón que se muestra en la **Figura 8**.

Como se mencionó anteriormente, esta particularidad del proceso de integración de la energía de cero al infinito es lo que ha permitido sustituir la representación tradicional de las cargas puntuales de la **Figura 10a**, que conducía a una singularidad teórica ligada a la masa y a una energía infinita, por la representación más realista del volumen infinitesimal dV de la **Figura 13**, en la que la carga del electrón se representa al mismo nivel del *centro-de-presencia* que la energía de su masa en reposo, y ha eliminado la necesidad de utilizar el concepto de carga puntual adimensional que conduce a una singularidad teórica de energía infinita pero físicamente imposible de utilizar con la ecuación de Coulomb.

Así, comparando la **Figura 14**, que reconfigura la **Figura 10** según las características de la carga invariante y la masa invariante en reposo del electrón representadas por la **Figura 13**, ahora es posible observar la diferencia entre la representación tradicional de la **Figura 10** de las cargas como singularidades adimensionales idealizadas que implican una masa infinita y su representación tresespacial en la **Figura 14** en su nivel de energía invariante más realista, con la masa en reposo invariante y la carga invariante simbolizadas como situadas en el espacio-X normal, en el mismo *centro-de-presencia* del electrón.

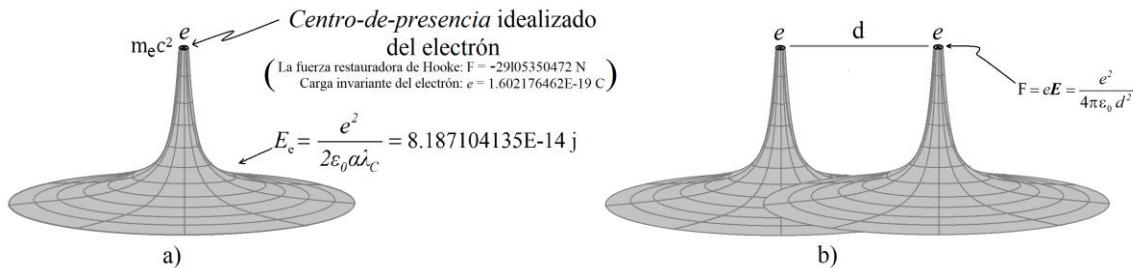


Figura 14: Interacción de la fuerza de Coulomb en el campo vectorial tresespacial entre electrones representados en sus niveles conocidos de energía invariante, carga invariante y masa en reposo invariante.

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_1c_K$ en los espacios de configuración

Del mismo modo, la reconfiguración de la representación en la **Figura 11** de acuerdo con las mismas características invariantes del electrón mostradas en la **Figura 13** nos permite ahora observar una representación más realista de la interacción de la fuerza de Coulomb entre partículas cargadas en el campo vectorial universal en la **Figura 15** en comparación con la **Figura 11**.

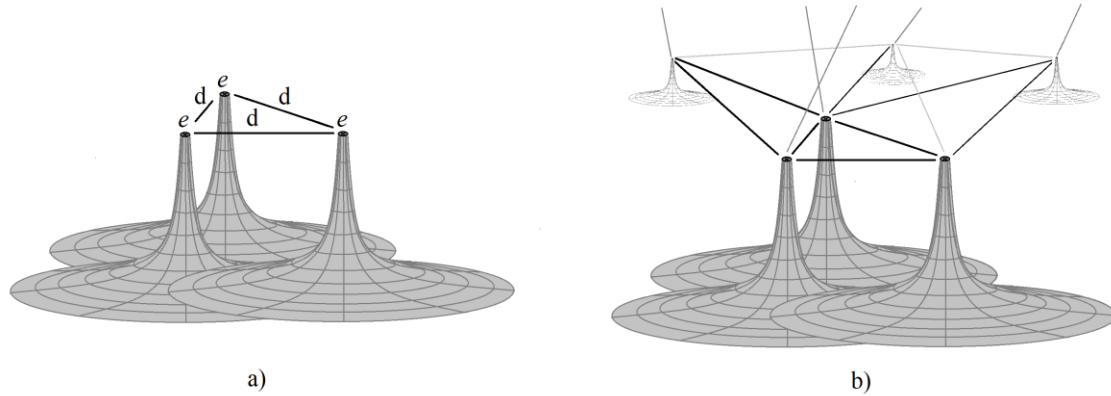


Figura 15: Interacción de la fuerza de Coulomb entre cargas unitarias en el campo vectorial tresespacial.

10. Distribución de la energía de la masa en reposo del electrón entre los dos espacios complejos perpendiculares al espacio normal

La **Figura 16** representa la separación conceptual entre el espacio-X 3D normal en el que reside la energía de momentum de todas las partículas electromagnéticas elementales, y los dos espacios de configuración complejos complementarios Y y Z en los que reside y oscila la energía electromagnética de estas partículas, con el volumen infinitesimal dV y su superficie ds correspondientes al *centro-de-presencia* \otimes de cada partícula elemental contra el que pueden colisionar físicamente todas las demás partículas elementales en el espacio-X 3D normal y que está situado conceptualmente entre el espacio-X, por un lado, y los espacios Y y Z, por otro.

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_i c_k$ en los espacios de configuración

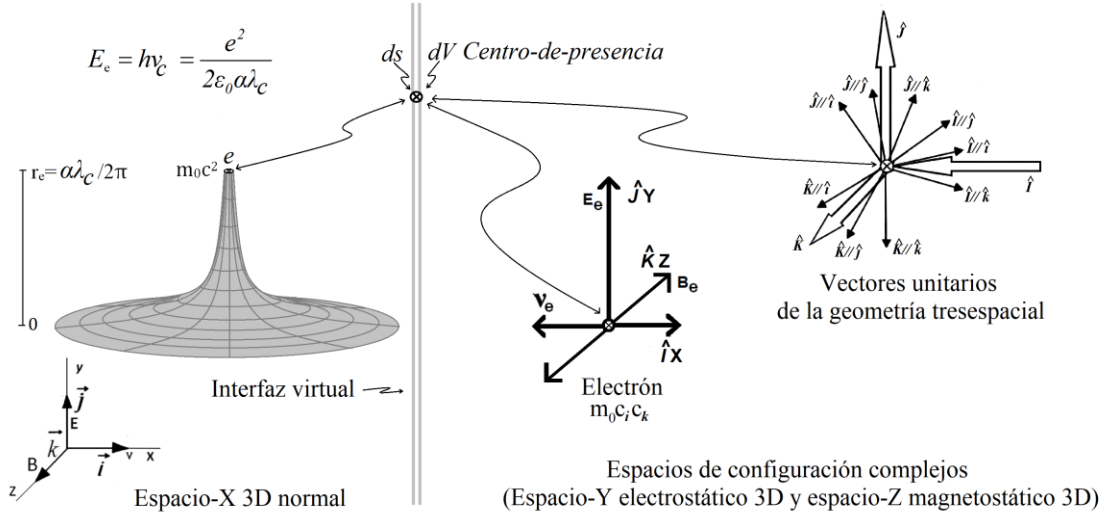


Figura 16: Representación idealizada en geometría tresespacial de la intensidad de la carga estable del electrón ligada a la mitad de la energía de su masa en reposo que reside en el espacio-Y y a la oscilación estacionaria estable de la otra mitad de la energía de su masa en reposo entre el espacio-X y el espacio-Z.

El lector notará que desde la perspectiva de la geometría tresespacial, ninguna de la energía de la que se compone la masa en reposo del electrón reside en el espacio-X 3D normal, excepto las visitas fugaces de la mitad de su energía durante su oscilación a la frecuencia $\nu_c=1,235589976E20$ Hz por segundo de las dos componentes ν de signos opuestos en el plano vectorial 2D $I//jk$ del espacio-X, perpendicular al eje $X//x$ de orientación vectorial $I//i$, es decir, una energía que oscila entre este estado de campo ν de doble partícula y el estado de campo B que reside en el espacio-Z que se expande y retrocede esféricamente en su volumen vectorial 3D $K//ijk$.

Hay que señalar que esta energía oscilante de la masa en reposo del electrón no puede contribuir en ningún modo al movimiento de la partícula, ya que oscila en el espacio-X en un plano perpendicular al eje $X//x$ de orientación vectorial $I//i$ a lo largo del cual debe alinearse la energía unidireccional del momentum para que la presión se ejerza contra el *centro-de-presencia* \otimes del electrón, de modo que el movimiento del electrón a lo largo de este eje sea posible en la geometría tresespacial.

Esta energía oscilante del estado de campo ν cíclicamente presente en el espacio-X que vuelve cíclicamente en el espacio-Z al estado de campo B , es decir, un espacio-Z perpendicular por estructura al espacio-X, se contó sin embargo como constituyente de la mitad de la masa en reposo del electrón que Marmet derivó de la ecuación de Biot-Savart, identificada por él como la masa magnética invariante $M_e/2$ del electrón en reposo, reproducida anteriormente como la segunda Ecuación (9) – sus Ecuaciones 23 [31] – mientras que su primera Ecuación (9) proporciona la cantidad exacta de energía magnética total del electrón en movimiento incluyendo su incremento ΔB debido a la velocidad que es también parte del campo variable momentáneo B del electrón en movimiento a cualquier velocidad dada $M_e v^2/2c^2$.

Para que el electrón se desplace por el espacio, su energía de momentum unidireccional, claramente alineada en el eje $X//x$ del espacio-X, con una orientación

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_1c_K$ en los espacios de configuración

vectorial $I//i$, debe por tanto ser suministrada por energía procedente de otra fuente.

Puesto que la energía de la masa en reposo del electrón es invariante, este aumento de la energía del campo magnético ΔB con la velocidad, en exceso de la energía invariante del campo B_e del electrón, derivada por Marmet a partir de la ecuación de Biot-Savart, siendo la misma cantidad de energía que la medida transversalmente como aumento de masa Δm en los datos de Kaufmann mediante la Ecuación (30) de Lorentz para la masa transversal m_2 del electrón en movimiento, es la evidencia experimental que confirma la existencia física real de esta energía añadida.

El análisis en profundidad de la derivación de Marmet llevado a cabo en las Referencias [3] [4] ha llevado a comprender que la energía de momentum ΔK que aplica su presión a lo largo del eje vectorial $I//i$ del espacio-X para determinar la velocidad del electrón, así como el incremento de energía de campo ΔB que aumenta su masa efectiva en relación con esta velocidad, sólo pueden ser proporcionados por un fotón portador que tenga la misma estructura electromagnética que el fotón de doble partícula en movimiento libre de de Broglie, [3] [4], cuya velocidad se reduce a la velocidad medida del electrón porque debe «transportar», por así decirlo, la energía de masa en reposo del electrón, que es inerte en el espacio-X normal, además de propulsar su propia energía de campo orientada transversalmente ΔB , aplicando la presión de su energía de momentum ΔK contra su propio *centro-de-presencia* \otimes , que entonces impulsa el *centro-de-presencia* \otimes del electrón transportado, como se analiza en la Referencia [21], y que ahora examinaremos. Al menos, así es como esta relación puede representarse geoméricamente y tratarse matemáticamente en el sistema de coordenadas tresespacial.

Pero antes de seguir estudiando esta relación, veamos cómo se distribuye la energía de un fotón de doble partícula de de Broglie o fotón-portador en movimiento libre entre el espacio-X normal y sus espacios de configuración complejos Y y Z.

11. Distribución de energía de un fotón o fotón-portador entre el espacio normal y sus dos espacios de configuración complementarios

De forma análoga a la representación de la **Figura 16**, destinada a resaltar el hecho de que sólo el volumen infinitesimal dV del electrón situado en su *centro-de-presencia* \otimes , representado asociándole el origen **O** de un complejo de coordenadas tresespaciales, está realmente presente en el espacio-X normal, donde está sujeto a interactuar o incluso colisionar con los volúmenes infinitesimales dV de otras partículas elementales cuando se cumplen las condiciones de fuerza y energía requeridas, la **Figura 17** quiere resaltar el hecho de que en el caso de los fotones en movimiento libre – o fotones-portadores – tanto su energía de momentum ΔK como sus volúmenes infinitesimales dV situados en cada uno de sus propios *centros-de-presencia* \otimes representados por su mapeo al origen **O** de cada una de sus copias del complejo de coordenadas tresespaciales, están presentes en el espacio-X normal, haciéndolos a todos ellos susceptibles de interactuar o colisionar con el *centro-de-presencia* de otras partículas elementales.

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_1c_K$ en los espacios de configuración

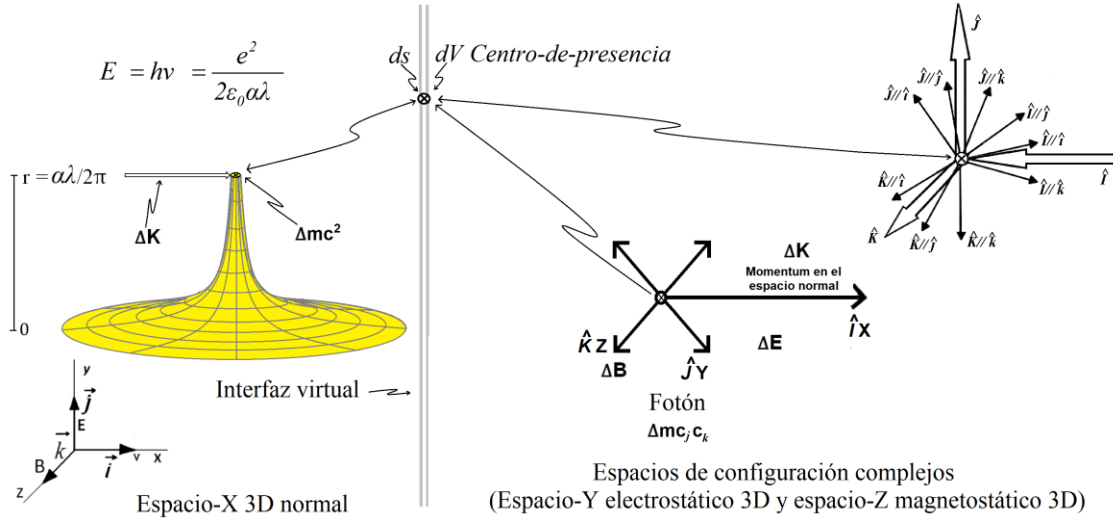


Figura 17: Representación idealizada en geometría tridimensional de la energía de momentum ΔK de un fotón electromagnético correspondiente a la mitad de su quantum de energía que reside en el espacio-X y la oscilación estacionaria estable de la otra mitad de su energía entre los espacios de configuración Y y Z.

Comparando cuidadosamente la **Figura 17** con la **Figura 16**, el lector podrá observar que mientras que la amplitud transversal de oscilación de la energía de la masa en reposo del electrón es invariante al valor fijo de $\alpha\lambda/2\pi=2,817940285E-15$ m, la de la energía del fotón o fotón-portador viene determinada por la formulación más general $\alpha\lambda/2\pi$ en la que la longitud de onda λ es variable y puede tomar cualquier valor en todo el rango cubierto por el espectro electromagnético de frecuencias, desde las longitudes de onda de radio más largas hasta las longitudes de onda gamma más cortas posibles.

En el caso de los fotones en movimiento libre, la velocidad invariante y por defecto de la luz en el vacío se fija invariablemente en c , debido al simple hecho de que la energía de su quantum está necesariamente dividida en exactamente 2 partes iguales, lo que significa que su componente de energía de momentum ΔK propulsa *una cantidad siempre exactamente igual de energía* que oscila electromagnéticamente en un plano transversal a la dirección de aplicación de la energía de momentum ΔK sobre su *centro-de-presencia* \otimes a lo largo del eje vectorial I/i del espacio-X normal.

En el caso del fotón-portador de un electrón, la velocidad variable del electrón sólo puede ser menor que c porque la componente de energía de momentum ΔK del fotón-portador *propulsa dos cantidades de energía que oscilan electromagnéticamente en un plano transversal* a la dirección de aplicación de la energía de momentum ΔK del fotón-portador a lo largo del eje vectorial I/i del espacio-X normal, y cuya suma de las energías es mayor que la de la componente de energía de momentum ΔK del fotón-portador.

Cuanto menor sea la energía total del fotón-portador, menor será la velocidad del electrón y su masa efectiva, y cuanto mayor sea la energía total del fotón-portador, mayor será la velocidad del electrón hasta que se aproxime al límite asintótico de velocidad c , porque es estructuralmente imposible que la suma de la energía transversal inerte de la masa en reposo del electrón más la energía transversal inerte ΔB del fotón portador llegue

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_1c_K$ en los espacios de configuración

alguna vez a ser igual a la cantidad de energía del componente de energía del momentum $\Delta\mathbf{K}$ del fotón portador, que es por estructura siempre igual a su única cantidad de energía transversal oscilante $\Delta\mathbf{B}$, como se analiza en la Referencia [21].

12. Interacción entre la energía de la masa en reposo de un electrón y la de su fotón-portador

El **Cuadro 1** establecido en la Referencia [5] y analizado en las Referencias [33] [34] pone en perspectiva el hecho de que en el electrón en movimiento intervienen dos cuanta de energía diferentes, que no sólo oscilan electromagnéticamente a frecuencias diferentes, sino cuyos *centros-de-presencia* \otimes a través de los cuales se produce esta oscilación por separado para cada uno de ellos sólo pueden separarse físicamente por estructura en un plano transversal a la dirección de movimiento del sistema en el espacio (Ver **Figura 18**).

Cuadro 1: Ecuaciones de campo combinadas del electrón en movimiento y de su fotón-portador.

	Energía cinética del momentum en el espacio-X (Espacio normal)	Energías localizadas en los espacios Y y Z constituyendo la masa traslacionalmente inerte del electrón en movimiento
Energía de la masa en reposo del electrón (m_0c^2)		$\left\{ \left(\frac{\epsilon_0 \mathbf{E}^2}{2} \right)_Y \overset{\rightarrow}{\mathbf{J}} \overset{\rightarrow}{\mathbf{i}} + \left(\frac{\mathbf{B}^2}{2\mu_0} \right)_Z \overset{\leftrightarrow}{\mathbf{K}} \right\} V_{m_e}$
Energía del fotón-portador $\Delta\mathbf{K} + \Delta m_m c^2$	$\left[\frac{hc}{2\lambda} \right]_X \overset{\rightarrow}{\mathbf{I}} \overset{\rightarrow}{\mathbf{i}}$	$\left[\left(\frac{\mathbf{B}_K^2}{2\mu_0} \right)_Z \overset{\leftrightarrow}{\mathbf{K}} \right] V_K$
Energía de la masa relativista total del electrón (mc^2)		$\left\{ \left(\frac{\epsilon_0 \mathbf{E}^2}{2} \right)_Y \overset{\rightarrow}{\mathbf{J}} \overset{\rightarrow}{\mathbf{i}} + \left(\frac{\mathbf{B}^2}{2\mu_0} \right)_Z \overset{\leftrightarrow}{\mathbf{K}} \right\} V_{m_e} + V_K \left(\frac{\mathbf{B}_K^2}{2\mu_0} \right)_Z \overset{\leftrightarrow}{\mathbf{K}}$

Una comparación de la Ecuación (18) de la masa en reposo del electrón con la Ecuación (17) de su fotón-portador muestra que cada quantum tiene su propia unión tresespacial \otimes , que está separada por estructura debido al simple hecho de que su energía oscila entre diferentes pares de espacios en el complejo tresespacial; la del electrón oscila entre el espacio-Z y el espacio-X, mientras que la de su fotón-portador oscila entre el espacio-Z y el espacio-Y, además de oscilar a diferentes frecuencias.

Esto significa que, con la excepción del caso en que el fotón-portador del electrón posea exactamente 0,511 MeV de energía, los dos componentes del electrón en

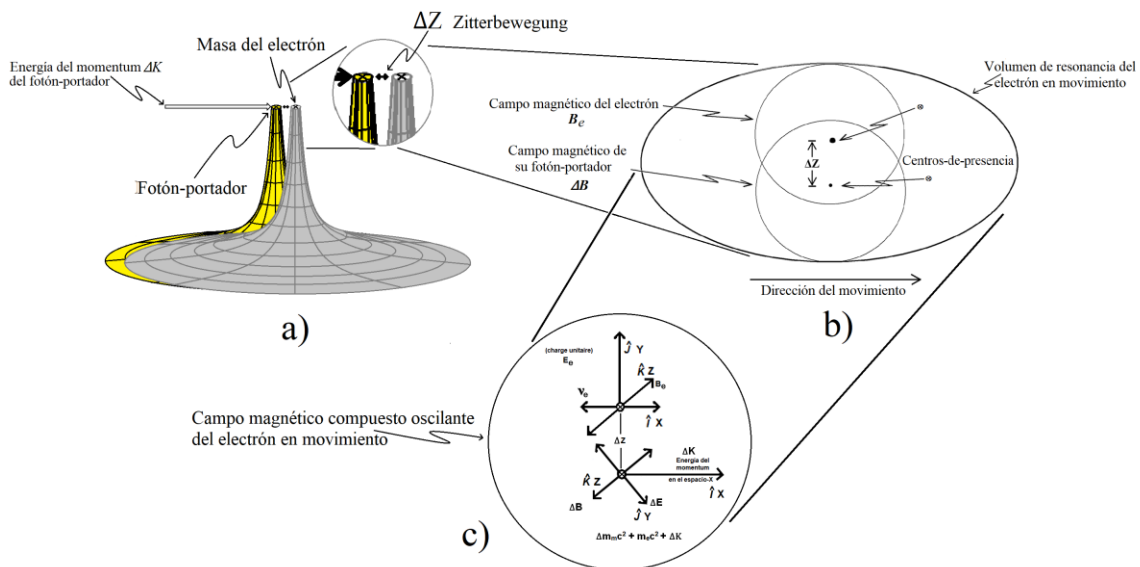
De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c\gamma_K$ en los espacios de configuración

movimiento son físicamente incapaces de asociarse en alineación relativa atractiva antiparalela de acción de espín magnético exactamente sincronizada, lo que pone de relieve el contraste entre estas interacciones de resonancia asíncronas predecibles y mensurables que generan frecuencias de batido regulares identificables a cualquier velocidad dada del electrón, y su interpretación como fluctuaciones estocásticas espontáneas impredecibles en torno al nivel de energía de punto cero de la Teoría Cuántica de Campos (QFT) que actualmente se supone responsable del movimiento de zitterbewegung ΔZ del electrón.

En realidad, cualquier diferencia de frecuencia entre los dos componentes sólo puede obligar a las dos *junciones tresespaciales* \otimes a seguir trayectorias oscilantes que pueden parecer erráticas transversalmente a la dirección de movimiento del sistema de los dos componentes, debido a la secuencia asíncrona ininterrumpida de alternancia cíclica entre estados de alineación de espín antiparalelos atractivos y estados de alineación de espín paralelos repulsivos, que sólo puede generar un estado de resonancia de batido que se ha identificado como el zitterbewegung ΔZ del electrón en movimiento.

De hecho, la libertad relativa de movimiento de las dos *junciones tresespaciales* \otimes entre sí sólo puede ser perpendicular a la dirección de movimiento del sistema, ya que la estabilidad por estructura de la energía traslacional del fotón-portador en un momento dado depende únicamente de la interacción de Coulomb entre la carga del electrón transportado y las de otras partículas cargadas. Desde el punto de vista de la geometría tresespacial, esta restricción impide que cualquier desaceleración o aceleración longitudinal, una respecto de la otra, de los dos *centros-de-presencia* \otimes del conjunto intervenga en su movimiento.

Por tanto, la única dirección de movimiento restante posible para las dos *junciones tresespaciales* \otimes entre sí es transversal a la dirección de movimiento del sistema, lo que implica que en un momento dado las dos *junciones tresespaciales* \otimes estarán a distancias ΔZ variables (distancias de zitterbewegung) entre sí (véase la **Figura 18**), calculables en función del estado de los parámetros de oscilación armónica electromagnética de los dos quanta en ese momento, como se analiza en las Referencias [33] [34].



De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_K$ en los espacios de configuración

Figura 18: Representación idealizada del *centro-de-presencia* \otimes del electrón en el espacio-X normal y el de su fotón-portador, cuya relación entre la energía de momentum ΔK de este último y la energía total $B_{\text{Total}}=B_{\text{Electrón}}+\Delta B_{\text{Fotón-portador}}$ oscilando transversalmente define una velocidad del electrón menor que c en el espacio-X, y cuyos campos magnéticos que interactúan entre $B_{\text{Electrón}}$ de frecuencia fija y $\Delta B_{\text{Fotón-portador}}$ de frecuencia variable establecen la frecuencia de batido del sistema identificada como el zitterbewegung ΔZ del sistema a lo largo de la trayectoria del electrón en el espacio-X normal.

13. Interacción lineal de Coulomb entre las cargas invariantes de partículas elementales masivas desacopladas

Desde que Newton estableció, basándose en las conclusiones de Kepler sobre los datos experimentales recogidos por Tycho Brahe acerca de las órbitas de los planetas del sistema solar, que la fuerza gravitatoria parece ejercer una atracción sobre los cuerpos masivos que orbitan alrededor del sol que es función del inverso del cuadrado de las distancias que los separan, y Coulomb estableció experimentalmente que la misma relación inversa del cuadrado de las distancias existe en la atracción entre cargas eléctricas puntuales de signos opuestos y en la repulsión entre cargas puntuales del mismo signo, una concepción errónea de hace mucho tiempo sobre una supuesta diferencia astronómica de intensidad entre estas dos fuerzas, revelada por un cuidadoso análisis numérico en la Referencia [60], ha impedido a la comunidad darse cuenta de las implicaciones del hecho de que la *carga invariante* del electrón y su *masa en reposo invariante* son dos propiedades inseparables de la misma partícula masiva, a saber, que los electrones sólo pueden obedecer por estructura con la misma intensidad tanto la ley gravitatoria de Newton para las masas como la ley de Coulomb para las cargas eléctricas.

Ni siquiera llamó la atención la mención directa de Einstein a este estado de cosas en su artículo de 1910 [49], que curiosamente estuvo disponible sólo en francés durante más de un siglo debido a la pérdida del original alemán, hasta que finalmente fue traducido oficialmente al inglés en 2021 por el *Minkowski Institute* [50]:

"On peut, par exemple, obtenir de cette façon les équations du mouvement d'un point matériel de masse m portant une charge électrique e (par exemple un électron) et soumis à l'action d'un champ électromagnétique. On connaît, en effet, les équations du mouvement d'un point matériel à l'instant où sa vitesse est nulle. D'après les équations de Newton et la définition de l'intensité du champ électrique, on a:"

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = e \mathbf{E}_x \quad (34)$$

"De este modo, por ejemplo, podemos obtener las ecuaciones del movimiento de un punto material de masa m que lleva una carga eléctrica e (por ejemplo un electrón) y está sometido a la acción de un campo electromagnético. Conocemos las ecuaciones del movimiento de un punto material en el instante en que su velocidad es nula. Según las ecuaciones de Newton y la definición de la intensidad del campo eléctrico, tenemos:"

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_1c_K$ en los espacios de configuración

Commentaire extrait de la Référence ([49], p. 143) et son Équation (2) associée, par Albert Einstein (1910)

Una vez establecida la existencia física del positrón en 1933 [22], cuyas características de *masa en reposo invariante y carga invariante* se establecieron como idénticas a las del electrón *con la excepción del signo de su carga*, se preparó el terreno para darse cuenta de que la fuerza de Coulomb y la fuerza gravitatoria de Newton eran la misma fuerza, si no fuera por la desafortunada diferencia de intensidad astronómica que se supone entre estas dos fuerzas, como se analiza en la Referencia [60].

El hecho de que el protón tenga una masa 1836 veces mayor que la del electrón y, al mismo tiempo, muestre la misma carga unitaria resultante con signo opuesto a la del electrón no ayudó a disipar la confusión, ya que la misma ecuación de Coulomb se aplicaba tanto a *un sistema de positronio metaestable* – que implica un electrón cargado negativamente y un positrón cargado positivamente que interactúan en un espacio confinado *con exactamente la misma carga unitaria invariante y masa en reposo invariante* –, como a un átomo de hidrógeno, que es *un sistema estable* – que implica un electrón cargado negativamente y un protón cargado positivamente – interactuando de forma estable a una distancia media fija de $a_0=5,291772083E-11$ m *con la misma carga unitaria invariante pero con masas muy diferentes* puede tenerse en cuenta con la misma formulación de la ecuación de Coulomb, *dando exactamente la misma fuerza atractiva* a la distancia a_0 tomada como ejemplo numérico :

$$F = eE = \frac{|e^-||e^+|}{4\pi \epsilon_0 a_0^2} = 8.238721809 \text{ E} - 8 \text{ N} \quad (35)$$

e induciendo exactamente la misma cantidad de energía en ambas partículas a esa distancia :

$$E_{\text{induite}} = a_0 \cdot F = \frac{|e|^2}{4\pi \epsilon_0 a_0} = 4.359743806E - 18 \text{ j} \quad (36)$$

La diferencia entre el sistema de positronio metaestable y el átomo de hidrógeno estable es que las dos partículas de carga opuesta del sistema de positronio sólo atraviesan fugazmente la distancia $a_0=5,291772083E-11$ m en su irrefrenable trayectoria en espiral hacia el interior, hacia el punto donde sus dos masas iguales en reposo se encontrarán finalmente para convertirse en fotones electromagnéticos, abandonando la escena a la velocidad c .

Por su parte, los dos componentes opuestamente cargados del átomo de hidrógeno permanecerán estables a esta distancia aproximada, ya que el conjunto resuena en un estado de acción estacionario debido al equilibrio establecido por su energía de momentum ΔK estableciendo una presión constante dirigida hacia el interior contra la presión constante dirigida hacia el exterior de sus campos magnéticos oscilantes predominantemente repulsivos, como se analiza en las Referencias [33] [34]. Véase también la **Figura 21** a continuación sobre este tema.

La razón por la que el positronio es inestable y su órbita decae rápidamente hasta que las partículas se encuentran y sus masas se convierten en fotones electromagnéticos se debe a que sus campos magnéticos oscilan exactamente a la misma frecuencia de

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_K$ en los espacios de configuración

$\nu_c=1,235589976E20$ Hz, lo cual, debido a la rápida alineación de sus campos magnéticos en su alineación de espín magnético antiparalelo de mínima acción predeterminada a medida que se acercan el uno al otro, a diferencia de los campos magnéticos del átomo de hidrógeno [33] [34], no ofrece resistencia a la presión ejercida por las energías de momentum de las dos partículas, orientadas vectorialmente la una hacia la otra.

Pero tanto si interactúan un par de partículas cargadas, del mismo signo como de signo contrario, actuará sobre ellas la misma cantidad instantánea de fuerza – Ecuación (35) – para cualquier distancia dada, por ejemplo $a_0=5,291772083E-11$ m, y se inducirá en cada una de ellas la misma cantidad instantánea de energía – Ecuación (36) – a esa distancia dada, como se muestra en la **Figura 19**.

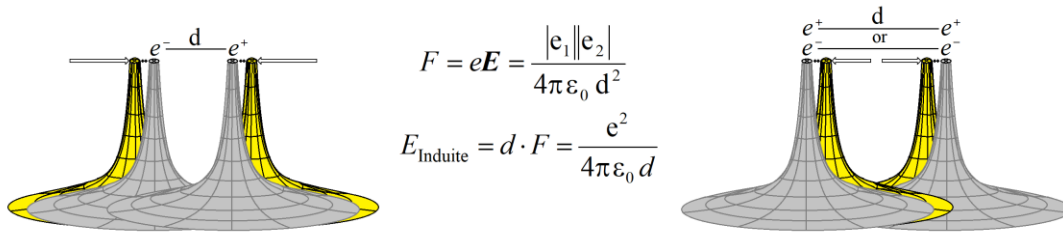


Figura 19: La interacción de la fuerza de Coulomb en función del cuadrado inverso de la distancia ($1/d^2$) y la inducción de energía en función del inverso de la distancia ($1/d$) entre las cargas unitarias invariantes del mismo signo de dos partículas elementales desacopladas como el electrón, o entre las cargas unitarias de signos opuestos de un electrón y un positrón, o entre las dos cargas unitarias de signos opuestos de un electrón y un protón.

De hecho, la propia igualdad de la fuerza de Coulomb instantánea en repulsión o atracción a cualquier distancia dada entre partículas cargadas – repulsión entre cargas del mismo signo y atracción entre cargas de signos opuestos – y la inducción de la misma cantidad de energía cinética en cada una de ellas, tanto si las cargas se atraen como si se repelen a esa distancia, han llevado a la percepción de que la fuerza de Coulomb no es una candidata creíble para ser igualada a la fuerza gravitatoria establecida por Newton, lo que ha llevado a la suposición intuitiva de que la repulsión electrostática puede tener un efecto significativo a grandes distancias al igual que la atracción electrostática, dado que la fuerza gravitatoria de Newton está conceptualmente desprovista de cualquier característica repulsiva como lo está la fuerza de Coulomb.

Sin embargo, un análisis en profundidad realizado en la Referencia [72] reveló que, dado que la repulsión electrostática disminuye en intensidad en función del cuadrado inverso de la distancia creciente entre cualquier par de partículas del mismo signo, su efecto se vuelve rápidamente infinitesimal a medida que aumenta la distancia entre cualquier par de estas partículas; hasta el punto de volverse apenas detectable, si es que lo es, incluso a distancias del orden de un milímetro entre dos partículas elementales del mismo signo.

En efecto, observamos directamente que esta repulsión electrostática no nos impide acercarnos tanto como queramos a todos los cuerpos masivos que nos rodean sin sentir la menor repulsión hasta que se establece un contacto «táctil». De hecho, este contacto «táctil» que impide la interpenetración de los objetos de nuestro entorno es la

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_K$ en los espacios de configuración

manifestación perceptible más intensa de esta repulsión electrostática entre los acompañantes electrones de carga semejante de todos los átomos que componen todos los cuerpos masivos que se puede percibir en nuestro nivel macroscópico de percepción, y es fácilmente comprobable que se produce a distancias submicroscópicas, incluso con las cantidades masivas de acompañantes electrones de carga semejante que componen la superficie de todos los objetos de nuestro entorno.

A diferencia de la repulsión electrostática entre partículas elementales del mismo signo, la atracción electrostática entre partículas elementales de signos opuestos aumenta en intensidad en función del cuadrado inverso de la distancia decreciente entre ellas, añadiendo constantemente energía de momentum adiabático orientada vectorialmente hacia la otra partícula [15] [16], sin ni siquiera tener en cuenta la misma cantidad de energía orientada transversalmente que se introduce simultáneamente en cada una de ellas, lo que aumenta el campo magnético y la masa medible de cada partícula elemental.

Así, el aspecto repulsivo mutuo de la fuerza de Coulomb entre partículas elementales cargadas del mismo signo pierde toda credibilidad como objeción al hecho de que el aspecto atractivo de la fuerza de Coulomb entre partículas elementales cargadas de signos opuestos puede entenderse como idéntico a la atracción inversa del cuadrado de la distancia entre masas definida por Newton, dado que los efectos de repulsión electrostática entre pares de partículas elementales cargadas del mismo signo ya ni siquiera es perceptible a distancias entre ellas del orden de un milímetro.

De hecho, la Referencia [18] propone un método de cálculo de la fuerza de gravedad en el universo alternativo al método de Newton, basado en la ecuación de Coulomb aplicada a todas las partículas elementales cargadas de las que están hechos todos los átomos y que constituyen todas las masas macroscópicas del universo, con la ventaja adicional de que el límite asintótico de velocidad de la luz es tenido en cuenta por estructura para todas las masas.

El análisis de los datos de Kaufmann reveló un aspecto intrigante de la fuerza de Coulomb, a saber, que no es la fuerza de Coulomb como tal la que mueve los electrones, sino la energía cinética orientada longitudinalmente – la energía de momentum – que la fuerza induce adiabáticamente en cada electrón según las Ecuaciones (37) y (38). En realidad, parece que la fuerza de Coulomb no propulsa por sí misma a las partículas, sino que sólo induce energía cinética en las partículas cargadas, cuya componente de momentum está orientada vectorialmente hacia partículas cargadas elementales de signo opuesto en el entorno y que es, de hecho, la que propulsa a las partículas elementales, componente de energía de momentum que estará orientada en sentido contrario en el caso de partículas cargadas elementales del mismo signo, como se analiza en la Referencia [73].

En resumen, Kaufmann aceleró estos electrones a lo largo de trayectorias curvas en su cámara de burbujas utilizando campos \mathbf{E} y \mathbf{B} calculados según la ecuación de fuerzas de Lorentz:

$$\mathbf{F} = e(\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B}) \quad (37)$$

cuyo primer término es, por supuesto, la ecuación de la fuerza de Coulomb que induce adiabáticamente energía cinética en todas las partículas cargadas en función de la inversa de las distancias que separan cada partícula cargada elemental de todas las demás

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_1c_K$ en los espacios de configuración

partículas cargadas elementales:

$$F = eE = \frac{eQ}{4\pi\epsilon_0 R^2} \rightarrow E_{\text{induite}} = R \cdot F = \frac{eQ}{4\pi\epsilon_0 R} \quad (38)$$

donde Q representa la resultante de todas las cargas elementales del entorno que interaccionan con un electrón y define la intensidad de su campo E relativo común, y R representa la distancia media a la que se encuentran las cargas representadas por Q con respecto al electrón.

14. Interacción transversal de Coulomb entre las cargas variables del par de componentes que oscilan en el interior de cada partícula elemental.

Como se menciona en la Referencia [58] citada anteriormente, la ecuación de Coulomb fue establecida históricamente por Coulomb como aplicable entre cargas puntuales espacialmente separadas. Durante la discusión en las Referencias [3] [4] de la condición identificada por Louis de Broglie para que los fotones cuantizados obedezcan las ecuaciones de Maxwell, a saber, que cada fotón localizado debe involucrar dos partículas, o semifotones de espín $\frac{1}{2}$, «...que deben ser complementarias entre sí de la misma manera que el electrón positivo [positrón] es complementario del electrón negativo en la teoría de agujeros de Dirac» ([2], p. 277), obviamente surgió la pregunta de si la ecuación de Coulomb estaba implicada o no dentro de los fotones cuantizados.

Desde el punto de vista de la galga de Lorenz en la que se basaba entonces, y aún se basa, la teoría electromagnética, según la cual la intensidad de los campos continuos E y B de la teoría de Maxwell alcanza simultáneamente el máximo como representada a la **Figura 2**, tal implicación de la fuerza de Coulomb entre dichos semifotones, tal y como la preveía de Broglie, parecía tan problemática que la opción ni siquiera fue considerada por de Broglie, tal y como me confirmó su amigo y colega de toda la vida Georges Lochak, en una correspondencia que inicié con la *Fondation Louis de Broglie* [74], precisamente para aclarar esta cuestión.

Pero, por otra parte, a partir del concepto original de Maxwell de que dos campos se inducen mutuamente de forma alternativa con la participación de la *corriente de desplazamiento* en el lado del campo E de la relación que él había concebido y que estaba en el origen del desarrollo de su teoría electromagnética, como se muestra en la **Figura 3**, tal relación se hizo posible de considerar, ya que una corriente implica el movimiento u oscilación de cargas interactuantes, que la condición de de Broglie introducía ahora en la imagen.

Estos desarrollos han permitido transponer conceptualmente la oscilación longitudinal de campos continuos concebida por Maxwell en planos paralelos a la dirección de movimiento de la energía en una oscilación de modo estacionario sobre planos perpendiculares a la dirección del movimiento de cantidades cuantizadas de energía electromagnética cuya oscilación entre un estado de campo E local y el correspondiente estado de campo B local fue impulsada por la *corriente de desplazamiento* vinculada a la corriente de desplazamiento concebida por Maxwell, provocando ahora que las dos partículas concebidas por de Broglie generen cíclicamente el correspondiente campo B

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_1c_K$ en los espacios de configuración

local, de acuerdo con la relación LC desarrollada en las Referencias [3] [4].

La amplitud de esta oscilación de las dos partículas de de Broglie en el fotón situado en este plano transversal a la dirección del movimiento se identificó en la primera oleada de derivaciones que surgieron del descubrimiento de Marmet en la Referencia [32] publicada en 2007 como relacionada con el ratio de la constante de estructura fina α de la siguiente manera.

Mientras que la amplitud tradicional de la oscilación de todas las frecuencias electromagnéticas en planos longitudinales paralelos a la dirección de movimiento de los campos continuos de energía diseñados por Maxwell corresponde a $\lambda/2\pi$, se comprendió, mientras se desarrollaba la Referencia [32], que la amplitud máxima real de la oscilación transversal de las dos partículas de de Broglie dentro de cada quantum electromagnético localizado era en realidad $\alpha\lambda/2\pi$ – véase la Ecuación (25).

Véase la Ecuación (18) y la **Figura 9** para una ilustración del caso de la energía de la masa en reposo del electrón. Su amplitud de oscilación transversal en direcciones opuestas de sus dos componentes neutrónicas se encuentra en el plano vectorial $I//jk$, y véase la Ecuación (17) y la **Figura 7** para una ilustración de la oscilación de las dos componentes eléctricas del fotón o fotón-portador en movimiento libre en el plano vectorial $J//jk$.

Esto condujo al desarrollo, en la Referencia [32], de una versión de la ecuación de Coulomb que sólo requiere la longitud de onda de cualquier fotón electromagnético en movimiento libre para calcular su energía sin necesidad de la constante de Planck, como se muestra en la Ecuación (32):

$$E = \frac{e^2}{2\varepsilon_0\alpha\lambda} \quad (39)$$

Y a una ecuación de fuerza restauradora cuya intensidad máxima se alcanza cuando las dos partículas de un quantum electromagnético localizado se encuentran en la máxima amplitud de separación transversal, de acuerdo con la ley de Hooke, analizada por primera vez en la Referencia [46] y desarrollada en detalle en las Referencias [8] [9]:

$$F = \frac{\pi e^2}{\varepsilon_0\alpha^2\lambda^2} = -k \cdot \frac{\alpha\lambda}{2\pi} \quad (40)$$

15. Correlación de las tres leyes de fuerza de interacción en función del cuadrado inverso de las distancias

Vemos, pues, que las tres leyes conocidas de la fuerza que interactúan en función del cuadrado inverso de las distancias se conocen desde hace cientos de años: la ley de la gravedad de Newton, la ley de la fuerza restauradora de Hooke, que data del siglo XVII, y la ley electrostática de Coulomb, que data del siglo XVIII.

Precisamente fue la demostración de Newton de que las distribuciones de masa esféricamente simétricas de un objeto se comportan del mismo modo que una partícula puntual situada en su centro la que permitió calcular todas las trayectorias de cualquier cuerpo ponderable en movimiento como si toda su masa estuviera concentrada en su

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_1c_K$ en los espacios de configuración

centro de masa – es decir, su *centro-de-presencia* \otimes en el universo.

Esta misma prueba fue utilizada por Coulomb para establecer la ley de interacción del cuadrado inverso de las distancias que separan las cargas eléctricas que se comportan como puntos localizados, comportamiento que más tarde se confirmó que se aplica físicamente entre los electrones y otras partículas elementales cargadas cuyos *centros-de-presencia* \otimes se comportan sistemáticamente como tales cargas que se comportan como puntos localizados durante cualquier colisión entre estas partículas elementales.

Esta prueba también se utilizó en 1998 para establecer experimentalmente la ley de interacción de la inversa del cubo de las distancias que separan campos magnéticos cuyos dos polos magnéticos coinciden geoméricamente con su *centro-de-presencia* \otimes , publicada en 2013 [61], que se confirmó experimentalmente en 2014 como aplicable entre los campos magnéticos de electrones reales [62], que puede entenderse que oscilan a través del volumen infinitesimal localizado dV que puede conceptualizarse como situado en el *centro-de-presencia* \otimes de cada partícula electromagnética elemental.

15.1 La fuerza restauradora de Hooke

Como se menciona y analiza en las Referencias [8] [9], por imprevisto que parezca, resulta que la ecuación clásica de la ley de Hooke también se aplica al movimiento oscilatorio electromagnético de la *sustancia energía* de la que están hechos fotones y electrones, como se establece en la **Sección XXIII** de la Referencia [46], dada la propiedad de *elasticidad* que debe poseer cada quantum continuo de esta *sustancia energía* fundamental para que su comportamiento se mantenga de acuerdo con las ecuaciones de Maxwell.

En efecto, es esta propiedad de *elasticidad* la que permite que el semiquantum orientado transversalmente de cada quantum se estire en dos partes sin romperse, para formar las dos cargas eléctricas de signos opuestos que se alejan la una de la otra como lo exigen las condiciones de de Broglie, bajo el impulso de la *tendencia-a-permanecer-siempre-en-movimiento* de la *sustancia*, induciendo la *corriente de desplazamiento* requerida por la teoría de Maxwell y aumentando la tensión que constituye las cargas de signos opuestos que alcanzan su máxima intensidad a la máxima distancia de amplitud que permitirá la propiedad de *incompresibilidad* de la *sustancia*.

La tensión de retorno hacia la posición neutra del *centro-de-presencia* \otimes del quantum, que aumenta a medida que las dos cargas se alejan, dominará entonces y forzará a las dos cargas – eléctrica para el fotón y neutrónica para el electrón – a regresar hacia la posición neutra, como se muestra en la **Figura 4a**.

Cada vez que se alcanza la posición de tensión neutra, la fuerza restauradora deja de existir y vuelve a existir en el momento en que se inicia el siguiente ciclo de separación *elástica*. La fuerza restauradora de Hooke tiene, por tanto, una *existencia cíclica intermitente* a lo largo de la existencia de cada quantum.

Simplemente deja de existir localmente en el caso de cualquier fotón de energía igual o superior a 1,022 MeV que se desacopla en un par electrón-positrón masivo de carga opuesta que se mueve por separado a través del espacio, porque la *sustancia energía* del quantum inicial que se desacopla se divide entonces físicamente en dos quanta diferentes, en el momento en que las cargas de las partículas que se separan alcanzan

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_1c_K$ en los espacios de configuración

simultáneamente la tensión restauradora invariante máxima de $e=1,602176462E-19$ Coulomb y la velocidad de escape de la luz en el espacio-Y, para ser sustituida por la fuerza de Coulomb, que entra entonces en acción permanente entre las partículas de cargas opuestas que acaban de separarse en el espacio.

Bien pudiera ser que la fuerza restauradora de Hooke sea la fuerza más fundamental del universo, en el sentido de que si consideramos que la existencia de la energía electromagnética precedió lógicamente a la existencia de las primeras partículas masivas de signo opuesto, ya que éstas se originan precisamente a partir de un desacoplamiento de quanta de esta energía fundamental, la fuerza de Coulomb sólo pudo empezar a existir en el momento del desacoplamiento del primer fotón suficientemente energético en el mismo comienzo del universo, como se pone en perspectiva en la Referencia [53].

15.2 Fuerza electrostática de Coulomb

La fuerza de Coulomb, a menudo descalificada despectivamente como «*espeluznante acción a distancia*» (*spooky action at a distance*), parece ser más bien una fuerza ambiental en el universo, que no provoca directamente la repulsión mutua de las partículas elementales cargadas del mismo signo y la atracción mutua de las partículas elementales cargadas de signo opuesto, sino que induce permanentemente energía cinética en cada partícula cargada en función de la inversa de las distancias que las separan, cuya componente de momentum se dirigirá vectorialmente hacia las partículas cargadas elementales de signo opuesto y se alejará vectorialmente de las partículas cargadas elementales del mismo signo; más bien como si la fuerza restauradora de Hooke siguiera existiendo incluso después de que se hubiera roto el enlace elástico de la sustancia energía del fotón inicial cuando se desacopló en dos partículas espacialmente separadas, y siguiera intentando unir unas cargas opuestas incluso después de que se hubieran separado.

Por tanto, es la componente unidireccional de momentum ΔK de la energía inducida la que permite a las partículas elementales cargadas moverse por el espacio, o si la velocidad permitida por esta energía de momentum ΔK se ve obstaculizada por circunstancias electromagnéticas locales, ejercerá una presión equivalente en la misma dirección vectorial contra cualquier condición electromagnética que se oponga al movimiento de la partícula ; mientras que el otro componente de la energía inducida oscila electromagnéticamente en un plano perpendicular a la dirección de aplicación de la energía de momentum, que es medible bien como un aumento ΔB del campo magnético de la partícula, o bien como un aumento Δm de su masa.

Las Referencias [8] [9] han establecido que todas las partículas elementales cargadas y masivas en caída libre en el espacio son intrínsecamente inertes en el espacio-X normal porque ninguna de su energía estabilizada está disponible para proporcionar la energía de momentum necesaria para mover sus *centros-de-presencia* \otimes en el espacio normal. Por lo tanto, esta energía de momentum debe ser proporcionada por un fotón-portador cuya componente de momentum ΔK les permita entonces moverse en el espacio normal, como se ilustra para el átomo de hidrógeno en las **Figuras 18 y 19**.

En el caso de estructuras estabilizadas más grandes compuestas directamente de partículas elementales cargadas masivas, hasta el nivel de átomos y moléculas, la energía de momentum que impulsa el movimiento de estas estructuras más grandes, que se han

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_i c_K$ en los espacios de configuración

denominado *complejos vectoriales tresespaciales de nivel 3* en las Referencias [8] [9], la naturaleza de la interacción coulombiana requiere que induzca energía de momentum adicional en cada subcomponente cargado elemental de estas estructuras, dirigida hacia todas las partículas cargadas de signo opuesto situadas fuera de estas estructuras en el universo.

Como no es posible representar de forma inteligible una red tan compleja de componentes vectoriales del momentum orientados en todas las direcciones del espacio, se ha optado por resumir su conjunto para cada átomo o molécula con *un fotón-portador teórico*, como en la **Figura 20** para el átomo de hidrógeno, cuya dirección sería la resultante vectorial de las orientaciones vectoriales de todos estos componentes adicionales del momentum.

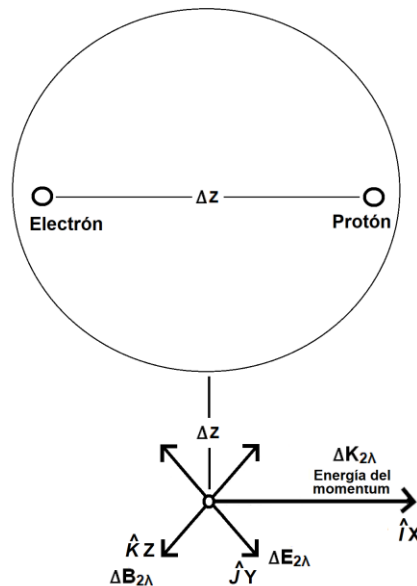


Figura 20: El átomo de hidrógeno en movimiento – *complejo vectorial tresespacial de nivel 3*.

Todos los *complejos vectoriales de nivel 3* tienden a reunirse en acumulaciones de *complejos vectoriales de nivel 4* que constituyen masas mayores en el campo vectorial tresespacial, como se describe en las Referencias [8] [9], debido a la resultante vectorial de sus energías de momentum adicionales, que los dirige hacia la búsqueda constante del estado más estable de mínima acción en relación con todas las demás acumulaciones de nivel 4 en el universo.

A continuación, se puede calcular la carga atractiva compuesta de la Tierra, lo que conduce al cálculo del número de cargas elementales que componen su masa de nivel 4 y la del Sol, y así sucesivamente para el nivel astronómico, utilizando el método propuesto en la Referencia [18].

15.3 La fuerza gravitatoria de Newton

Lo que ocurrió históricamente fue que Tycho Brahe recopiló cuidadosamente durante su vida una cantidad considerable de datos bastante precisos sobre las órbitas de todas las

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_Kc_K$ en los espacios de configuración

principales *acumulaciones de materia de nivel 4* del sistema solar, es decir, los planetas, a partir de los cuales Johannes Kepler dedujo las tres leyes que estos datos confirmaron experimentalmente que regían el movimiento de los planetas en el sistema solar:

- 1- Todos los planetas describen órbitas elípticas con el Sol en uno de los dos focos.
- 2- Un segmento de línea que une un planeta al Sol barre áreas iguales entre la órbita del planeta y el Sol en el mismo intervalo de tiempo.
- 3- El cubo del radio medio de una órbita planetaria es proporcional al cuadrado del tiempo que necesita el planeta para completar una órbita.

Al estudiar los descubrimientos de Kepler, Newton concibió el concepto de «fuerza» y confirmó la validez general de su teoría gravitatoria derivando las tres leyes de Kepler a partir de sus propias ecuaciones gravitatorias, de una forma claramente explicada por Georges Gamow, ganador del Premio Nobel por su contribución a la teoría relativista, en su popular obra «*Gravity*» [75].

Le pareció evidente, a partir de su análisis de las leyes de Kepler, que el movimiento de cualquier planeta alrededor del Sol puede simplificarse matemáticamente hasta el límite como si fuera circular a una distancia del Sol igual al radio medio de la órbita elíptica. Esto es lo que permitió a Newton asociar la aceleración centrípeta del movimiento circular v^2/r con el movimiento orbital, donde v es la velocidad de un cuerpo en órbita de masa m y cuyo radio teórico de órbita circular es r .

Su premisa básica era que cada planeta y el Sol debían atraerse mutuamente con una fuerza proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ellos, una relación que puede representarse matemáticamente mediante la siguiente ecuación:

$$F = G \frac{Mm}{r^2} \quad (41)$$

Como explicó Gamow, la intuición de Newton era que la aceleración centrípeta multiplicada por la masa de un planeta debía ser igual a la atracción gravitatoria, lo que implicaba la siguiente relación:

$$F = ma = \frac{mv^2}{r} = \frac{GMm}{r^2} \quad (42)$$

Por último, un artículo publicado en 2013 demostró matemáticamente que todas las ecuaciones de fuerza clásicas se reducen en última instancia a tratar con una masa o carga en aceleración y que, por lo tanto, solo hay una fuerza en juego para todas estas ecuaciones [60].

En el caso de los cuerpos masivos que descansan sobre la superficie de la Tierra, el peso de un objeto sólo puede ser una medida de esta presión ejercida por la suma de las energías de momentum individuales orientadas vectorialmente hacia su *centro-de-presencia* \otimes , pertenecientes a la mitad de todas las partículas cargadas individuales de los átomos que componen la masa medible de este objeto. Por ejemplo, cuando nos subimos a una báscula de baño para comprobar nuestro peso, lo que estamos midiendo es la presión que ejerce hacia el suelo la suma de las energías de momentum que ejerce esa mitad de la multitud de partículas cargadas elementales de las que se compone nuestro cuerpo. En otras palabras, lo que llamamos «*la fuerza de gravedad*» puede considerarse

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_1c_K$ en los espacios de configuración

como una *velocidad impedida* expresada como presión, porque la energía de momentum unidireccional dirigida hacia el suelo, que se induce en todas las partículas elementales cargadas y masivas que componen todos los cuerpos, no puede expresarse como movimiento, como se aclara en la Referencia [18].

15.4 La ley magnetostática de la inversa del cubo

Aunque no tiene nada que ver con la gravitación como tal, la ley de interacción de la inversa del cubo de las distancias entre los campos magnéticos de las partículas elementales, cuyos dos polos magnéticos coinciden geoméricamente por estructura con su *centro-de-presencia* \otimes también es importante, porque la imposibilidad física de que los tres campos magnéticos principales de la tríada de subcomponentes elementales cargados de cada nucleón se alineen en perfecta relación de espín antiparalela de mínima acción es precisamente la causa del establecimiento de los volúmenes medibles de los átomos, al impedir que los electrones se acerquen a menos de ciertas distancias de los núcleos atómicos debido a la contrapresión que se establece entre el campo magnético del electrón y el del campo magnético complejo del núcleo, siempre en relación principalmente paralela repulsiva con él por defecto, como se pone en perspectiva en la Referencia [61].

La razón de esto es que cuando dos de los campos magnéticos principales de un nucleón caen en alineación de espín magnético totalmente antiparalela, el tercer campo siempre permanecerá en alineación de espín magnético paralela con uno de los otros dos.

Debido a la gran diferencia de las frecuencias de oscilación entre los campos magnéticos de estos subcomponentes de los nucleones y la frecuencia de oscilación del campo magnético del electrón, la contrapresión repulsiva predominante que existe permanentemente entre los escoltas electrónicos y los núcleos atómicos hace que todos los electrones caigan en equilibrio de resonancia a ciertas distancias de los núcleos donde su energía de momentum dirigida hacia los núcleos contrarresta exactamente la repulsión mutua de su propio campo magnético y la combinación de los campos magnéticos de los nucleones de los núcleos, como se ilustra en la **Figura 21** para el átomo de hidrógeno, desarrollada en la Referencia [33].

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_Kc_K$ en los espacios de configuración

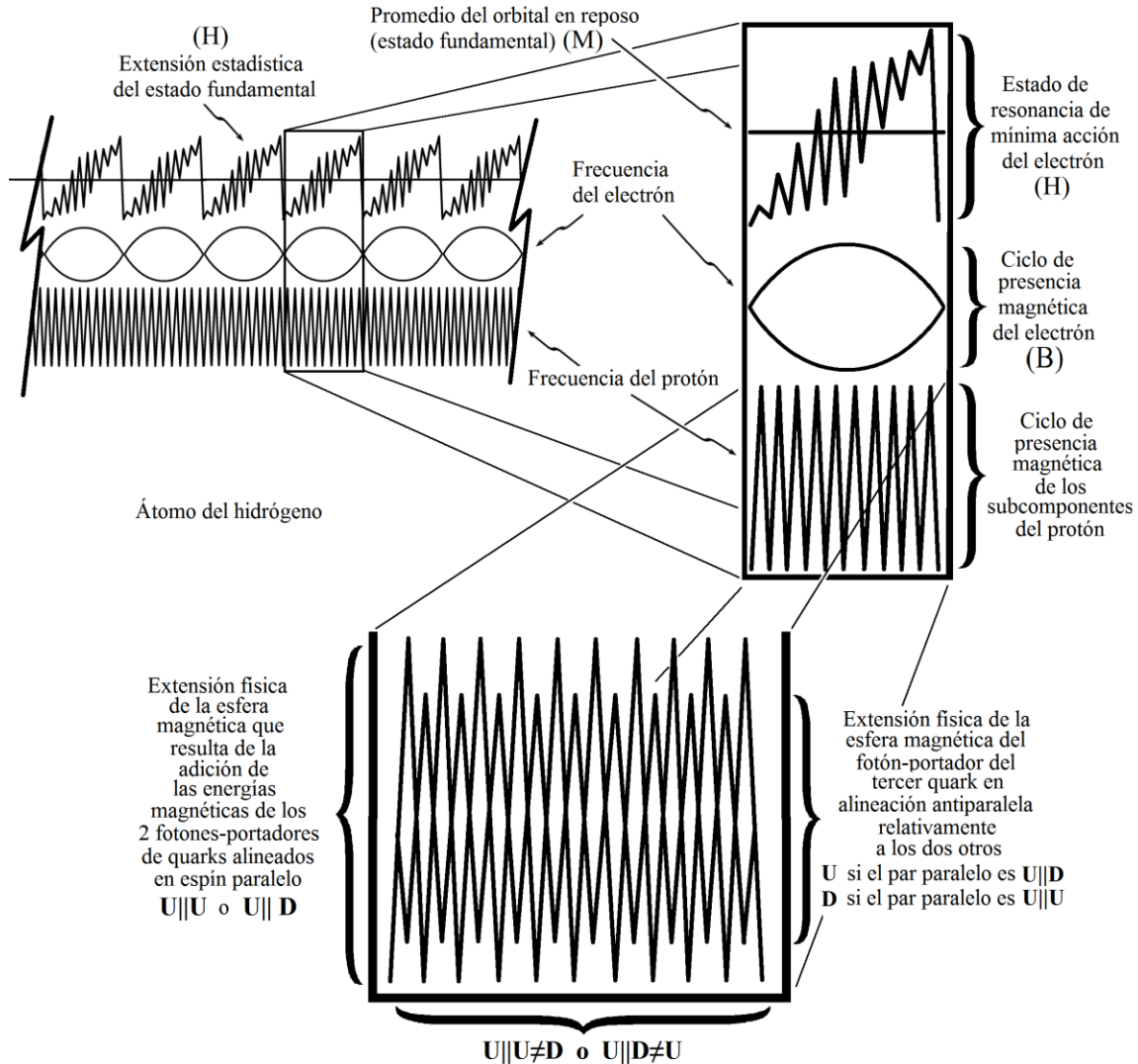


Figura 21: El estado de resonancia estacionario del electrón en el átomo de hidrógeno.

La ley del inverso del cubo en función de la distancia entre tales campos magnéticos oscilantes ha sido confirmada experimentalmente por dos experimentos, uno de los cuales puede reproducirse fácilmente en el laboratorio con imanes magnetizados de modo que los dos polos de cada imán coincidan con el centro geométrico de cada imán [61], cuyo informe se publicó en 2013, un año antes de que Kotler et al publicaran el informe de sus experimentos confirmatorios con electrones reales [62].

15. Conclusión

Este proyecto de investigación permitió identificar cuatro grandes desconexiones entre el conjunto de premisas en que se basan las actuales teorías de las mecánicas cinemática y electromagnética y el conjunto de datos experimentales acumulados a lo largo de los últimos siglos.

La primera desconexión se refiere a la creencia sostenida durante mucho tiempo de

que la fuerza gravitatoria de Newton es 39 órdenes de magnitud más débil que la fuerza de Coulomb, debido a un descuido en la comprobación numérica de que, a pesar de que la constante gravitatoria G incorpora la masa del Sol, el radio medio de la órbita terrestre y el tiempo necesario - un año - para que la Tierra complete una órbita, se utiliza sin embargo para comparar la fuerza obtenida con la Ecuación (41) de la gravitación entre las masas infinitesimales de un electrón y un protón en el átomo de Bohr mediante esta constante específicamente adaptada para tratar las masas astronómicas en el sistema solar, con la fuerza obtenida con la ecuación (35) de Coulomb entre sus cargas iguales en el átomo de Bohr, analizada en la Referencia [60].

La segunda desconexión se refiere a la decisión tomada en 1907 por la comunidad de teóricos de no tener en cuenta en sus desarrollos teóricos las posibilidades que parecían surgir de las recién identificadas y confirmadas propiedades electromagnéticas de los electrones en movimiento libre establecidas a partir de los datos recogidos en los experimentos de Kaufmann, y de ni siquiera haberlas documentado en las obras de referencia de la época, lo que sólo se señaló indirectamente casi 70 años después, en 1982, en la página 159 de la biografía de Einstein escrita por Abraham Pais [13].

La tercera desconexión se refiere al error de cálculo cometido inadvertidamente por Louis de Broglie cuando calculó *la velocidad de la onda de fase* del electrón en la órbita en reposo del átomo de Bohr en su tesis de 1924, porque no se le había informado, por falta de referencias apropiadas en la bibliografía, del hecho de que los datos de Kaufmann habían revelado 20 años antes que a cualquier velocidad inducida en los electrones por la fuerza de Coulomb, se induce en el electrón una cantidad de energía igual al doble de la energía de su momentum, lo que le llevó a obtener una *velocidad de la onda de fase igual sólo a la mitad de la de la partícula que controla*, lo que se estableció entonces como *el fundamento incorrecto en el que se basaron todos los desarrollos posteriores de la Mecánica Cuántica y de la Teoría Cuántica en general*, como se discute en la Referencia [20].

La cuarta desconexión se refiere a la creencia injustificada desde hace mucho tiempo de que la repulsión electrostática entre partículas cargadas elementales del mismo signo tiene efectos de largo alcance tan grandes como la atracción electrostática entre partículas cargadas elementales de signos opuestos, lo que se ha considerado injustificadamente que descalifica la interacción de Coulomb como implicada en la atracción gravitatoria, como se discute en la Referencia [72].

Se espera que la próxima generación de teóricos también identifique e integre las cuatro principales desconexiones que se han identificado en el transcurso de este proyecto en la progresión de la adquisición de conocimientos a partir de los datos experimentales recogidos a lo largo de la historia, y que finalmente se produzca una reconexión plena con los 300 años de progreso experimental continuo que culminaron en la explosión literal de nuevos descubrimientos que caracterizó las últimas décadas del siglo XIX y culminó en la oleada de aplicaciones tecnológicas de éxito con las que la comunidad de ingenieros nos agració durante el siglo XX.

Referencias

- [1] Einstein, A. (1905c) *Zur Elektrodynamik bewegter Körper*. *Annalen der Physik*, vol. 17, n° 10, 30 juin 1905, p. 891–921 ([DOI 10.1002/andp.19053221004](https://doi.org/10.1002/andp.19053221004), <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/andp.19053221004>)
- [2] De Broglie, L. (1993) *La physique nouvelle et les quanta*, Flammarion, France 1937, 2nd Edition 1993, with new 1973 Preface by Louis de Broglie. ISBN: 2-08-081170-3.
- [3] Michaud, A. (2016) *On De Broglie's Double-particle Photon Hypothesis*. *J Phys Math* 7: 153. doi:10.4172/2090-0902.1000153. <https://www.hilarispublisher.com/open-access/on-de-broglies-doubleparticle-photon-hypothesis-2090-0902-1000153.pdf>
- [4] Michaud, A. (2021) *De Broglie's Double-Particle Photon*. In: Dr. Jelena Purenovic, Editor. *Newest Updates in Physical Science Research Vol. 4*, 63–102. <https://doi.org/10.9734/bpi/nupsr/v4/1979F> <https://stm.bookpi.org/NUPSR-V4/article/view/1642>
- [5] Michaud, A. (2013) *The Mechanics of Electron-Positron Pair Creation in the 3-Spaces Model*. *International Journal of Engineering Research and Development e-ISSN: 2278-067X, p-ISSN: 2278-800X*. Volume 6, Issue 10. pp. 01-10. <http://ijerd.com/paper/vol6-issue10/F06103649.pdf>
- [6] Wien, W. (1901) *Über die Möglichkeit einer elektromagnetischen Begründung der Mechanik*, *Annalen der Physik*. 310, Nr. 7, 1901, S. 501-513 <https://zenodo.org/record/1424001/files/article.pdf> [https://en.wikisource.org/wiki/Translation:On the Possibility of an Electromagnetic Foundation of Mechanics](https://en.wikisource.org/wiki/Translation:On_the_Possibility_of_an_Electromagnetic_Foundation_of_Mechanics)
- [7] Kaufmann, W. (1901) *Die magnetische und elektrische Ablenkbarkeit der Bequerelstrahlen und die Scheinbare Masse der elektronen*. Vorgelegt in der Sitzung vom 8. November 1901. *Göttinger Nachrichten, Math.-phys. Klasse, Jg. 1901, S. 143–155*. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/62/Kaufmann_magnetische_und_elektrische_Ablenkbarkeit_der_Bequerelstrahlen_1901.pdf
- [8] Michaud, A. (2023) *Introduction to Synchronized Kinematic and Electromagnetic Mechanics*, *Journal of Modern Physics*, **14**, 876-932. doi: [10.4236/jmp.2023.146051](https://doi.org/10.4236/jmp.2023.146051), https://www.scirp.org/pdf/jmp_2023053016192489.pdf
- [9] Michaud, A. (2023) *Electromagnetic and Kinematic Mechanics Synchronized in their Common Vector Field: A Mathematical Relation*. In: Dr. Madogni Vianou Irene, Editor. *Current Perspective to Physical Science Research Vol. 3*. November 23, 2023, Page 55-131. <https://doi.org/10.9734/bpi/cppsr/v3> <https://doi.org/10.9734/bpi/cppsr/v3/6575B>
- [10] Kaufmann, W. (1902a) *Über die electromagnetische Masse des Elektrons*. *Göttinger Nachrichten* (5): 291–296.

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_K$ en los espacios de configuración

<http://www.digizeitschriften.de/dms/img/?PID=GDZPPN002499444>

- [11] Kaufmann, W. (1902b) *Über die electromagnetische Masse des Elektrons*. Physikalische Zeitschrift, **4** (1b): 54–56
https://wikilivres.org/wiki/Die_elektromagnetische_Masse_des_Elektrons
- [12] Kaufmann, W. (1903) *Über die "Elektromagnetische Masse" der Elektronen*, Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften Nachrichten, Mathem.-Phys. Klasse, pp. 91-103.
http://gdz.sub.uni-goettingen.de/dms/load/img/?PPN=PPN252457811_1903&DMDID=DMDLOG_0025
- [13] Pais, A. (2008) *Subtle is the Lord: The Science and the Life of Albert Einstein*. Oxford University Press. 2008.
- [14] Millikan, R.A. (1913) *On the Elementary Electric Charge and the Avogadro Constant*. Phys. Rev. **2**, 109 – Published 1 August 1913.
<https://journals.aps.org/pr/pdf/10.1103/PhysRev.2.109>
- [15] Michaud, A. (2016) *On Adiabatic Processes at the Elementary Particle Level*. J Phys Math **7**: 177. doi:10.4172/2090-0902.1000177.
<https://projecteuclid.org/journals/journal-of-physical-mathematics/volume-7/issue-2/On-Adiabatic-Processes-at-the-Elementary-Particle-Level/10.4172/2090-0902.1000177.full>
- [16] Michaud, A. (2021) *On Adiabatic Processes at the Subatomic Level*. In: Dr. Jelena Purenovic, Editor. *Newest Updates in Physical Science Research Vol. 4*, 30–62.
<https://doi.org/10.9734/bpi/nupsr/v4/1978F>
<https://stm.bookpi.org/NUPSR-V4/article/view/1641>
- [17] D'Abro, Aram. (1951) *The Rise of the New Physics*. Dover Publications, New York.
- [18] Michaud, A. (2022) *Demystifying the Lorentz Force Equation*. Journal of Modern Physics, **Vol.13 No.5, May 2022**, DOI: [10.4236/jmp.2022.135046](https://doi.org/10.4236/jmp.2022.135046)
https://www.scirp.org/pdf/jmp_2022053015080692.pdf
- [19] Lorentz, H.A. (1904) *Electromagnetic phenomena in a system moving with any velocity smaller than that of light*, in: KNAW, Proceedings, **6**, 1903-1904, Amsterdam, 1904, pp. 809-831.
https://en.wikisource.org/wiki/Electromagnetic_phenomena.
- [20] Michaud, A., (2024) *Critical Analysis of the Origins of Heisenberg's Uncertainty principle*. Journal of Modern Physics, **14**, 876-932.
https://www.scirp.org/pdf/jmp2024156_17505289.pdf
- [21] Michaud, A. (2013) *From Classical to Relativistic Mechanics via Maxwell*, International Journal of Engineering Research and Development, e-ISSN: 2278-067X, p-ISSN: 2278-800X. Volume 6, Issue 4. pp. 01-10.
https://www.researchgate.net/publication/282353551_From_Classical_to_Relativistic_Mechanics_via_Maxwell
- [22] Anderson, C.D. (1933) *The Positive Electron*, California Institute of Technology, Pasadena, California (Received February 28, 1933).

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_K$ en los espacios de configuración

<https://journals.aps.org/pr/pdf/10.1103/PhysRev.43.491>

- [23] Dirac, P.A.M. (1928) *The Quantum Theory of the Electron*. Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of a Mathematical and Physical Character, Volume 117, Issue 778, pp. 610-624.
<https://doi.org/10.1098/rspa.1928.0023>
<https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rspa.1928.0023>
- [24] Blackett, P.M.S., & Occhialini, G. (1933) *Some photographs of the tracks of penetrating radiation*, Proceedings of the Royal Society, 139, 699-724.
<https://royalsocietypublishing.org/doi/epdf/10.1098/rspa.1933.0048>
- [25] McDonald, K., et al. (1997) *Positron Production in Multiphoton Light-by-Light Scattering*, Phys.Rev.Lett.79,1626.
<http://www.slac.stanford.edu/exp/e144/>.
<http://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.79.1626>.
- [26] Particle Data Group. *The European Physical Journal - Review of Particle Physics*, Volume 15 – Number 10-4.2000.
- [27] Searle, G.F.C. (1897) *On the Steady Motion of an Electrified Ellipsoid*, Demonstrator in Experimental Physics, Cavendish Laboratory, Cambridge.
<https://zenodo.org/record/1431237/files/article.pdf>
- [28] Ernst A. & Hsu J.P. (2001). *First Proposal of the Universal Speed of Light by Voigt in 1887*, Chinese Journal of Physics, Vol. 39, No. 3.
http://adsabs.harvard.edu/cgi-bin/nph-data_query?bibcode=2001ChJPh..39..211E&link_type=ARTICLE&db_key=PHY&high=
- [29] De Broglie, L. (1925) *Recherche sur la théorie des quanta*, Annales de Physique, Masson & Cie, Éditeurs. Paris.
<https://theses.hal.science/file/index/docid/47078/filename/tel-00006807.pdf>
- [30] De Broglie, L. (2021) *Research on the Theory of Quanta*, Minkowski Institute Press. Edited by Vesselin Petkov. Montreal. Canada. <https://www.amazon.ca/Research-Theory-Quanta-Louis-Broglie/dp/1927763983?asin=1927763983&revisionId=&format=4&depth=1>
- [31] Marmet, P. (2003) *Fundamental Nature of Relativistic Mass and Magnetic Fields*. International IFNA-ANS Journal, No. 3 (19), Vol. 9. Kazan State University.
<http://www.newtonphysics.on.ca/magnetic/index.html>
- [32] Michaud, A. (2007) *Field Equations for Localized Individual Photons and Relativistic Field Equations for Localized Moving Massive Particles*, International IFNA-ANS Journal, No. 2 (28), Vol. 13, pp. 123-140, Kazan State University, Kazan, Russia.
https://www.researchgate.net/publication/282646291_Field_Equations_for_Localized_Photons_and_Relativistic_Field_Equations_for_Localized_Moving_Massive_Particles
- [33] Michaud, A. (2018) *The Hydrogen Atom Fundamental Resonance States*. Journal of Modern Physics, 9, 1052-1110. doi: 10.4236/jmp.2018.95067.

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_K$ en los espacios de configuración

<https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=84158>

- [34] Michaud, A. (2020) *An Overview of The Hydrogen Atom Fundamental Resonance States*. In: Dr. Mohd Rafatullah, editor. *New Insights Into Physical Science Vol. 6*. West Bengal, India: Book Publisher International. 2020.
<http://bp.bookpi.org/index.php/bpi/catalog/book/265>
- [35] Einstein, A. (1905b) *Über die von der molekularkinetischen Theorie der Wärme geforderte Bewegung von in ruhenden Flüssigkeiten suspendierten Teilchen*. *Ann. d. Phys.* 17. P. 549. 1905. <https://doi.org/10.1002/andp.19053220806>
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/andp.19053220806>
- [36] Smoluchowski, M. (1906) *Zur kinetischen Theorie der Brownschen Molekularbewegung und der Suspensionen*. In: *Annalen der Physik*. Band 326, 1906, S. 756–780.
<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k15328k/f770.chemindefer>
- [37] Smoluchowski, M. (2023) *Study on Brownian Motion and Related Phenomena*. In: *Annalen der Physik*. Band 326, 1906, S. 756–780.
<http://www.minkowskiinstitute.org/mip/books/MvS.html>
- [38] Breidenbach M. et al. (1969) *Observed Behavior of Highly Inelastic Electron-Proton Scattering*, *Phys. Rev. Let.*, Vol. 23, No. 16, 935-939.
<http://www.slac.stanford.edu/pubs/slacpubs/0500/slac-pub-0650.pdf>
- [39] *The Electron-Ion Collider*. Brookhaven National Laboratory.
<https://www.bnl.gov/eic/>
- [40] Burkert, V.D. (2022) *Precision Studies of QCD in the Low Energy Domain of the EIC*. arXiv:2211.15746v1 [nucl-ex] 28 Nov 2022.
<https://arxiv.org/abs/2211.15746>
- [41] Lide, D.R., Editor-in-chief (2003) *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 84th Edition 2003-2004, CRC Press, New York. 2003.
- [42] Michaud, A. (2013) *The Mechanics of Neutron and Proton Creation in the 3-Spaces Model*. *International Journal of Engineering Research and Development*. e-ISSN: 2278-067X, p-ISSN : 2278-800X, Volume 7, Issue 9. pp. 29-53.
<http://ijerd.com/paper/vol7-issue9/E0709029053.pdf>
- [43] Michaud, A. (2017) *The Last Challenge of Modern Physics*. *J Phys Math* 8: 217. doi: 10.4172/2090-0902.1000217.
<https://www.hilarispublisher.com/open-access/the-last-challenge-of-modern-physics-2090-0902-1000217.pdf>
- [44] Michaud, A. (2013) *The Mechanics of Neutrinos Creation in the 3-Spaces Model*. *International Journal of Engineering Research and Development*. e-ISSN: 2278-067X, p-ISSN: 2278-800X. Volume 7, Issue 7, pp.01-08.
<http://www.ijerd.com/paper/vol7-issue7/A07070108.pdf>
- [45] Einstein, A. (1905d) *Ist die Trägheit eines Körpers von seinem Energieinhalt abhängig?* *Annalen der Physik*, vol. 18, n° 13, 1905, p. 639–641.
[DOI 10.1002/andp.19053231314](https://doi.org/10.1002/andp.19053231314).

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_K$ en los espacios de configuración

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/andp.19053231314>

http://www.fourmilab.ch/etexts/einstein/E_mc2/www/

- [46] Michaud, A. (2013) *The Expanded Maxwellian Space Geometry and the Photon Fundamental LC Equation*. International Journal of Engineering Research and Development, e-ISSN: 2278-067X, p-ISSN: 2278-800X. Volume 6, Issue 8, pp. 31-45.

<http://ijerd.com/paper/vol6-issue8/G06083145.pdf>.

- [47] Einstein, A. (1905a) *Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt*. *Annalen der Physik*, vol. 17, n° 6, 1905, p. 132–148. (DOI [10.1002/andp.19053220607](https://doi.org/10.1002/andp.19053220607),

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/andp.19053220607>

http://users.physik.fu-berlin.de/~kleinert/files/eins_lq.pdf

- [48] Michaud, A. (2013) *Deriving ϵ_0 and μ_0 from First Principles and Defining the Fundamental Electromagnetic Equations Set*. International Journal of Engineering Research and Development e-ISSN: 278-067X, p-ISSN: 2278-800X, Volume 7, Issue 4 (May 2013), PP. 32-39.

<http://ijerd.com/paper/vol7-issue4/G0704032039.pdf>

- [49] Einstein, A. (1910) *Le Principe de relativité et ses conséquences dans la physique moderne*. Traduit de l'allemand par E. Guillaume. *Archives des sciences physiques et naturelle* 29 (1910): 5-28; 125-144. Note: The German original has been lost.

<https://einsteinpapers.press.princeton.edu/vol3-doc/169>

<https://einsteinpapers.press.princeton.edu/vol3-doc/193>

- [50] Einstein, A. (1910) *The Principle of Relativity and its Implications in Modern Physics*. In: Vesselin Petkov, Editor. *Relativity: Meaning and Consequences for Modern Physics and for our Understanding of the World*. Minkowski Institute Press. Montreal. Canada. 2021.

<http://www.minkowskiiinstitute.org/mip/books/einstein2.html>

- [51] Wien, W. (1893). *Eine neue Beziehung der Strahlung schwarzer Körper zum zweiten Hauptsatz der Wärmetheorie*, *Sitzungsberichte der Königlich-Preußischen Akademie der Wissenschaften* (Berlin), 1893, 1: 55–62.

<https://www.biodiversitylibrary.org/item/93363#page/9/mode/1up>

- [52] Planck, M. (1900) *Über das Gesetz der Energieverteilung im Normalspectrum*. In: *Ann. Phys.* Band 4, Nr. 3, 1901, S. 553–563, [doi:10.1002/andp.19013090310](https://doi.org/10.1002/andp.19013090310).

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/andp.19013090310>

- [53] Michaud, A. (2021) *Our Electromagnetic Universe*. In: Dr. Mohd Rafatullah, Editor. *Newest Updates in Physical Science Research Vol. 12*. 23 July 2021, Page 64-82.

<https://doi.org/10.9734/bpi/nupsr/v12/11459D>

- [54] Michaud, A. (2024) *Evolution From the Complex Plane to the Quaternion Coordinate System to the Trispatial Geometry*. International Journal of Engineering Research and Development e-ISSN: 2278-067X, p-ISSN: 2278-800X. March 2024. Volume 20, Issue 3. pp. 108-130.

<http://www.ijerd.com/paper/vol20-issue3/2003108130.pdf>

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_Kc_K$ en los espacios de configuración

- [55] Nahin, P.J. (1998). *An Imaginary Tale – The Story of $\sqrt{-1}$* . Princeton University Press. New Jersey.
- [56] Minkowski, H. (1909) *Raum und Zeit*. Physikalische Zeitschrift **10** (1909) S. 104-111.
<http://archive.org/details/gesammelteabhan02weylgoog/page/n438/mode/2up?view=heater>
- [57] Minkowski, H. (2012) *Space and Time: Minkowski's papers on relativity*. Minkowski Institute Press, Montreal. P. 111-125.
<https://minkowskiinstitute.com/mip/books/minkowski.html>
- [58] Sears, F., Zemansky, M. and Young, H. (1984) *University Physics*, 6th Edition, Addison Wesley.
- [59] Ohanian, H.C. & Ruffini, R. (1994) *Gravitation and Spacetime*. Second Edition. W. W. Norton & Company, New York.
- [60] Michaud, A. (2013) *Unifying All Classical Force Equations*. International Journal of Engineering Research and Development, e-ISSN: 2278-067X, p-ISSN: 2278-800X, Volume 6, Issue 6 (March 2013), PP. 27-34.
<http://www.ijerd.com/paper/vol6-issue6/F06062734.pdf>
- [61] Michaud, A. (2013) *On The Magnetostatic Inverse Cube Law and Magnetic Monopoles*. International Journal of Engineering Research and Development e-ISSN: 2278-067X, p-ISSN: 2278-800X. Volume 7, Issue 5. pp. 50-66.
<http://www.ijerd.com/paper/vol7-issue5/H0705050066.pdf>
- [62] Kotler S., Akerman N., Navon N., Glickman Y., Ozeri R. (2014) *Measurement of the magnetic interaction between two bound electrons of two separate ions*. Nature magazine. doi:10.1038/nature13403. Macmillan Publishers Ltd. Vol. 510, pp. 376-380.
https://www.nature.com/articles/nature13403.epdf?referrer_access_token=yoC6RXrPyxwvQviChYrG0tRgN0jAjWel9jnR3ZoTv0PdPJ4geER1fKVR1YXH8GThqECstdb6e48mZm0qQo2OMX_XYURkzBSUZCrXm8VipvnG8FofxB39P4lc-1UIKEO1
- [63] Cornille, P. (2003) *Advanced Electromagnetism and Vacuum Physics*. World Scientific Publishing Co. ISBN 981-238-367-0.
- [64] Giancoli D.C. (2008) *Physics for Scientists & Engineers*. Pearson Prentice Hall, USA.
- [65] Griffiths, D.J. (1999) *Introduction to Electrodynamics*. Prentice Hall, USA.
- [66] Ciufolini I & Wheeler JA (1995). *Gravitation and Inertia*, Princeton University Press.
- [67] Michaud, A. (2020) *Electromagnetism according to Maxwell's Initial Interpretation*. Journal of Modern Physics, 11, 16-80. <https://doi.org/10.4236/jmp.2020.111003>.
https://www.scirp.org/pdf/jmp_2020010915471797.pdf.
- [68] Michaud, A. (2020) *Emphasizing the Electromagnetism according to Maxwell's Initial Interpretation*. In: Dr. Thomas F. George, Editor. Chapter 4 In New Insights into Physical Science Vol. 10. West Bengal, India: Book Publisher International. 2020. <http://dx.doi.org/10.9734/bpi/nips/v10>.

De $E=m_0c^2$ en el espacio normal a $E=m_0c_kc_k$ en los espacios de configuración

<https://bp.bookpi.org/index.php/bpi/catalog/book/350>

[69] Michaud, A. (2020) *Introduction to Electromagnetism according to Maxwell - Electromagnetic Mechanics*, Generis Publishing, ISBN 978-9975-3238-3-3.

<http://generis-publishing.com/book.php?title=introduction-to-electromagnetism-according-to-maxwell-electromagnetic-mechanics>

[70] Jackson, J.D. (1997) *Classical Electrodynamics*, Third Edition. John Wiley & Sons, Inc. 1997.

[71] Michaud, A. (2021) *The Last Challenge of Modern Physics: Perspective to Concept and Model Analysis*. In: Dr. Jelena Purenovic, Editor. *Newest Updates in Physical Science Research* Vol. 4, 1–29.

<https://stm.bookpi.org/NUPSR-V4/article/view/1640>

[72] Michaud, A. (2013) *Inside planets and stars masses*. *International Journal of Engineering Research and Development*. e-ISSN: 2278-067X, p-ISSN: 2278-800X. Volume 8, Issue 1. pp. 10-33.

<http://ijerd.com/paper/vol8-issue1/B08011033.pdf>

[73] Michaud, A. (2020) *Gravitation, Quantum Mechanics and the Least Action Electromagnetic Equilibrium States*. In: Amenosis Lopez, editor. *Prime Archives in Space Research*. Hyderabad, India: Vide Leaf. 2020.

<https://videleaf.com/gravitation-quantum-mechanics-and-the-least-action-electromagnetic-equilibrium-states/>

[74] *Fondation Louis de Broglie*. Institut Louis de Broglie. Academie des Sciences, 23, Quai de Conti ; 75006 Paris.

<https://fondationlouisdebroglie.org/institut.html>

[75] Gamow, G. (1962) *Gravity*, Science Study Series, Doubleday.