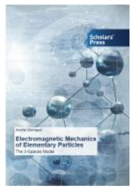
the general science journal

De la mecánica clásica a la mecánica relativista vía Maxwell

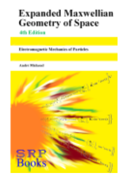
André Michaud

Este artículo es

parte de
Electromagnetic Mechanics of Elementary Particles
publicado por
Scholar's Press



tomado del libro de divulgación
Expanded Maxwellian Geometry of Space



➔ Click here for English version

➔ Cliquer ici pour version française

➔ Hier anlicken für die Deutsche Fassung

Resumen:

Se puede demostrar que la ecuación cinética no relativista de Newton se puede actualizar a la condición relativista completa, integrando el aspecto magnético de las partículas elementales masivas derivado de la hipótesis de Louis de Broglie respecto a la estructura interna del fotón electromagnético localizado, y de la exploración notable de Paul Marmet del aspecto magnético del electrón en movimiento, que nombraba la "masa relativista", permitiendo distinguir el aspecto magnético de la masa en reposo del electrón del de su incremento de masa relativista.

Esto se traduce en un conjunto completo de ecuaciones relativistas, una de las cuales siendo la primera que permite el cálculo de la velocidad de todas las partículas que existen, a partir de los fotones a la velocidad de la luz, hasta las velocidades y masas relativistas de todas las partículas masivas, estas últimas, desde la inmovilidad total hasta asintóticamente cerca de la velocidad de la luz y masa infinita asociada.

La versión inglesa de este artículo ha sido publicada en 2013 en el International Journal of Engineering and Development, y se puede consultar en el sitio web del Journal:

International Journal of Engineering Research and Development e-ISSN: 2278-067X, **p-**ISSN: 2278-800X. Volume 6, Issue 4 (March 2013), PP. 01-10.

Toda referencia formal a este artículo debe ser hecha a la versión inglesa publicada al International Journal of Engineering and Development.

Aquí está su traducción en español:

De la mecánica clásica a la mecánica relativista vía Maxwell

André Michaud
SRP Inc Service de Recherche Pédagogique Québec Canada

Resumen:- Se puede demostrar que la ecuación cinética no relativista de Newton se puede actualizar a la condición relativista completa, integrando el aspecto magnético de las partículas elementales masivas derivado de la hipótesis de Louis de Broglie respecto a la estructura interna del fotón electromagnético localizado, y de la exploración notable de Paul Marmet del aspecto magnético del electrón en movimiento, que nombraba la "masa relativista", permitiendo distinguir el aspecto magnético de la masa en reposo del electrón del de su incremento de masa relativista. Esto se traduce en un conjunto completo de ecuaciones relativistas, una de las cuales que es la primera que permite el cálculo de la velocidad de todas las partículas que existen, a partir de los fotones a la velocidad de la luz, hasta las velocidades y masas relativistas de todas las partículas masivas, estas últimas, desde la inmovilidad total hasta asintóticamente cerca de la velocidad de la luz y la masa infinita que es asociada con ella.

Palabras clave:- Ecuaciones relativistas, ecuaciones clásicos, Marmet, Maxwell, masa magnética

I. LA CONTRIBUCIÓN DEL ASPECTO MAGNÉTICO DE UN ELECTRÓN A SU MASA

El físico Paul Marmet hizo un descubrimiento notable a propósito de la relación que existe entre el aspecto magnético del electrón y su contribución a la masa en reposo y a la masa relativista de esta partícula. En un artículo publicado en 2003 **[2]**, obtuvo la definición siguiente de la corriente cuantificando la carga del electrón en la ecuación de Biot-Savart, eliminando así el elemento "tiempo", reemplazando dt por dx/v, ya que la velocidad de la corriente es constante en cualquier momento dado:

$$I = \frac{dQ}{dt} = \frac{d(Ne)}{dt} = \frac{d(Ne)v}{dx} \tag{1}$$

Donde "e" representa la carga unitaria del electrón y N representa el número de electrones en un Amperio.

> Notamos que aunque en su artículo **[2]**, Marmet exponga una hipótesis personal evidentemente sujeta a discusión, la primera parte de su artículo, de la Sección 1 hasta la Sección 7, es una demostración matemática sin falla, cuyas implicaciones constituyen un progreso enorme, contribuyendo a aumentar nuestra comprensión de la estructura electromagnética interna de las partículas elementales. Leyendo su artículo, el lector debería ser consciente que debido a un error tipográfico aparente en el artículo publicado, su ecuación (7) debería ser formulada como sigue, dado que una sola carga es considerada y que para toda velocidad instantánea considerada, el campo **B** posee la intensidad exacta asociada con esta velocidad, lo que Marmet explica claramente de hecho:
>
> $$\mathbf{B}_i = \frac{\mu_0 e^- v}{4\pi r^2}$$

Sustituyendo luego el valor resultante de "I" en la versión escalar siguiente de la ecuación de Biot-Savart, permite eliminar también el factor "tiempo" de esta ecuación:

$$d\mathbf{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi r^2}\sin(\theta)\,dx = \frac{\mu_0 v}{4\pi r^2}\sin(\theta)\,d(Ne) \tag{2}$$

Sin entrar en el detalle fino de su derivación, que es desarrollada muy claramente en su artículo ([2], Ecuaciones (1 - 26)), mencionamos solamente que la etapa final de este desarrollo consiste en integrar esféricamente la energía magnética del electrón, cuya densidad es matemáticamente considerada variar radialmente de un límite máximo situado en el infinito a un límite mínimo que corresponde a r_e:

$$M = \left\{\frac{\mu_0 e^2 v^2}{2(4\pi)^2 c^2 r^4}\right\} 2\pi\int_0^{\pi}\sin(\theta)\,d\theta\int_{r_e}^{\infty} r^2 dr \tag{3}$$

El parámetro r_e = 2.817940285E-15 m es tradicionalmente nombrado "el radio clásico del electrón" y está el límite inferior obligatorio de tal integración hasta el infinito, dado el hecho simple que de integrar más cerca de r=0 acumularía más energía que la realidad experimental lo permite. Tras la integración, finalmente obtenemos:

$$M = \frac{\mu_0 e^2 v^2}{8\pi r_e c^2} = \frac{m_e}{2}\frac{v^2}{c^2} \tag{4}$$

Lo que corresponde muy exactamente a la masa total del campo magnético de un electrón que se mueve a la velocidad v. Descubrió por la misma ocasión que **el aumento instantáneo de la masa magnética del electrón es función directa del cuadrado de su velocidad instantánea**, aunque su carga eléctrica permanece no cambiada.

Cuando esta velocidad es débil respecto a la velocidad de la luz, la ecuación clásica siguiente es obtenida, que permite determinar claramente la contribución del componente magnético a la masa en reposo del electrón:

$$\frac{\mu_0 e^2}{8\pi r_e}\frac{v^2}{c^2} = \frac{m_e}{2}\frac{v^2}{c^2} \tag{5}$$

donde "r_e" está el radio clásico del electrón (2.817940285E-15 m), y "e" representa la carga del electrón (1.602176462E-19 C), y de donde puede ser concluido que el campo magnético de la masa invariable del electrón en reposo corresponde muy exactamente a una masa de:

$$M_0 = \frac{m_0}{2} = \frac{\mu_0 e^2}{8\pi r_e} \tag{6}$$

sea exactamente la mitad de la masa en reposo del electrón, la otra mitad que pueda ser cualificada de su masa "eléctrica", ya que el electrón es una partícula electromagnética **[1]**.

Prestando atención en la diferencia entre las ecuaciones (4) y (6), observamos que M - M_0 representa el incremento de masa relativista asociado con la velocidad v. También notamos que la energía traslacional requerida para propulsar el electrón a esta velocidad está ausente de la ecuación. Un análisis y cálculos detallados revela sin embargo que la cantidad de energía cinética requerida para propulsar un electrón que tiene una masa magnética M a la velocidad v es exactamente iguala a la cantidad momentáneamente cautiva en el incremento de masa relativista M - M_0.

Esto significa que la cantidad total de energía que debe ser comunicada a un electrón en reposo para que se mueve a toda velocidad v puede ser definida como una cantidad de energía cinética que permanece unidireccional, es decir traslacional, más una cantidad iguala de energía cinética que se convierte momentáneamente en el incremento de masa relativista asociado con esta velocidad:

$$E_{\text{total}} = E_{\text{traslacional}} + E_{\text{incremento de masa magnética}} \tag{7}$$

Ya que la energía en movimiento no puede ser disociada del electromagnetismo, puede ser presumido que un componente eléctrico es implicado *de facto* en relación con la mitad de esta energía que constituye este incremento de masa magnética, que en contexto, es claramente de naturaleza "magnética". La sola manera según la cual esto puede ser cumplido de manera coherente es que la energía que constituye este incremento de masa magnética alterna entre este estado magnético y un estado eléctrico correspondiente, a la frecuencia que puede ser asociada con esta cantidad de energía:

$$E_{\text{total}} = E_{\text{traslational}} + \left[E_{\text{eléctrica}}\cos^2(\omega t) + E_{\text{magnética}}\sin^2(\omega t)\right] \tag{8}$$

A su vez, esta forma sugiere inmediatamente la relación LC siguiente para representar la estructura interna de la energía portadora de un electrón en movimiento, incluyendo la mitad en oscilación electromagnética que corresponde a su incremento de masa magnética relativista:

$$E = \frac{hc}{2\lambda} + \left[\frac{e^2}{2C_\lambda}\cos^2(\omega t) + \frac{L_\lambda\, i_\lambda^{\,2}}{2}\sin^2(\omega t)\right] \tag{9}$$

donde λ es la longitud de onda asociada con esta cantidad de energía electromagnética en movimiento y donde las ecuaciones clásicas siguientes sirven para calcular la capacitancia y la inductancia de un ciclo LC:

$$E_{E(max)} = \frac{q^2}{2C} \qquad E_{B(max)} = \frac{L\, i^2}{2} \tag{10}$$

¡ Por muy extraño que esto pueda parecer, la demostración de Marmet parece implicar que solamente la mitad magnética de la masa de un electrón sería implicada durante la aceleración, y que la otra mitad, que correspondería en este modelo a una energía unidireccional invariable localizada en el espacio electrostático, no tendría ningún papel que hay que jugar durante la aceleración de un electrón! Pero por supuesto, las cosas no son tan sencillas, y como lo sabemos, la energía puede ser representada por numerosas maneras.

Guiados sin embargo por la conclusión muy clara de Marmet y las relaciones LC exploradas tanto para el fotón como para el electrón en los artículos separados **[1]** y **[3]**, vamos a explorar cómo la energía de un electrón en movimiento puede ser representada por una relación entre la energía traslacional que sostiene su moméntum unidireccional (energía localizada en el espacio normal en el modelo de los 3-espacios), más la energía unidireccional invariable que forma parte de su masa en reposo (energía localizada en el espacio electrostático), y una representación de la energía magnética que constituye la masa magnética relativista instantánea total del electrón (energía localizada en el espacio magnetostático), que por su parte, aparentemente depende de su velocidad.

Obtendremos así un ratio entre todas las energías unidireccionales respecto a todas las energías magnéticas que son implicadas en el electrón en movimiento.

II. LA ECUACIÓN CINÉTICA NO RELATIVISTA DE NEWTON

Vamos a comenzar nuestra derivación a partir de la ecuación elemental de Newton para la energía cinética:

$$E_K = \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{donde, en contexto:} \quad E_K = \frac{m}{2}\frac{v^2}{} = m_m v^2 \tag{11}$$

donde m/2 será igual a m_m (La "masa magnética" de Marmet).

III. EL COMPONENTE MAGNÉTICO DE LA MASA DEL ELECTRÓN

Por otra parte, establecimos en un artículo precedente (**[1]**, Sección VIII, ecuación (26)), la ecuación LC del electrón en reposo, a partir de la del fotón, esta última que fue clarificada en el artículo separado **[3]**, lo que permite identificar muy claramente el componente magnético de la masa del electrón:

$$E = m_e c^2 = \left[\frac{hc}{2\lambda_C}\right]_Y + \left(2\left[\frac{(e')^2}{4C_C}\right]_X \cos^2(\omega t) + \left[\frac{L_C i_C{}^2}{2}\right]_Z \sin^2(\omega t)\right) \tag{12}$$

Mientras que la ecuación (12) estaba en proceso de desarrollo (ver artículo **[1]**), se volvió claro que la energía unidireccional que hay en el espacio electrostático (espacio-Y) correspondía muy precisamente a la mitad de la energía total que constituía la masa en reposo invariable del electrón, lo que dejaba la otra mitad de su energía, que oscila entre el espacio-Z magnetostático y el espacio-X normal, constituir la otra mitad de la masa en reposo invariable del electrón.

Reducimos pues la ecuación (12) a una forma instantánea que implica la energía que hay por una parte en el espacio electrostático, y por otra parte, la a su máximo en el espacio magnetostático (por consiguiente a cero en el espacio-X normal):

$$E = m_e c^2 = \left[\frac{hc}{2\lambda_C}\right]_Y + \left[\frac{L_C\ i_C{}^2}{2}\right]_Z \tag{13}$$

donde el subíndice ($_C$) se refiere por supuesto a la longitud de onda de Compton del electrón.

Aunque el campo magnético del electrón será tratado aquí como si matemáticamente fuera estático a su máximo en el espacio-Z magnetostático, para hacer evidente la relación entre el electrón y su fotón-portador, el lector debe tener en la mente que su oscilación LC entre <u>los espacios magnetostático Z y normal X</u> permanece en acción constantemente a la frecuencia de la energía de la masa en reposo del electrón **[1]**.

La situación será la misma por supuesto para el campo magnético del fotón-portador del electrón, que oscila LC permanentemente <u>entre los espacios magnetostático z y electrostático Y</u> a su propia frecuencia **[3]**. Este fotón-portador constituye en realidad la energía adicional que será incorporada más lejos (ecuación (18)) y que propulsa el electrón a la velocidad asociada.

La consecuencia de la diferencia entre la frecuencia de la energía de la masa en reposo del electrón y la de la energía de su fotón-portador (nombrada "Zitterbewegung") es explorada en la referencia ([6], Secciones 25.11.1 y 25.11.2).

IV. LA MASA MAGNÉTICA EN REPOSO DEL ELECTRÓN

Ya que la masa puede ser calculada dividiendo la energía que constituye esta masa por el cuadrado de la velocidad de la luz:

$$m_e = \frac{E}{c^2} \qquad \text{(desde } E=mc^2\text{)} \tag{14}$$

podemos por supuesto también calcular la masa magnética en reposo del electrón dividiendo la energía magnética obtenida a la ecuación (13) por el cuadrado de la velocidad de la luz:

$$m_m = \frac{E}{2c^2} = \frac{L_C\ i_C{}^2}{2\ c^2} \tag{15}$$

V. LA ENERGÍA CINÉTICA DEL ELECTRÓN EN FORMA DE UN RATIO

Sustituyendo ahora en la ecuación cinética de Newton adaptada para tener en cuenta la masa magnética de Marmet (11), la forma de la masa magnética definida a la ecuación (15), obtenemos:

$$E_K = m_m v^2 = \frac{L_C\ i_C{}^2}{2\ c^2} v^2 \tag{16}$$

Aislando el ratio de las velocidades, obtenemos la forma siguiente:

$$E_K = \frac{L_C\ i_C{}^2}{2} \frac{v^2}{c^2} \tag{17}$$

que es una forma idéntica a la definida de Marmet que pusimos como ecuación (5).

VI. RELACIÓN ENTRE LA ENERGÍA CINÉTICA UNIDIRECCIONAL Y LA ENERGÍA MAGNÉTICA DEL ELECTRÓN EN MOVIMIENTO

Sabemos también que la energía cinética unidireccional calculada con la ecuación de Newton no forma parte de la masa en reposo del electrón. Por consiguiente, se trata de una energía cinética en exceso de la energía invariable que constituye la masa en reposo del electrón. Pero en este modelo, la sola forma de energía cinética que contribuye al mantenimiento de la velocidad en el espacio-X normal ha sido definido en un artículo reciente como que forma parte de la ecuación LC del fotón (**[3]**, ecuación (16)), sea el elemento $(hc/2\lambda)_X$ de la ecuación siguiente:

$$E = \left(\frac{hc}{2\lambda}\right)_X + \left[2\left(\frac{e^2}{4C}\right)_Y \cos^2(\omega t) + \left(\frac{L\ i^2}{2}\right)_Z \sin^2(\omega t)\right] \tag{18}$$

sea una ecuación que vamos ahora a reducir a su versión instantánea implicando por una parte la energía unidireccional localizada en el espacio-X normal, y por otra parte, la que está en su máximo en el espacio-Z magnetostático (por consiguiente a cero en el espacio-Y electrostático), como le hicimos con la ecuación LC (12) para la energía del electrón en reposo:

$$E = \frac{hc}{2\lambda} + \frac{L\ i^2}{2} \tag{19}$$

Reemplazamos "E_K" en la ecuación (17) por la expresión que corresponde a la energía cinética unidireccional ($hc/2\lambda$) del fotón, como identificado en la ecuación (19):

$$\frac{hc}{2\lambda} = \frac{L_C\ i_C{}^2}{2} \frac{v^2}{c^2} \tag{20}$$

Damos ahora a la ecuación (20) la forma de un ratio entre la energía unidireccional sobre la energía magnética del electrón que será opuesto a un ratio de las velocidades al cuadrado:

$$\frac{hc/2\lambda}{(L_C\ i_C{}^2/2)} = \frac{v^2}{c^2} \tag{21}$$

VII. RECTIFICACIÓN DE LA VERSIÓN ELECTROMAGNÉTICA DESEQUILIBRADA DE LA ECUACIÓN DE NEWTON

Observamos pues inmediatamente que la ecuación (21) se presenta como un ratio simple de las energías opuesta a un ratio de las velocidades al cuadrado, lo que parece matemáticamente incorrecto, pero que no podía de ningún modo llamar la atención de Newton ya que el hecho de que la masa de una partícula es el equivalente de una energía dividida por el cuadrado de la velocidad de la luz era desconocido en su época. Pero con los conocimientos acumulados desde Newton, vamos ahora a explorar cómo este ratio puede ser rectificado para volverse matemáticamente correcto.

Antes de proceder, sin embargo, vamos a confirmar la identidad de este ratio (21) desequilibrado con la ecuación inicial de Newton para la energía cinética (11). Utilizaremos para hacerlo una energía muy familiar en la física fundamental, es decir la energía inducida al radio clásico de la órbita en reposo del átomo de Bohr. Por medio de los parámetros bien conocidos por el átomo de Bohr, verificaremos si obtenemos la misma velocidad clásica del electrón con la ecuación (21) que obtenemos con la ecuación (11).

Determinamos en primer lugar las variables diversas de esta ecuación.

El producto "hc" es por supuesto el producto de dos constantes fundamentales, es decir la velocidad de la luz (c=299792.458 m/s) y la constante de Planck (h=6.62606876E-34 J·s):

$$hc = 1.98644544\ \text{E-25 J·m} \tag{22}$$

Utilizaremos por supuesto la energía inducida a la órbita de Bohr, es decir 4.359743805 E-18 julios. Su longitud de onda será pues de:

$$\lambda_B = hc/E = 4.556335256\ \text{E-8 m} \tag{23}$$

Ver referencia (**[3]**, Sección 6.4, ecuación (12)) para el cálculo de la inductancia (L) de una cantidad de energía. ¿ Utilizaremos para este cálculo la longitud de onda de Compton del electrón, sea (λ_C = 2.426310215 E-12 m), la constante de estructura fina (α = 7.297352533E-3) y la constante de permeabilidad magnética del vacío (μ_0 = 1.256637061E-6):

$$L_C = \frac{\mu_0 \alpha \lambda_C}{8\pi^2} = 2.817940285\,\text{E-22 Henry} \tag{24}$$

Ver el mismo artículo (**[3]**, ecuación (14)), para el cálculo de la corriente asociada con esta inductancia para el electrón, donde "e" está la carga unitaria del electrón (1.602176462E-19 culombios):

$$i_C = \frac{2\pi e c}{\alpha \lambda_C} = 17045.08865\ \text{amperios} \tag{25}$$

Aunque la ecuación de Coulomb revela que la energía inducida por la fuerza de Coulomb a la órbita de Bohr es 4.359743805 E-18 j (27.2 eV), el nivel de energía considerado en mecánica clásica para el cálculo de la velocidad no relativista del electrón sobre la órbita de Bohr tradicionalmente fue la energía de ionización del electrón sobre esta órbita, que corresponde a la mitad de la energía calculada con la ecuación de Coulomb, sea E_K=2.179871902E-18 j (13.6 eV). Será pues este último nivel de energía que será utilizado para el cálculo de la velocidad no relativista del electrón con la ayuda de la ecuación cinética de Newton (11), así como la masa en reposo del electrón, sea m_e=9.10938188E-31 kg.

Aislando la velocidad en las ecuaciones (21) y (11), finalmente obtenemos:

$$v = \frac{c}{i_C}\sqrt{\frac{H}{\lambda_B L_C}} = 2187691.252\ \text{m/s} \quad \text{, y} \quad v = \sqrt{\frac{2E_K}{m_e}} = 2187691.252\,\text{m/s} \tag{26}$$

lo que es muy precisamente la velocidad clásica del electrón sobre la órbita de Bohr, que ahora calculamos con la versión electromagnética de la ecuación de Newton (21), así como con su ecuación clásica (11).

Considerando de nuevo la ecuación (21), analizamos las implicaciones.

Observamos que a pesar de haber utilizado la longitud de onda absoluta ((λ_B) de una energía de 4.359743805E-18 j (27.2 eV), que es la energía inducida permanentemente a la órbita de Bohr por la fuerza de Coulomb y que no puede ser liberada en el entorno, esta energía permite sin embargo obtener la velocidad clásica del electrón con la ecuación (26) derivada de la ecuación (21), a pesar de que la ecuación cinética clásica (11), así como su versión derivada del electromagnetismo (20) utilicen solamente la mitad de esta energía para calcular la velocidad clásica, la cual resulta ser sólo la porción unidireccional de la energía inducida a la órbita de Bohr, es decir 13.6 eV:

$$E = \frac{hc}{2\lambda_B} = \frac{mv^2}{2} = 2.179871902\ E-18\ \text{Joules} \tag{27}$$

Antes de ir más lejos, recordamos que en el ratio de la ecuación (21), re-inscrita aquí por comodidad, la energía unidireccional, es decir "traslacional" ($hc/2\lambda$), claramente es separada de la energía magnética ($L_C i_C{}^2/2$):

$$\frac{hc/2\lambda}{(L_C\ i_C{}^2/2)} = \frac{v^2}{c^2} \tag{21}$$

Observamos inmediatamente que según esta ecuación, parecería que la energía magnética ($L_C i_C{}^2/2$) del electrón permanece constante por definición ya que es opuesta al cuadrado de la velocidad de la luz "c", quién es constante, mientras que la energía portadora ($hc/2\lambda$) parece ser variable con arreglo al cuadrado de la velocidad "v", que es variable. ¡Pero sabemos de la ecuación (18) para la energía de un fotón, que al mismo tiempo que esta energía traslacional ($hc/2\lambda$) varía, su complemento de energía magnética ($Li^2/2$) varía en igual proporción!

Debe ser comprendido que en la época de Newton, las velocidades comprobables experimentalmente eran tan bajas respecto a velocidades que habrían podido revelar el menor aumento de masa relativista, que era imposible para Newton de aún sospechar tal posibilidad. Además, las cargas eléctricas y la inducción electrodinámica con arreglo a la ley de Coulomb eran todavía totalmente desconocidas.

Hagamos ahora la hipótesis que la cantidad de energía cinética unidireccional ($hc/2\lambda$) calculada con la ecuación cinética de Newton formaría parte de un tipo de "fotón-portador" que sería asociado con el electrón y que la velocidad medible del electrón sería debida al hecho de que este fotón-portador no podría desplazarse más rápidamente, dado la desventaja de deber transportar la masa inerte del electrón además de su propio componente electromagnético inerte ($Li^2/2$). Si se presume que tal fotón-portador presentaría la misma oscilación electromagnética LC que caracteriza un fotón electromagnético "normal" en el modelo de los 3-espacios [8], y que por consiguiente podría ser descrito con la misma ecuación LC, podemos poner la ecuación siguiente para describir este fóton-portador:

$$E = \frac{hc}{2\lambda} + \left[2\left(\frac{e^2}{4C_\lambda}\right)\cos^2(\omega t) + \frac{L_\lambda\ i_\lambda{}^2}{2}\sin^2(\omega t) \right] \tag{28}$$

Y su forma inercial:

$$E_\lambda = \frac{hc}{2\lambda} + \frac{L_\lambda\ i_\lambda{}^2}{2} \tag{29}$$

Podemos así aislar el componente "magnético" de este fotón-portador como lo hicimos para el electrón (ecuación (15)), en complemento a la energía cinética unidireccional que corresponde a la velocidad calculada con las ecuaciones (26), y poner como hipótesis que si añadíamos esta "energía magnética" postulada para el fotón-portador, a la del electrón en la ecuación (21), podríamos posiblemente acercar la conformidad con la conclusión de Marmet. Añadamos pues esta mitad presumida faltante de la energía del fotón-portador, es decir la parte ($L_\lambda i_\lambda{}^2/2$) de la ecuación (29), a nuestra ecuación (21), lo que nos da:

$$\frac{hc/2\lambda}{(L_C\ i_C{}^2/2) + (L_\lambda\ i_\lambda{}^2/2)} = \frac{v^2}{c^2} \tag{30}$$

Podemos ahora observar que la masa magnética del electrón aumentará ahora con la velocidad, aunque seguimos conservando un ratio simple opuesto a un ratio de las velocidades al cuadrado.

La energía del fotón-portador completamente ha sido integrada ahora en la ecuación (30). Considerando de nuevo la ecuación (13) respecto a la ecuación (30), observamos que la energía cinética "interna" únicamente unidireccional <u>de la masa en reposo del electrón</u> quién está presente en la ecuación (13), sea su energía electrostática ($hc/2\lambda_C$), no es representada en la ecuación (30), pero debe ciertamente ser incluida ya que constituye la mitad de la masa en reposo del electrón. Incluimos la pues en nuestra ecuación de modo que no cambia el ratio ya establecida, es decir añadiéndola y sustrayéndola de la energía que ya está unidireccional del fotón-portador:

$$\frac{hc/2\lambda + hc/2\lambda_C - hc/2\lambda_C}{(L_C\ i_C{}^2/2) + (L_\lambda\ i_\lambda{}^2/2)} = \frac{v^2}{c^2} \tag{31}$$

Esta inserción que se auto-anula puede parecer completamente inútil a primera vista, pero consideramos que el ratio al cuadrado al otro lado del signo de la igualdad revela que un ratio cuadrático debería serle opuesto en el lado del radio de las energías, y que esta mitad de la energía de la masa del electrón cautiva de manera estática en el espacio electrostático **[1]** en auto-anulación aparente desempeña ciertamente un papel en la determinación de la velocidad efectiva del electrón, dado su inercia.

Podemos ahora simplificar las divisiones por 2 ahora parasitarias y ya que la evidencia experimental proporcionada por Kaufmann [7] muestra que la masa en reposo completa del electrón es implicada en toda interacción transversal, doblaremos el valor de las representaciones de la energía de su componente magnético ($L_C i_C^2$) para tomar en consideración este hecho, y actuaremos lo mismo para su componente unidireccional (hc/λ_C) para mantener el equilibrio:

$$\frac{hc/\lambda + 2hc/\lambda_C - 2hc/\lambda_C}{(2L_C\ i_C{}^2) + (L_\lambda\ i_\lambda{}^2)} = \frac{v^2}{c^2} \tag{32}$$

Finalmente, recordamos que la conclusión de la demostración matemática de Marmet (su ecuación (23)) era que "***la energía magnética alrededor de un electrón individual aumenta con arreglo al cuadrado de la velocidad del electrón, exactamente como el crecimiento de su masa magnética***". En términos claros, esto significa que el aumento de su masa magnética debe también ser puesto al cuadrado. Así, como tecla final, pongamos al cuadrado el ratio entre las energías cinéticas unidireccionales y las energías magnéticas para alcanzar finalmente la armonía con el ratio de las velocidades que ya está al cuadrado:

$$\frac{\left(hc/\lambda + 2hc/\lambda_C\right)^2 - \left(2hc/\lambda_C\right)^2}{\left((2L_C\ i_C{}^2) + (L_\lambda\ i_\lambda{}^2)\right)^2} = \frac{v^2}{c^2} \tag{33}$$

VIII. ECUACIÓN GENERAL DE LAS VELOCIDADES RELATIVISTAS A PARTIR DE LA ENERGÍA PORTADORA

Resolviendo la ecuación cuadrática y simplificando la representación de las energías cinéticas unidireccionales nos dará ahora la ecuación siguiente:

$$\frac{(hc)^2\left(4\lambda + \lambda_C\right)}{\lambda_C\lambda^2\left((2L_C\ i_C{}^2) + (L_\lambda i_\lambda{}^2)\right)^2} = \frac{v^2}{c^2} \tag{34}$$

Algunas pruebas con valores diversos de λ mostrarán que **esta ecuación traza una curva de las velocidades relativistas idéntica a la de la ecuación famosa de la Teoría de la relatividad especial**. Comprobamos pues esta conclusión con la energía bien conocida por la órbita de mínima acción del átomo de Bohr para establecer claramente el procedimiento. En primer lugar, necesitamos los valores de las variables "L" y "i" de la inductancia magnética del fotón-portador, cuya longitud de onda de la energía (λ_B= 4.556335256E-8 m) fue determinada con la ecuación (23):

$$L_\lambda = \frac{\mu_0\alpha\lambda_\lambda}{8\pi^2} = 5.291772086\,\mathrm{E}-18\ \text{Henry} \tag{35}$$

y

$$i_\lambda = \frac{2\pi\, ec}{\lambda_\lambda \alpha} = 0.9076740 49\ \text{Ampere} \tag{36}$$

Ya habiendo calculado los valores de inductancia para la energía magnética de la masa del electrón en reposo (L_C y i_C) con las ecuaciones (24) y (25) a partir de la longitud de onda de Compton del electrón (λ_C=2.426310215 E-12 m), podemos ahora proceder. Aislando la velocidad en la ecuación (34), obtenemos:

$$v = hc^2\sqrt{\frac{4\lambda + \lambda_C}{\lambda_C\lambda^2(2L_C i_C{}^2 + L_\lambda i_\lambda{}^2)^2}} = 2{,}187{,}647.561\ \text{m/s} \tag{37}$$

que ya es la velocidad relativista exacta asociada con el electrón sobre la órbita de Bohr.

Sin embargo, la ecuación (37) es bastante compleja a manipular. Pero puede ser simplificada mucho si reemplazamos las variables de inductancia por sus definiciones (Ecuaciones (24), (25), (35) y (36)) y la damos la forma genérica requerida para trazar la curva de las velocidades relativistas del electrón, lo que da la ecuación simplificada siguiente:

$$f(x) = c\frac{\sqrt{4ax + x^2}}{2a + x} \tag{38}$$

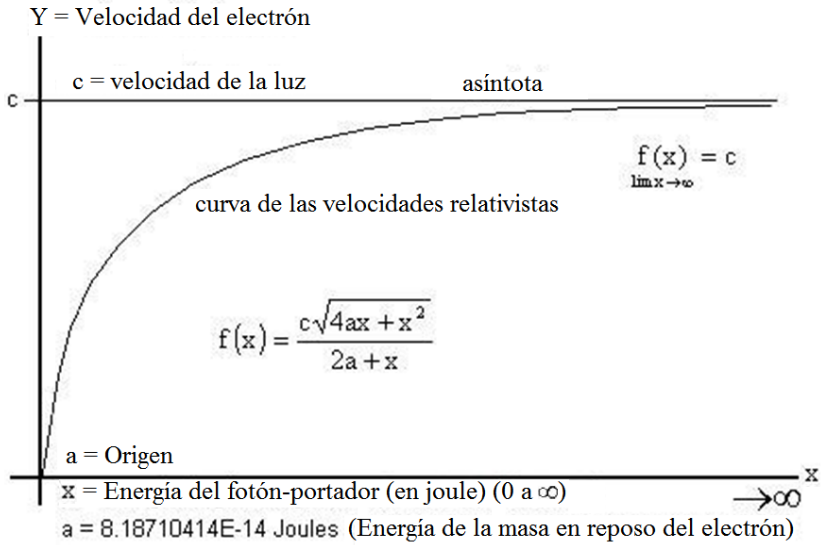


Fig.1: Curva de las velocidades relativistas a partir de la energía portadora.

En relación con la ecuación (38), que puede también ser formulada como sigue:

$$v = c\frac{\sqrt{4EK + K^2}}{2E + K} \tag{39}$$

donde "E" representa la energía de la masa en reposo de la partícula ($E=m_0c^2$) y "K" representa la energía cinética que debe ser añadida para permitir la velocidad relativista "v". También necesitamos calcular la masa relativista correspondiente. Esto puede por supuesto lograrse utilizando el factor tradicional de Lorentz:

$$m_r = \frac{m_0 c}{\sqrt{c^2 - v^2}} \tag{40}$$

Pero este método exige que la velocidad de la partícula sea conocida de antemano, lo que no es así con el modelo de los 3-espacios presente, como lo veremos luego.

La ecuación (39) reviste una importancia particular por otro lado porque permite también calcular **el factor g del electrón** a partir de los primeros principios, (ya que la ecuación (39) misma es sacada de la ecuación LC del electrón, en acuerdo completo con las ecuaciones de Maxwell), por oposición al valor actual del factor g del electrón, que es obtenido con una manera totalmente ad hoc (ver artículo separado a la referencia **[5]**).

IX. MASA RELATIVISTA A PARTIR DE LA ENERGÍA PORTADORA

Este modelo permite también determinar la masa relativista de una partícula elemental directamente a partir de la energía cinética que queremos añadir para propulsar su masa en reposo dividiéndola por dos:

$$m_r = m_0 + \frac{K}{2c^2} \tag{41}$$

Un cálculo simple mostrará que las ecuaciones (40) y (41) exactamente dan la misma masa relativista que la ecuación de la Teoría de la relatividad especial, pero de una manera mucho más simple con la ecuación (41):

$$m_r = \frac{m_0 c}{\sqrt{c^2 - v^2}} = m_0 + \frac{K}{2c^2} \tag{42}$$

Así pues, con la ecuación (42) directamente podemos calcular la energía cinética total de una partícula aunque conocemos solamente su velocidad relativista:

$$K = 2m_0c^2\left(\frac{c}{\sqrt{c^2 - v^2}} - 1\right) \quad \text{sea} \quad K = 2m_0c^2(\gamma - 1) \tag{43}$$

Alternativamente, con la ecuación (41), la energía cinética K puede ser obtenida aunque conocemos solamente la masa relativista de la partícula y su masa en reposo:

$$K = 2c^2(m_r - m_0) \tag{44}$$

Tenemos pues a nuestra disposición cuatro nuevas ecuaciones, sea (39)), (41), (43) y (44), que permiten calcular por separado las tres variables que determinan todos los estados de movimiento libres de las partículas masivas.

Por consiguiente, pueden lógicamente ser vistas como que pertenecen a una versión relativista de la mecánica de Newton, que, en este modelo, representa un subconjunto de la mecánica electromagnética de las partículas, que puede estar establecida aumentando la geometría del espacio de modo que la solución a la hipótesis de de Broglie a propósito del fotón electromagnético permanentemente localizado alcanza completa compatibilidad con las ecuaciones de Maxwell **[8]**.

Notamos pasando que la ecuación estándar de la Relatividad especial para la energía cinética es $K = m_0c^2(\gamma - 1)$.

Sin embargo, esta ecuación proporciona solamente la energía cinética unidireccional (es decir traslacional) requerida para que la masa relativista asociada se desplaza a la velocidad v, <u>pero no proporciona la otra mitad de la energía cinética del fotón-portador que se convierte en el incremento asociado de masa relativista</u>, contrariamente a la ecuación (43) del modelo presente.

¿ No sería normal para una ecuación relativista que concerniría a la energía cinética que debe ser concedida a la masa en reposo de una partícula (m_0) para que se desplace a una velocidad "v", que proporciona no sólo la energía traslacional que mantiene la velocidad de su masa relativista, pero también la cantidad de energía cinética que se convierte en su incremento de masa momentánea? Es por esta razón que la ecuación (43) dobla la energía cinética proporcionada por la ecuación relativista estándar, para que toda la energía cinética proporcionada en suplemento de la masa en reposo sea mencionada para el mantenimiento de la velocidad relativista obtenida. De hecho, tenemos ahora la prueba de que la ecuación estándar de la relatividad especial para la energía cinética debería ser formulada como sigue: $K = 2m_0c^2(\gamma - 1)$.

X. ECUACIONES RELATIVISTAS VALIDADAS PARA LOS FOTONES Y LAS PARTÍCULAS MASIVAS

Volvemos ahora a la ecuación (38), y vemos lo que pasa cuando reducimos a cero la energía del fotón-portador del electrón (haciendo x igual a cero):

$$f(x) = c\frac{\sqrt{4ax + x^2}}{2a + x} = c\frac{\sqrt{0 + 0^2}}{2a + 0} = c\frac{0}{2a} = 0 \tag{45}$$

Observamos que la velocidad ($f_{(x)} = v$) cae a cero, lo que exactamente es lo que se produce cuando ninguna energía es proporcionada a un electrón en suplemento de su masa en reposo. Considerando la ecuación (38) de nuevo, vemos esta vez lo que pasa cuando reducimos la energía de la masa en reposo del electrón a cero (ajustando "a" a cero):

$$f(x) = c\frac{\sqrt{4ax + x^2}}{2a + x} = c\frac{\sqrt{0 + x^2}}{0 + x} = c\frac{\sqrt{x^2}}{x} = c\frac{x}{x} = c \tag{46}$$

En este caso, observamos que queda en la ecuación sólo la energía del fotón-portador, sea el ratio entre su mitad unidireccional ($hc/2\lambda$) y su mitad magnética ($L_\lambda i_\lambda^2/2$), y que la fórmula se reduce a:

$$\frac{x}{x} = \frac{(hc/2\lambda)}{((L_\lambda\ i_\lambda{}^2/2))} = \frac{v}{c} \tag{47}$$

Una comprobación con cualquier valor de λ mostrará que la velocidad v entonces será igual sistemáticamente a c, sea la velocidad de la luz:

$$v = c\frac{(hc/2\lambda)}{((L_\lambda\ i_\lambda{}^2/2))} = 299{,}792{,}458\,\text{m/s} \tag{48}$$

probando así por similitud que ***la energía portadora que está en exceso de la de la masa en reposo de un electrón se acumula estructurándose de la misma manera que la de un fotón electromagnético libre* [8]*, y es de hecho un fotón electromagnético***, cuya velocidad es disminuida solamente debido al hecho de que debe transportar la energía inerte de la masa en reposo del electrón además de la energía inerte de su propia masa magnética. Si damos de nuevo a la ecuación (47) la forma general de la ecuación cinética de Newton (modelada según las ecuaciones (16) y (17)), obtenemos:

$$\frac{hc}{2\lambda} = \frac{L\,i^2}{2}\frac{c^2}{c^2} = \frac{L\,i^2}{2c^2}c^2 \qquad \text{sea} \qquad \boxed{E = m_m c^2} \tag{49}$$

demostrando así que ***la energía de un fotón que se desplaza a la velocidad de la luz puede verdaderamente ser representada como una masa magnética (en realidad una cantidad de energía electromagnética en oscilación LC transversal continúa) correspondiendo a la mitad de su energía, que sería propulsada a la velocidad de la luz por la otra mitad de su energía***, que permanecería en movimiento unidireccional, es decir en movimiento traslacional, conforme a la estructura electromagnética LC impuesta al fotón en el modelo de los 3-espacios **[8]**.

¿No hemos unido la mecánica de Newton con la teoría electromagnética de Maxwell de manera bastante convincente? Tenemos ahora a nuestra disposición una ecuación (38) muy especial que se reduce a dos otras formas muy especiales, es decir (45) y (47), que abarcan juntas la totalidad del espectro de las velocidades de todas las partículas electromagnéticas colisionables. La ecuación (45) muestra el electrón en reposo, mientras que la ecuación (38) representa el electrón que se desplaza a todas las velocidades posibles, y finalmente, la ecuación (47) representa cualquier fotón electromagnético que se desplaza siempre a la velocidad invariable de la luz "c".

XI. ECUACIÓN GENERAL DE LAS VELOCIDADES RELATIVISTAS A PARTIR DE LAS LONGITUDES DE ONDA

El lector posiblemente observó cuando resolvimos la ecuación cuadrática y simplificamos la ecuación (33) para obtener la ecuación (34), que la resolución de este cuadrático dejaba detrás solamente dos longitudes de onda además de la constante de aceleración transversal constituida por el producto de los constantes "h" y "c", algunas veces simbolizada como "H" en otros artículos sobre el modelo de los 3-espacios **[9]**. Convertimos ahora en la misma forma las partes magnéticas del ratio de las energías de la ecuación (34). Resolviendo la segunda cuadrática y simplificando, obtenemos así:

$$\frac{(hc)^2(4\lambda + \lambda_C)}{4\lambda_C\lambda^2\left(hc/\lambda_C + hc/2\lambda\right)^2} = \frac{v^2}{c^2} \quad \text{sea} \quad \frac{(hc)^2(4\lambda + \lambda_C)}{4\lambda_C\lambda^2(hc)^2\left(\frac{4\lambda^2 + 4\lambda\lambda_C + \lambda_C{}^2}{4\lambda^2\lambda_C{}^2}\right)} = \frac{v^2}{c^2} \tag{50}$$

Simplificando de nuevo, obtenemos una ecuación para las velocidades relativistas muy interesante que necesita sólo la longitud de onda de la energía portadora y la de la energía de la masa en reposo del electrón para obtener la gama entera de las velocidades posibles del electrón:

$$\frac{4\lambda\lambda_C + \lambda_C{}^2}{(2\lambda + \lambda_C)^2} = \frac{v^2}{c^2} \tag{51}$$

Si damos a la ecuación (51) la forma genérica para trazar una curva de las velocidades del electrón, obtenemos:

$$f(x) = c\frac{\sqrt{4ax + a^2}}{2x + a} \tag{52}$$

Comparamos ahora la ecuación (52) que depende de las longitudes de onda con la ecuación (38) que depende de las energías. Observamos la similitud de las estructuras de ambas ecuaciones a pesar del hecho de que son función inversa de sus variables, una similitud que permite a ambas ecuaciones de calcular exactamente la misma curva de las velocidades, pero en relación inversa.

Además, exactamente como la ecuación (39), la ecuación (51) permite también calcular **el factor g del electrón** (ver artículo **[5]**). Pero contrariamente a la ecuación (39), que puede ser derivada solamente a partir del modelo de los 3-espacios, la ecuación (51) puede también ser derivada de la Teoría de la relatividad especial, tal como demostrado en el artículo [4].

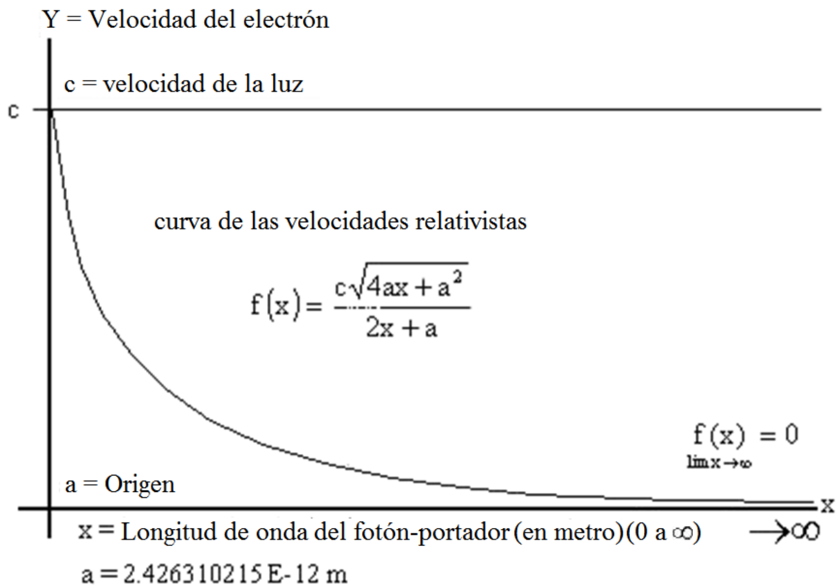


Fig.2: Curva de las velocidades relativistas a partir de las longitudes de onda de la energía.

Una comparación de ambos gráficos **Fig.1** y **Fig.2** confirmará visualmente la relación inversa.

XII. DERIVACIÓN DE LA ECUACIÓN RELATIVISTA DE LA RELATIVIDAD ESPECIAL Y DEL FACTOR DE LORENTZ A PARTIR DE UNA ECUACIÓN ELECTROMAGNÉTICA

Vamos ahora a proceder a la derivación de la ecuación famosa de la Teoría de la relatividad especial ($E=\gamma m_0c^2$) a partir de la ecuación (51). Debemos sin embargo aislar en primer lugar los 4 parámetros de esta ecuación.

$$v = c\sqrt{\frac{4\lambda\lambda_C+\lambda_C{}^2}{(2\lambda+\lambda_C)^2}} = c\sqrt{\frac{(4\lambda^2+4\lambda\lambda_C+\lambda_C{}^2)-4\lambda^2}{(2\lambda+\lambda_C)^2}} = c\sqrt{\frac{(2\lambda+\lambda_C)^2-4\lambda^2}{(2\lambda+\lambda_C)^2}} \tag{53}$$

$$v = c\sqrt{1-\frac{4\lambda^2}{(2\lambda+\lambda_C)^2}} = c\sqrt{1-\left(\frac{2\lambda}{2\lambda+\lambda_C}\right)^2} = c\sqrt{1-\frac{1}{\left(\frac{2\lambda+\lambda_C}{2\lambda}\right)^2}} \tag{54}$$

y finalmente:

$$v = c\sqrt{1-\frac{1}{\left(1+\frac{\lambda_C}{2\lambda}\right)^2}} \tag{55}$$

Ahora, de la definición de la energía derivada del trabajo de Marmet **[2,4]**, podemos poner:

$$E = hf = \frac{e^2}{2\varepsilon_0\alpha\lambda} \tag{56}$$

Lo que significa que la energía en exceso de la masa en reposo de la partícula en movimiento puede ser representada por:

$$E = \frac{e^2}{2\varepsilon_0\alpha\lambda} = \frac{e^2}{2\varepsilon_0\alpha}\frac{1}{\lambda} \tag{57}$$

Y que la energía contenida en la masa en reposo del electrón puede ser representada por:

$$m_0c^2 = \frac{e^2}{2\varepsilon_0\alpha\lambda_C} = \frac{e^2}{2\varepsilon_0\alpha}\frac{1}{\lambda_C} \tag{58}$$

Podemos fácilmente observar que todos los términos de ambas ecuaciones son unas constantes, salvo para las longitudes de onda. Lo que es de interés aquí es que ambos conjuntos de las constantes de ambas ecuaciones (57) y (58) son idénticos. Esto significa que podemos multiplicar y dividir las longitudes de onda término para término de la ecuación (55) por términos mutuamente cancelables de este conjunto de constantes sin cambiar el valor de la ecuación. Procedemos pues a partir de la ecuación (55):

$$v = c\sqrt{1-\frac{1}{\left(1+\frac{\lambda_C}{2\lambda}\right)^2}} = c\sqrt{1-\frac{1}{\left(1+\frac{2\varepsilon_0\alpha\lambda_C}{e^2}\frac{e^2}{4\varepsilon_0\alpha\lambda}\right)^2}} \tag{59}$$

Sustituyendo ahora a los miembros de izquierda de las ecuaciones (57) y (58) en la ecuación (59), obtenemos:

$$v = c\sqrt{1-\frac{1}{\left(1+\frac{1}{m_0c^2}\frac{E}{2}\right)^2}} \tag{60}$$

Vimos anteriormente que solamente la mitad de la energía en exceso de la de la masa en reposo de la partícula en movimiento contribuye al incremento relativista de la masa de la partícula. Reformulamos pues la ecuación (60) según este hecho:

$$v = c\sqrt{1-\frac{1}{\left(1+\frac{E/2}{m_0c^2}\right)^2}} = c\sqrt{1-\frac{1}{\left(\frac{m_0c^2+E/2}{m_0c^2}\right)^2}} \tag{61}$$

La etapa final de simplificación revela que la velocidad de la partícula puede ser calculada a partir de un ratio entre el cuadrado de la energía de la masa en reposo de la partícula y de la energía de su masa relativista:

$$v = c\sqrt{1-\left(\frac{m_0c^2}{m_0c^2+E/2}\right)^2} = c\sqrt{1-\left(\frac{m_0c^2}{mc^2}\right)^2} \tag{62}$$

Pero sabemos por otro lado que mc^2 corresponde a la energía total de la masa relativista momentánea de la partícula, lo que significa que $mc^2 = E$, lo que significa que sustituyendo este valor en la ecuación (62), obtenemos:

$$v = c\sqrt{1-\left(\frac{m_0c^2}{E}\right)^2} \tag{63}$$

Poniendo en el cuadrado y reordenando la ecuación (63), obtenemos:

$$\frac{v^2}{c^2} = 1-\left(\frac{m_0c^2}{E}\right)^2 \quad \text{et} \quad \left(\frac{m_0c^2}{E}\right)^2 = 1-\frac{v^2}{c^2} \tag{64}$$

Extrayendo la raíz cuadrada, finalmente obtenemos:

$$\frac{m_0c^2}{E} = \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \quad \text{y} \quad \frac{m_0c^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = E \tag{65}$$

Que se hace $\gamma m_0c^2 = E$, ya que recobramos en la ecuación (65) el factor de Lorentz:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \tag{66}$$

Lo que constituye la ecuación bien conocida por la teoría de la relatividad especial, ahora derivada a partir de la nueva ecuación (51) relativista, que es de origen estrictamente electromagnético:

$$E = \gamma m_0 c^2 \tag{67}$$

Un artículo publicado por separado **[9]**, describe ya cómo retro derivar la ecuación (51) a partir de la ecuación (67) tradicional de la teoría de la relatividad especial, lo que significa que hicimos un lazo sin falla entre la teoría de la relatividad especial y Maxwell pasando por la ecuación LC del modelo de los 3-espacios **[9]** como definida en los artículos separados [1**]** y [3].

CONCLUSIÓN

Tal como demostrado, el modelo de los 3-espacios revela 4 nuevas ecuaciones (ecuaciones (39), (41), (43) y (44)), que permiten calcular por separado las 3 variables que determinan todos los estados de movimiento libres posibles para las partículas masivas.

Además, la Sección X revela una ecuación muy especial (38) que se reduce a 2 otras formas muy especiales, es decir (45) y (47) que juntos cubren por entero el espectro de las velocidades de todas las partículas electromagnéticas. La ecuación (45) muestra el electrón en reposo, mientras que la ecuación (38) muestra el electrón que se desplaza a cualquier velocidad posible, y finalmente, la ecuación (47) muestra un fotón de cualquier energía que se desplaza siempre a la velocidad de equilibrio c.

BIBLIOGRAFÍA

[1]. 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. 36-49.

[2]. Marmet P (2003). **Fundamental Nature of Relativistic Mass and Magnetic Fields**, International IFNA-ANS Journal, No. 3 (19), Vol. 9. Kazan University, Kazan, Russia.

[3]. 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.

[4]. 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.

[5]. Michaud A (2013). **On the Electron Magnetic Moment Anomaly**. International Journal of Engineering Research and Development. e-ISSN: 2278-067X, p-ISSN: 2278-800X. Volume 7, Issue 3. pp. 21-25.

[6]. Michaud A (2004). **Expanded Maxwellian Geometry of Space**. 4th Edition. SRP Books.

[7]. Kaufmann W (1903). **Über die Elektromagnetische Masse** der Elektronen, Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften Nachrichten, Mathem.-Phys. Klasse, 1903, S. 91-103.

[8]. Michaud A. (2016). **On de Broglie's Double-Particle Photon Hypothesis**. J Phys Math 7: 153. doi:10.4172/2090-0902.1000153.

[9]. Michaud A. (2011). **The 3-Spaces Model, General Science Journal**.

Otros artículos por el mismo autor:

http://www.gsjournal.net/Science-Journals/Essays/View/2460

