ACERCA DE LA CONTRACCIÓN DEL ESPACIO EN LOS FENÓMENOS ELECTROMAGNÉTICOS

LOS CUERPOS COMO RESULTADO DE LA CONTRACCIÓN DEL ESPACIO

por

EMILIO LÓPEZ MEDINA

***

Este trabajo fue publicado en *The Toth-Maatian Review*, vol. 14, núm. 1, 1998, pp.6465-86 (ISSN 0740-7864)

***

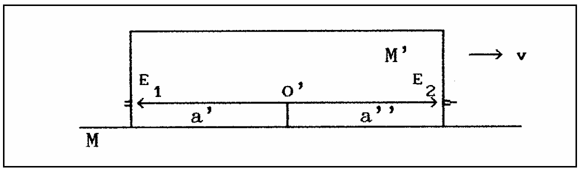
ABSTRACT. En el presente artículo se exponen los cálculos relativos a las longitudes espaciales en función de las propiedades que éstas adquieren en los fenómenos electromagnéticos. Como conclusión final se establece la hipótesis de la formación de la masa como una densificación-concentración de espacio.

PACS 03.30 - Teoría de la Relatividad, objeciones. Relatividad Restringida. Principio constituyente. Masas corpóreas

0. PRENOTACIONES

0.1. El Principio de la Relatividad de Galileo y la Experiencia de Michelson-Morley.

Sea un sistema M' en desplazamiento, con velocidad uniforme *v* en relación a otro sistema M que consideraremos estacionario a efectos metodológicos. M' puede ser identificable, por ejemplo, con el vagón de un tren, al que supondremos carente de irregularidades en su movimiento (vaivenes, giros, etc.), y M puede ser identificable con el andén. Si desde un punto 0', situado en el centro de M', se disparan simultáneamente dos proyectiles mecánicos *a'* y *a''* (dos balas, por ejemplo) hasta los puntos E_1 y E_2 situados respectivamente en cada una de las paredes del vagón (fig.1), se establece que si la velocidad de ambos proyectiles es la misma, su llegada a E_1 y E_2 será simultánea



(fig.1)

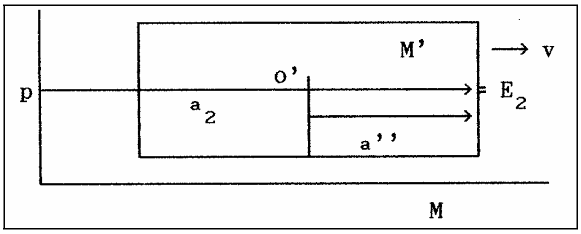
(o, suponiendo un regreso de ambos, su llegada a 0' también será simultánea). Este fenómenos físico ocurre independientemente de la velocidad *v* -uniforme- y del sentido del movimiento de M' respecto de M.

Mutatis mutandis, *si su llegada es simultánea*, habiendo sido también su salida, entonces se deduce que la velocidad de los proyectiles ha sido idéntica: $v_{a'} = v_{a''}$ (donde $v_{a'}$ y $v_{a''}$ simbolizan las velocidades de ambos).

Si en lugar de dos proyectiles mecánicos suponemos el movimiento de dos rayos de luz, *r'* y *r''*, que desde 0' se hacen incidir en E_1 y E_2, el principio no deja de cumplirse: *r'* y *r''* llegarán a E_1 y E_2 y volverán al punto 0' simultáneamente. Así está confirmado por el Experimento de Michelson-Morley (en el que la Tierra sería el equivalente de nuestro tren).

Consideremos ahora además el sistema de referencia M, representable mediante coordenadas, e identificable, según acordamos, con el andén y, por tanto, al que podemos considerar fijo con respecto del tren. En cuanto a un punto *p* de M, el vagón puede tener un movimiento de *alejamiento o de acercamiento* a las coordenadas matemáticas que determinan dicho sistema M. Veamos:

A) Sea como primer caso aquel en que, desde M, el sentido del movimiento de los proyectiles mecánicos y el del vagón coinciden. Supongamos que desde *p* de M, y por tanto externamente a M' (fig.2) se dispara une bala a_2 hacia E_2 (que, como sabemos, está situado en la pared del vagón). Si en el instante t_0, al paso de a_2 por el punto 0' de M', se dispara otro proyectil *a''*



(fig.2)

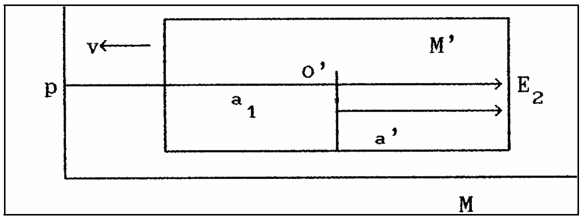
desde 0',en la misma dirección y sentido, y paralelo y tan próximo a a_2 como se quiera, se establece que *si la llegada de ambos al punto E_2 es simultánea* en el tiempo *t*, entonces a_2 ha tenido que desarrollar una velocidad mayor que *a''*, puesto que éste ha recorrido en ese tiempo la distancia $0'E_2$, mientras que a_2, desde M, ha tenido que recorrer $0'E_2+ vt$ (donde *vt* representa el espacio cubierto por el sistema M' a velocidad *v* respecto de M, en ese mismo tiempo *t*). De modo que, si v_{a2} et $v_{a''}$

representan la velocidad de a_2 y de *a''* respectivamente, entonces

$$v_{a2} > v_{a''}$$

B) Sea ahora el caso contrario, en que el sentido de los proyectiles y del movimiento del vagón estén encontrados:

Supongamos que el sistema M' se acerca con velocidad uniforme *v* hacia el punto *p* de M (fig.3). Análogamente al caso anterior, en el instante t_0 , al paso por 0' del proyectil a_1 que procede



(fig.3)

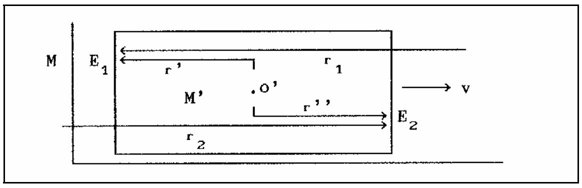
de *p* hacia E_2 , se dispara otro proyectil *a'* desde 0', tan cerca del anterior como se quiera en la misma dirección y sentido, y paralelo al mismo. Si ambos *llegan simultáneamente a E*$_2$, ha de reflexionarse que, dado que *a'* ha tenido que recorrer la distancia 0'E_2, mientras que, desde M, a_1 ha tenido que recorrer 0'E_2-*vt* (en cuanto que el punto E_2 "viene al encuentro" de a_1), entonces este proyectil ha desarrollado una velocidad menor que *a*'. Es decir,

$$v_{a'} > v_{a1}$$

0.2. <u>El Principio de Unicidad y la Constancia de la velocidad de la Luz.</u>

Ahora bien, ocurre que en la Naturaleza se presentan unos fenómenos que contradicen estos principios de la mecánica clásica, en cuanto que mantienen la propiedad de la igualdad y la unicidad de su velocidad independientemente de la desigualdad de velocidades entre los sistemas M y M': tal es el conjunto de fenómenos electromagnéticos, y en particular el caso de la luz. Veámoslo con más detalle:

Si en lugar de considerar proyectiles mecánicos a_1/a_2 y *a'/a"*, consideramos señales luminosas r_1/r_2 y *r'/r"*, al tiempo que el sistema M' lo identificamos con, por ejemplo, el planeta Tierra (fig.4), entonces ocurre experimentalmente que, para un observador situado en el sistema M', un rayo de



(fig.4)

luz r” emitido desde 0' en M’ al paso por este punto de otro rayo de luz r_2 que procede de algún punto de M (por ejemplo, una galaxia) llega simultáneamente con r_2 a cualquier punto de M’ (por ejemplo, ambos llegan simultáneamente al espejo E_2). Todo esto independientemente de la velocidad v de la Tierra e independientemente, incluso, de la velocidad de la fuente emisora de r_2 en relación a ella. Dígase lo mismo de un rayo *r’* respecto de otro r_1. Es la llamada *Propiedad de la Unicidad de la Luz*. Así está verificado por diversas experiencias y observaciones (por ejemplo, observaciones acerca de estrellas dobles), que confirman además que, por parejas (r'/r_1 o r''/r_2), los rayos se transmiten como si fueran *una y la misma señal* y que su velocidad, como hemos dicho, es independiente de la velocidad que pudiera animar a los sistemas en movimiento (cuerpos celestes, galaxias, etc.).

Por otra parte, si esta propiedad la ponemos en relación con la Experiencia de Michelson-Morley, encontramos que no sólo son simultáneas las señales que a igual recorrido en M’se transmiten en la misma dirección y sentido, sea cual sea el sistema de referencia del que parten, sino también que su velocidad es igual a la de cualquier señal luminosa, independientemente de su origen, su sentido o su dirección en el sistema M’, y de la velocidad y sentido, a su vez, de M’. De modo que, si en el sistema inercial M’ (fig.4) se cumple, independientemente de la velocidad y sentido del desplazamiento del mismo, que

$v_{r'} = v_{r''}$ (por la Propiedad de Michelson)

y, si

$v_{r''} = v_{r2}$ (por la Propiedad de la Unicidad)

entonces

$v_{r'} = v_{r2}$

Dígase lo mismo para

$v_{r'} = v_{r1}$ (por la Propiedad de la Unicidad)

y así

$v_{r2} = v_{r1}$ (por la Propiedad de Michelson)

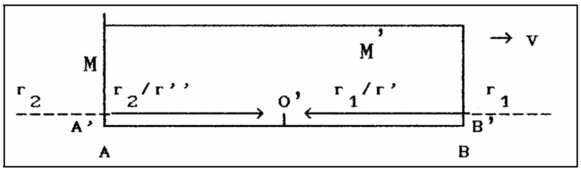
Dado que

$v_{r'} = v_{r''} = c$ (por la Propiedad de Michelson, donde c es la velocidad de la luz), entonces

$v_{r'} = v_{r''} = v_{r1} = v_{r2} = c$

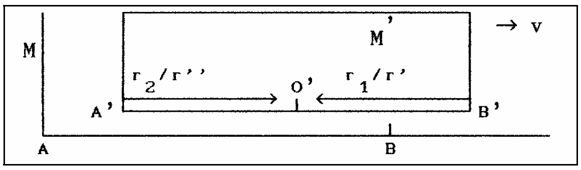
Conclusión: La luz se traslada con la misma velocidad c en todo el sistema M', independientemente del sentido y velocidad de éste. Se puede decir, pues, que la velocidad de la luz es constante en M', en cuanto que es la misma en cualquier caso para M'. Al mismo tiempo también, al ser independiente de la velocidad que pudiera animar la fuente luminosa (de modo que también en este respecto c es constante), se puede decir que la velocidad de la luz es Absoluta.

Por esta constancia de la velocidad de la luz y consiguiente simultaneidad de las señales en el sistema M' a igualdad de espacios recorridos, podemos concluir que, si en la coincidencia de los puntos *A'* de M' con *A* de M (y de *B'* con *B*), al paso de un sistema respecto del otro, una señal *r'* de M' se fusiona con otra señal r_1 de M, y otra *r''* con r_2 (propiedad de la Unicidad) -fig.5-, entonces,



(fig.5)

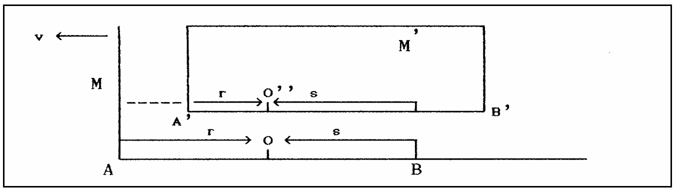
desde este sistema, ambas señales han de llegar simultáneamente al punto intermedio 0' de M' (fig.6).



(fig.6)

Ahora bien, de la misma manera que para M', las propiedades de la luz son idénticas para cualquier sistema, M por ejemplo, desde el cual las señales r (fusión de r_2/r'') y s (fusión de r_1/r')

“deberían coincidir” a su vez en el punto 0 de M, correspondiente a un punto 0'' de M’) -fig.7-, lo que genera la conocida paradoja a que se enfrenta la Teoría de la Relatividad y que trata de resolver planteando la hipótesis de un tiempo distinto -y así relativo- entre uno y otro sistema, fundado en esa supuesta disimultaneidad de las señales[1].



(fig.7)

Esta hipótesis de un tiempo relativo ya fue analizada en un trabajo anterior[2], en el que tratamos de demostrar que el Principio de la Relatividad y las propiedades de la Constancia y Unicidad de la luz exigen que la llegada de señales al sistema M’ en movimiento, incluso si éstas proceden desde fuera del mismo, se produzca en su punto intermedio 0', y este hecho ha de ser *cronológicamente* simultáneo para cualquier sistema (M, por ejemplo), para el cual el espacio de M’ se distorsionaría (contrayéndose-dilatándose) para fenómenos electromagnéticos. De modo que para M, aunque el fenómeno tiene lugar en 0' y no en 0'', la velocidad de la luz se mantendría constante por esta rarefacción del espacio de M’. (Dígase lo inverso desde M’, para el cual el sistema en movimiento sería M, incluso si éste también recibiera las señales desde puntos externos a él). Por ello, en dicho artículo se establece el *postulado* de que las señales se *incardinan* al sistema de que se trate como fenómenos propios de éste, de forma tal que objetivamente, desde M, *r* y *s* coinciden *sólo* en el punto 0', negándose así toda relatividad del tiempo.

Pues bien, desde este punto de vista trataremos de describir ecuacionalmente este hecho de la llegada de *r* y *s* al punto intermedio del sistema en movimiento, ampliando el campo teórico a la descripción que lógicamente ha de hacerse del problema e hipótesis consiguientes que lo expliquen.

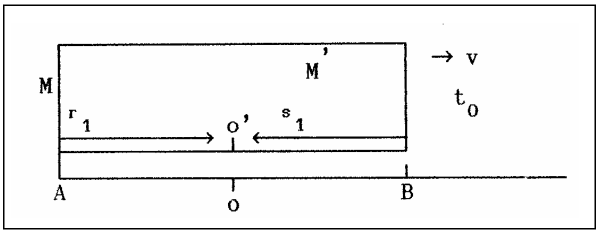
1. <u>CONTRACCIÓN/DILATACIÓN DEL ESPACIO</u>

Si nosotros establecemos las ecuaciones que estructuran los movimientos de los sistemas de modo que contengan los datos del fenómeno electromagnético descrito, habremos hallado cómo redundan estas propiedades excepcionales de los fenómenos electromagnéticos en las leyes de la adición de velocidades de esos sistemas. En ello encontramos resultados distintos según que la señal que se transmite *en el sistema en movimiento M'* se aleje o se acerque a un punto determinado en el sistema M, considerado estacionario.

1.1. <u>Contracción del espacio de la señal que se aleja en el sistema en movimiento</u>

1.1.1. <u>Cálculos sobre M' desde M</u>

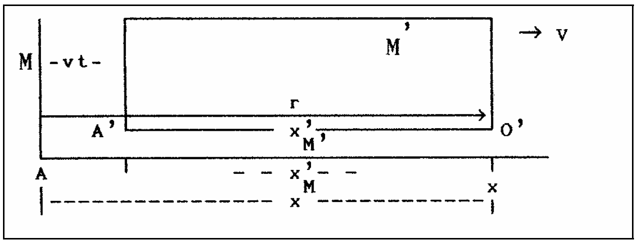
Sea un sistema móvil M' -por ejemplo, un vagón que supondremos lo suficientemente largo- con velocidad uniforme v, respecto de un sistema M que se considera estacionario. M' se mueve tan cerca de M (tocando a M) tanto como sea posible imaginar. Al paso de ese móvil por los puntos A y B de M, en el tiempo t_0 se hacen partir desde M dos señales electromagnéticas r_1 y s_1 (fig.8), que se transmiten a lo largo del móvil hacia 0', que constituye su punto intermedio.



(fig.8)

A efectos de la teoría, consideraremos en primer lugar el recorrido de la primera señal, y, para ello, la mitad del vagón, justo a partir de la ordenada del punto A hasta el punto 0', el cual será correspondiente a otro punto 0 en M en el momento t_0.

Si en ese instante t_0, en que parte la señal r_1 desde A de M, se hace partir desde M' otra señal r' desde el punto A' (correspondiente al punto A en t_0), los datos experimentales demuestran, como hemos dicho, que ambas señales r_1 y r' se transmiten como una señal única r. Pues bien, cuando en el instante t esta señal r ha alcanzado el punto 0' en M' (fig.9), las ecuaciones que, <u>desde el sistema M</u>, miden su recorrido (o, si se quiere, las coordenadas de situación de r) son las siguientes:



(fig.9)

a. *Cálculos mecánicos*:

El cálculo mecánico en M del recorrido x viene dado por la fórmula

$x = x'_M + vt$ [1a]

donde x es la abscisa de M correspondiente a 0', y x'_M es la longitud del vagón (x') medida desde M o, lo que es lo mismo, proyectada métricamente sobre la abscisa M (por ello hemos signado x'_M); vt es el espacio recorrido por el vagón en el tiempo t.

b. *Cálculos electrodinámicos*.

Desde M, la luz recorre la distancia x, de manera que la ecuación que determina tal recorrido es

$x = ct$ [1b]

donde c es la velocidad de la luz.

c. *Cálculos electromecánicos*

Como la fórmula [1b] no recoge el movimiento (mecánico) del sistema M', habrá de integrar para ello la fórmula en que se calcule ese movimiento, es decir, habrá de integrar la fórmula [1a], y así se refleje el recorrido de la luz en relación al sistema M', estableciendo

$ct = x'_M + vt$ [1c]

De esta forma, la ecuación [1c] habrá puesto en relación, coimplicándolos, este fenómeno electromagnético con la velocidad del sistema en movimiento; o, dicho de otra manera, la fórmula explicita con el patrón de la luz la adición de las distancias recorridas (se puede decir: se ha sustituido el patrón métrico, x, por un patrón electrodinámico, ct, de medición). Pero también se puede decir que el fenómeno ct se ha medido con el patrón métrico en cuanto que se iguala /reduce a términos de la distancia x'_M+vt. (Obsérvese que desde M no se puede decir que ese único rayo r haya recorrido la distancia A'0', dado que desde M ha recorrido la distancia A0', de forma que no hay lugar a presentar aquí el fenómeno al modo de x = ct + vt, etc.)

De [1c] se deduce:

$$ct - vt = x'_M$$
$$t\,(c-v) = x'_M$$
$$t = \frac{x'_M}{c - v}$$
$$t = \frac{x'_M}{c(1 - (v/c))}$$
$$tc = \frac{x'_M}{1 - (v/c)}$$

Como, desde M, $tc = x$, entonces

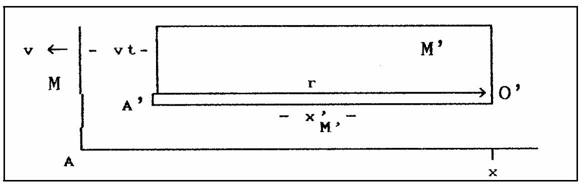
$$\boxed{x = \frac{x'_M}{1 - (v/c)}} \qquad [2]$$

o, lo que es lo mismo, $x'_M = x\,(1-(v/c))$.

Esta es, pues, la ecuación que desde M liga las distancias x'_M y x en función de las velocidades de la luz, c, y del sistema en movimiento, v. Dicho de otra manera, es la fórmula del movimiento de la luz en relación al movimiento uniforme de los sistemas y sus respectivas distancias recorridas.

1.1.2. <u>Cálculos sobre M’ desde M’</u>

Como hemos dicho anteriormente, puesto que en la Naturaleza no existe un movimiento absoluto porque no hay sistema de referencia fijo, será el sistema M el que desde M’ se aleje (fig.10).



(fig.10)

Por ello, para un observador en el sistema M’, el recorrido del rayo de luz r habrá sido $x'_{M'}$ (x' medido desde el sistema M’). Desde este punto de vista encontramos que los sistemas de ecuaciones de sus cálculos tendrán un desarrollo paralelo a los cálculos que se hacen desde M:

a. *Cálculos mecánicos*:

$$x = x'_{M'} + vt \qquad [3a]$$

b. *Cálculos electrodinámicos*:

En M' el recorrido de la señal *r* es $x'_{M'}$, lo que implica que

$$x'_{M'} = ct \qquad [3b]$$

puesto que la velocidad de la luz tiene también aquí el mismo valor *c* (de acuerdo con la Propiedad de Michelson y de la Unicidad).

c. *Cálculos electromecánicos*:

Introduciendo el dato anterior en [3a], encontramos

$$x = ct+vt \qquad [3c]$$

De donde

$$x = t\,(c+v)$$

$$t = \frac{x}{c(1+(v/c))}$$

$$ct = \frac{x}{1+(v/c)}$$

Como $ct=x'_{M'}$, en M', entonces

$$x'_{M'} = \frac{x}{1+(v/c)}$$

o, lo que es lo mismo,

$$\boxed{x = x'_{M'}\,(1+(v/c))} \qquad [4]$$ [3]

1.1.3. <u>Conclusión. El espacio se contrae.</u>

Si, por lo anterior, las medidas electromecánicas que un observador de M hace de la distancia recorrida son

$$x = \frac{x'}{1-(v/c)} \qquad [2]$$

mientras que un observador de M' hace las medidas

$$x = x'\,(1+(v/c)) \qquad [4]$$

entonces, en relación a las medidas que cada uno hace en su propio sistema (y *x'*, la longitud del vagón, puede considerarse patrón para cada uno de ellos), encontramos un factor de distorsión entre ambas/ambos: En efecto, igualando [2] y [4],

$$\frac{x'_M}{(1-(v/c))} = x'_{M'}\,(1+(v/c))$$

hallamos

$$\boxed{\frac{x'_M}{x'_{M'}} = 1-(v^2/c^2)} \qquad [5]$$

Al factor $1-(v^2/c^2)$ le llamaremos índice δ, e indica que las medidas de x' efectuadas desde M (es decir, x'_M), o desde M' (es decir, $x'_{M'}$) no son iguales para el fenómeno electromagnético y están sujetas a la variación δ indicada. Así, la fórmula

$$x'_M = x'_{M'}\,\delta \qquad [5]$$

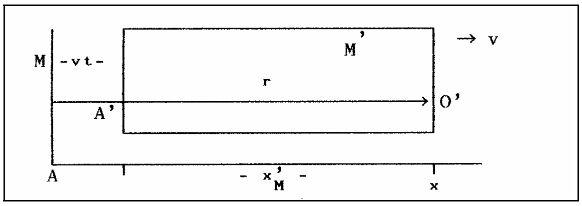
que es otra expresión de la anterior, relaciona igualándolas mediante el factor δ, las mediciones de x' hechas desde M y desde M'. Pues bien, como de hecho $1-(v^2/c^2)$ es un factor que depende de la velocidad v (supuesta c constante), entonces tal factor δ (cuyo valor es $\delta<1$) disminuye a medida que aumenta la velocidad v de M'. Esto implica que cualquier producto que contenga δ como factor se reduce en función del incremento de la velocidad del sistema en movimiento.

Pues bien, para una interpretación correcta de [5] ha de tenerse en cuenta lo siguiente: Inicialmente, la expresión $x'_M = x'_{M'}\,\delta$ no es propiamente un cálculo de x'_M o de $x'_{M'}$, puesto que en ambos términos es la misma longitud x' la que interviene como parámetro, bien que considerada desde M o desde M' -el valor de x' está calculado propiamente con otros parámetros distintos de x' en las fórmulas [2] y [4]-. Lo que realmente expresa [5] es una relación de identidad o de igualdad (podría decirse de proporcionalidad, si el término no se prestara a equívocos) acerca de la misma longitud x' (que no hay que olvidar que es una longitud de M'), según un observador en M o M'.

Desde este punto de vista, teniendo en cuenta precisamente que se trata de una relación de igualdad sobre una misma longitud, encontramos que uno de los términos está afectado por el factor δ, lo que sólo puede ser interpretado como que x'_M es igual a δ-veces $x'_{M'}$ (es decir, δ-veces la medición x' hecha en M') o, lo que es lo mismo, que x'_M es una medida reducida de la medida $x'_{M'}$ hecha en M' e implica a su vez que $x'_{M'}$ es mayor en sí mismo, pero que "aparece" / se mide / se percibe reducidamente (con valor x'_M) en M (de modo que, mutatis mutandis, M habría de aplicarse a sí mismo el factor sobredimensionador $1/\delta$ para igualar la medición x' hecha en M'). En definitiva, la fórmula expresa que x'_M es igual a $x'_{M'}$ en cuanto reducido éste en δ, o, lo que es lo mismo, que x'_M es la medición de una longitud de M' contraída. Todo lo cual equivale a decir que las longitudes de M' se presentan como contraídas a un observador en M.

De todo esto ha de concluirse que la longitud de M' se reduce para M en función del aumento de la velocidad v de M', pero además de ello, y en la misma proporción, la longitud es además mayor en M' a como se percibe/calcula/mide en M. Esto también equivaldría a decir que las medidas de x' desde M son menores que las que hace M', o que las medidas de x' en M' están dilatadas respecto de las medidas x' en M, o que la longitud en sí misma, en el sistema M', está dilatada, etc.[4] . Y, en definitiva, como x' en sí mismo puede considerarse una misma unidad tanto para M' como para M, y en un caso esa unidad es mayor que en otro (puesto que equivalen, bien que afectadas por el índice δ), esto sólo puede interpretarse como un cambio en las dimensiones de esa unidad para el fenómenos electromagnético en un sistema respecto al otro.

El hecho de que x' aparezca como contraído para M, estando dilatado en sí mismo, tiene además su lógica en el hecho de que, situados en M, la propagación de r_1 y r' como una única señal r (y por tanto a la misma velocidad c) exige une dilatation de x' en M' , que es métricamente menor que la distancia que esa señal cubre en el sistema M (fig. 11).[5]



(fig.11)

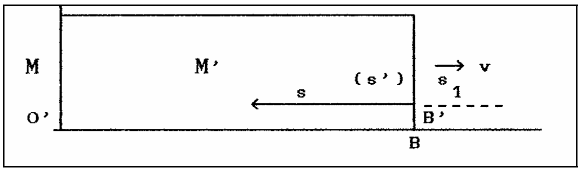
Por otra parte, si $x'_M = x\text{-}vt$, entonces de [5] se obtiene

$$x'_{M'} = \frac{x - vt}{1 - (v^2/c^2)} \qquad [L]$$

que es una de las ecuaciones de Lorentz, excepto en el hecho de que el factor δ no está radicado ni, por las demostraciones hechas hasta aquí, debe estarlo. Por eso la hemos signado [L].

1.2. <u>Dilatación del espacio de la señal que se acerca en el sistema en movimiento</u>

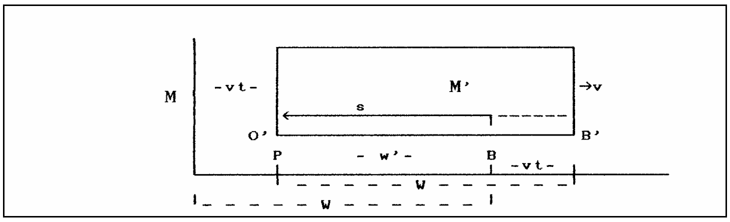
Supuesto el ejemplo inicial de los rayos *r* y *s* que se propagan en un sistema M' en movimiento uniforme respecto de otro sistema M considerado estacionario, centrémonos ahora, como caso inverso al estudiado en § 1.1, en el recorrido de la señal *s* que, del mismo modo que suponíamos para *r*, está formada por la fusión de una señal s_1, externa al sistema M', con otra señal *s'* del sistema M' (según la propiedad de la Unicidad de la Luz).Para ello vamos a considerar primeramente la mitad restante del supuesto vagón (fig.8) que nos ha servido como ejemplo en las deducciones anteriores, cuando la señal *s'* inicia su recorrido fusionada con s_1 desde el punto B' en el momento t_0 en que coincide con B de M (fig.12).



(fig.12)

1.2.1. <u>Cálculos sobre M' desde M</u>

A la llegada de *s* a 0' (fig.13), donde a efectos de hacer más inteligible el razonamiento, se ha "separado"el vagón de la vía, un observador situado en M habrá apreciado/medido que la señal ha recorrido la distancia B0' (donde 0' es el punto correspondiente a otro punto P del sistema M). De modo que desde M las ecuaciones que describen los sistemas son las siguientes:



(fig.13)

a. *Cálculos Mecánicos*

El cálculo mecánico desde M de la longitud *w* viene dado por la fórmula

$$w = w'_M + vt$$

(donde *w* es la longitud del vagón desde M y w'_M es la distancia entre el punto B, en el que se produjo la fusión de s_1 y s' , y el punto 0', que, no se olvide, suponemos infinitésimamente cerca de P, así como la misma señal).

b. *Cálculos Electrodinámicos*

Si, desde M, la distancia recorrida por s es w', entonces, para un observador de este sistema,

$$w'_M = ct$$

c. *Cálculos Electromecánicos*

Incluyendo la ecuación anterior en los cálculos que describen el movimiento de los sistemas, encontramos:

$$w= ct + vt .$$ Es decir,

$$w= t(c+v)$$

$$t = \frac{w}{c(1+(v/c))}$$

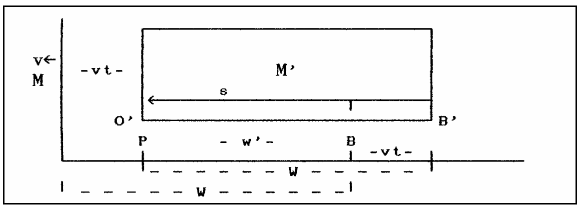
$$tc = \frac{w}{1+(v/c)}$$

Como, desde M, $tc = w'_M$, entonces

$$\boxed{w'_M = \frac{w}{1+(v/c)} \Rightarrow w = w'_M\ (1+(v/c))} \qquad [6]$$

1.2.2. Cálculos sobre M' desde M'

Desde M' el sistema que se aleja es M (fig.14). Por tanto, los cálculos que desde M' podrán



(fig.14)

hacerse han de ser los siguientes:

a. *Mecánicos*: En relación al movimiento de M (pues, en definitiva, se trata de relacionar ecuacionalmente ambos sistemas):

$$w = w'_{M'} + vt,$$

b. *Electrodinámicos*:

Desde M' ,

$$w = ct$$

c. *Electromecánicos*:

$$ct = w'_{M'} + vt \,. \qquad \text{De aquí,}$$

$$ct - vt = w'_{M'}$$

$$t = \frac{w'_{M'}}{c - v}$$

$$tc = \frac{w'_{M'}}{1 - (v/c)}$$

Como, desde M', $tc=w$, entonces

$$\boxed{w = \frac{w'_{M'}}{1 - (v/c)}} \qquad [7]$$

1.2.3. <u>Conclusión: El Espacio se dilata</u>.

Si las medidas que hace un observador situado en M son

$$w = w' \,(1+(v/c)) \qquad [6],$$

mientras que las que hace un observador de M' son

$$w = \frac{w'}{1 - (v/c)} \quad [7],$$

entonces igualándolas hallamos el índice de distorsión entre las mediciones de ambos sistemas:

$$w'_{M}\,(1+(v/c)) = \frac{w'_{M'}}{1-(v/c)} \;\Rightarrow\; w'_{M'} = w'_{M}\,(1 - (v^2/c^2))'$$

Es decir,

$$\frac{w'_{M'}}{w'_{M}} = \delta$$

o bien

$$\boxed{w'_M = \frac{w'_{M'}}{\delta}} \qquad [8]$$

Donde encontramos de nuevo el índice δ de distorsión aplicado en sentido inverso a [5], como correspondería a la inversión del sentido del movimiento de los rayos de luz.

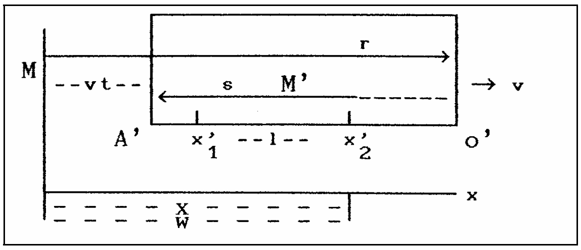
Como en el caso de la señal *r*, para una interpretación correcta de [8] habrá de tenerse en cuenta que se trata esencialmente de una igualdad/identidad entre la misma longitud *w'* y no tanto un cálculo (que vendría dado por la intervención de otros parámetros, como es el caso de [6] y [7]). La igualdad [8] expresa que w'_M es una medida dilatada de $w'_{M'}$ en cuanto que w'_M es igual a $w'_{M'}$ afectada ésta del factor 1/δ, es decir, aumentada en 1/δ la medida que de sí mismo hace M'. Ello implica que la longitud *w'* se percibe/se presenta como dilatada en M, o, dicho metafóricamente, que la señal en M' se <u>dilata</u> en el índice 1/δ "para que" M la perciba como w'_M ;etc. En una palabra, que las longitudes de M' se presentan como dilatadas a un observador en M. En todo esto no hay que olvidar las consideraciones hechas también para el caso de *r*, teniendo siempre presente que lo que se calcula es el comportamiento de *r* y de *s* en M', comparando siempre con las medidas que se hacen desde M.

Por otra parte, puesto que $w'_M = w\text{-}vt$, la expresión [8] es equivalente a $w'_{M'} =(w\text{-}vt)\delta$ [9].

Por último, observar, tanto para §1.1 como §1.2. que esta capacidad de contracción/dilatación del espacio está en consonancia con su propiedad de la continuidad. Si no se dilatara y contrajera, habría de dividirse en fragmentos discontinuos, lo cual iría en contra del hecho -no sólo propiedad teórica- de que el espacio es divisible infinitamente.

<u>CONCLUSIÓN E HIPÓTESIS FINAL: LOS CUERPOS COMO UNA DENSIFICACIÓN DEL ESPACIO</u>

Consideremos ahora, a efectos metodológicos, que esa mitad del tren que hemos ejemplificado es recorrida en ambos sentidos por las señales, de forma tal que pueda decirse que *s* recorre la distancia 0'A' y *r* la distancia A'0' (fig.15).



(fig.15)

Desde este supuesto, que no alteraría los cálculos anteriores, puede establecerse la razón entre las <u>mediciones</u> de una longitud M' efectuadas *desde* M (considerado el sistema estacionario) con las <u>mediciones</u> que de esta misma longitud se establecen en M', para cada una de las señales (*r* y *s*), de modo que se pueda averiguar el factor de distorsión de las longitudes entre ambos sistemas, *según el sentido de tales señales*, en los fenómenos electromagnéticos. Veamos:

Ya de por sí, la abscisa del sistema M', es decir, $x'_{M'}$ (o $w'_{M'}$) de los paradigmas analizados en §1.1 y §1.2, puede ser considerada como una longitud, y así, como tal, poder ser puesta en relación con su proyección en la abscisa de M: es la medición *x'* (o *w'*) que M hace de *x'* (o de *w'*). Según esto, hemos calculado que entre ambas *longitudes* de un sistema y otro existe la relación

$x'_M = x'_{M'}\,\delta$ [5], para la señal *r*, y

$w'_M = \dfrac{w'_{M'}}{\delta}$ [8], para la señal *s*.

No obstante, por seguir la inercia de otros cálculos parecidos, obraremos según el hábito de los trabajos que tratan estas cuestiones. Así, sean x'_2 y x'_1 dos puntos sobre la abscisa del sistema M' (fig.15), de modo que constituyan una longitud *l* (es decir, $x'_2 - x'_1 = l_{M'}$):

<u>Desde M</u>, y para una <u>señal *r*</u> en M', una distancia de A' a 0', que para casos anteriores hemos signado prototípicamente como *x'* (y para M como x'_M), venía dada por la fórmula general

$x'_M = x - vt$

Como $x'_M = x'_{M'}\,\delta$ [5], entonces

$x'_{M'} = \dfrac{x - vt}{\delta}$ [6]

De modo que desde esta fórmula general, y concretando la abscisa *x* como x_2 y x_1 para cada uno de los puntos correspondientes, se establecen las igualdades

$$x'_2 = \frac{x_2 - vt}{1 - (v^2/c^2)} \quad y \quad x'_1 = \frac{x_1 - vt}{1 - (v^2/c^2)}$$

Así pues,

$$l_{M'} = \frac{x_2 - vt}{1 - (v^2/c^2)} - \frac{x_1 - vt}{1 - (v^2/c^2)} = \frac{x_2 - x_1}{1 - (v^2/c^2)}$$

Si $x_2 - x_1$ forman la longitud l desde M, la podemos señalar como l_M , y así expresar la igualdad anterior al modo

$$l_{M'} = \frac{l_M}{\delta}$$

o, abreviando $l_{M'}$ mediante el símbolo *l’,* y l_M mediante *l*, al tiempo que añadimos el subíndice *r* para hacer referencia a la señal correspondiente, la expresión anterior queda formalizada como

$$\boxed{l_r = l'_r\,\delta} \qquad [9]$$

(entendiendo que se trata siempre de una longitud de M’, bien que percibida desde M o desde M’).

Respecto de la <u>señal *s*</u>: Puesto que, también <u>desde M</u>, $x'_M = x - vt$

y $$x'_M = \frac{x'_{M'}}{\delta} \qquad [8]$$

sustituyendo encontramos

$$\frac{x'_{M'}}{\delta} = x - vt \;; \qquad \text{es decir, } x'_{M'} = (x - vt)\delta$$

De modo que $x'_2 - x'_1 = (x_2 - vt)\delta - (x_1 - vt)\delta$

$$l'_s = (x_2 - x_1)\delta$$

Es decir, $l'_s = l_s\,\delta \quad \Rightarrow \quad \boxed{l_s = \frac{l'_s}{\delta}} \qquad [10]$

Según esto, a su vez el factor de distorsión entre un sentido u otro de las señales en relación con su percepción en M, es decir, la razón entre el factor de dilatación y el factor de contracción de las longitudes en M’ en relación a M, vendrá dado por las ecuaciones

$$\frac{l_r}{l_s} = \frac{l'_r \delta}{\frac{l'_s}{\delta}} = \boxed{\frac{l_r}{l_s} = \frac{l'_r}{l'_s} \delta^2} \qquad [11]$$ [7]

Conclusión: La relación de *l* consigo misma en el sistema M (es decir, l_r/l_s) es, por principio, la unidad; sin embargo, en el sistema M' esa relación está afectada por el factor δ^2. Pues bien, siendo $\delta^2<1$, entonces δ^2 es un factor que reduce la relación de las medidas de M' hasta el límite de la unidad de M o, en otras palabras, que la relación de las longitudes *en sí mismas*, en M', se "manifiesta" reducidamente, *como l,* en M, o bien que *l* en M es una medida reducida de una longitud *l'* de M' y por tanto la percepción contraída de ésta (contracción que ha de considerarse objetiva para estos fenómenos electromagnéticos). A este respecto, véanse todas las consideraciones hechas en §1.1.

No hay que olvidar que, en cuanto situados en M, el sistema que se está midiendo es M', que es un sistema en movimiento por relación al que se considera estacionario (M). Esto implica que la *percepción* de las longitudes en movimiento corresponde a M, porque de otro modo, si la percepción de las medidas correspondiera a M', sería M el que se moviera (con lo cual el caso sería el mismo, sólo que inverso). Por consiguiente, el sistema estacionario es el que establece la unidad con que medir otro sistema que se mueve en relación a él. Por eso, no sería propia la interpretación de que la unidad de M' es igual a la unidad de M aumentada ésta en el factor $1/\delta^2$, porque, en cuanto que los cálculos se hacen partiendo de M, la unidad es la de M, que es el patrón de referencia.

Con todo esto se quiere enfatizar en estos momentos no tanto que una longitud (*l*), con velocidad *v*, se contraiga (*l''*) y se presente a M como l_1, sino que, efectuada una medición *l* desde M, esta medición es la reducción en el valor δ^2 de una longitud *l'*(lo que implica que en sí misma, en M', es mayor a como se presenta en M). Resumidamente, las longitudes de M' están contraída en el factor δ^2 para fenómenos electromagnéticos, y esa reducción es la que percibe M (como *l*).

HIPÓTESIS DERIVADAS

Consideración previa:

Una longitud determinada de espacio *es espacio* de/en esa misma longitud y con esa longitud, pues puede considerarse tal longitud como el espacio contenido entre dos extremos y aun considerar éstos como puros puntos espaciales.

Tesis: Dado que no parece admisible el postulado de un elemento universal material, en el sentido habitual de la palabra, sobre el que pueden actuar o transmitirse las señales electromagnéticas (éter, etc.), prescindiendo de este modo del supuesto metodológico de un cuerpo como sistema de referencia en que configurar todas las relaciones matemáticas anteriores, éstas pueden ser establecidas sobre el simple espacio (es decir, donde en principio no es que la velocidad v del sistema mecánico M' sea cero, sino que tal sistema no existe y por tanto no cabe ningún parámetro de velocidad). Desde esta situación pueden admitirse cualesquiera señales actuando en todas direcciones en ese espacio (de las cuales a efectos metodológicos sólo hemos considerado en el análisis anterior las señales r y s) que se haría *presentes* a un observador en un espacio limitado (del que tampoco podría decirse que sea tal o cual móvil, sino un puro marco espacial, que podríamos identificar con el espacio perceptivo abarcado por el ojo).

Pues bien, el hecho de que no exista un sistema de referencia mecánico a priori del recorrido de una señal no implica que la señal no recorra una longitud en el Espacio, que aparecería en nuestro marco de referencia perceptivo con una longitud determinada x' (lo que implicaría que la señal electromagnética en su recorrido se constituye su propio sistema de referencia); longitud, que, por los cálculos anteriores, debe ser el resultado de una contracción en relación al espacio recorrido en sí mismo como señal, puesto que esta concentración (esta percepción como contracción) es un fenómeno propio de la misma naturaleza de la señal y su espacio recorrido. Es decir, si en este devenir de señales unas van en un sentido, supongamos que se alejan del punto de vista del observador (lo que equivale al sentido de nuestras señales r) y otras se acercan (lo que equivale a las señales s de nuestros cálculos), entonces al espacio/longitud (aquí ya hay que fusionar estos conceptos) que han recorrido le ha de ser aplicable el factor δ^2. En otras palabras, el espacio recorrido por las señales ha de sufrir una contracción -presentarse como una contracción- para el observador del orden del índice δ^2 señalado (al menos longitudinalmente, que es el caso tratado hasta aquí, pero aplicable a las demás dimensiones).

Pero he aquí que la mayor concentración en una unidad de lo que es mayor que esa unidad puede ser llamado un fenómeno de densificación o, en general, concentración. En este caso, densificación o concentración de espacio. De modo que si al puro espacio lo consideramos de densidad cero, una concentración mayor puede considerarse como una densificación que constituye una *masa* distinguida sobre esa densidad cero y, por tanto, comenzar a ser perceptible en cuanto que comienza a estar diferenciada del espacio general como -digamos- un núcleo más denso en éste; es decir, como algo detectable y determinable, o sea, como *una cosa*. En definitiva, esta contracción del espacio electromagnético puede postularse como el principio de la constitución de lo que es tangible, de lo diferenciado dentro del espacio indiferenciado.

Desde estos planteamientos podemos, consiguientemente, establecer la Primera Hipótesis:

El espacio se densifica en los fenómenos electromagnéticos y, como tal densificación, se determina sobre el espacio no densificado, es decir en el puro espacio, que a los efectos consideraremos de densidad cero.

En principio, dado el arranque metodológico de los cálculos establecidos, parecería que esta concentración de espacio constituiría un resultado del fenómeno electromagnético, pero esta prioridad sería una cuestión de pura metodología (que deriva de que es el único punto por el que puede iniciarse el análisis del problema). El hecho podría ser el contrario: que el fenómeno electromagnético fuese el resultado de la concentración espacial. De todas formas, aun aceptando que la causa de la densificación espacial fuesen los fenómenos electromagnéticos, la "materia prima" de que han de constituirse tales densificaciones habría de ser necesariamente el espacio, de forma que las masas corpóreas, en cuanto "nudos" electromagnéticos, están constituidos por una concentración de espacio, es decir, por una densidad espacial. Este último es nuestro punto de vista y nuestra Segunda Hipótesis:

Los cuerpos son el resultado de densificaciones de espacio, de modo que su materia constituyente es el espacio.

Y es que la cuestión de la prioridad apuntada entre fenómenos electromagnéticos y espacio se resuelve por sí misma: sin espacio no hay fenómenos electromagnéticos, puesto que el espacio es anterior ontológicamente a todos sus fenómenos y, como hemos demostrado en otro lugar[8], es la única realidad *necesaria*, la única realidad que no puede no ser, entre todo lo existente. Es decir, es la única entidad *real* por/de/en la que algo inicialmente podría formarse.

First Submitted: 10/VII/1997

Emilio López Medina
Jaén. España
3/4/2004
medinas@supercable.es

Notas

1. La misma suele presentarse inicialmente no desde M', sino desde M: Así, desde este sistema, las señales, en cuanto de velocidad constante para M, habrían de llegar al punto 0" correspondiente al punto intermedio 0 de M (fig.7), etc. Luego -se dice- no existe simultaneidad con M', etc.

2. E. López Medina: "A propos de l'inconséquence de l'Hypothèse de la Relativité du Temps". *The Thot-Maatian Review*, volume 13, number 4, (1997); pp.6309-21.

   (www.solotxt.com/opinatio2/SOBREespañol.htm)

3. Tal vez alguien podría insistir aquí en un tiempo relativo y suponer un tiempo distinto t' para el sistema M'. Esta suposición, aunque ha sido rebatida en el artículo anteriormente citado, no afectaría a los resultados establecidos.
   En efecto, si considerásemos un tiempo t' para M' y, así, $x'_{M'} = ct'$, entonces

$$x = ct' + vt' \qquad (*)$$
$$x = t'(c+v)$$
$$t' = \frac{x}{(c+v)}$$
$$ct' = \frac{x}{1+(v/c)} \quad .Como\ \ t'c = x'_{M'}\ \ ,\ entonces$$
$$x'_{M'} = \frac{x}{1+(v/c)} \quad ,que\ coincide\ con\ [4].$$

   (*) En este caso habría que postular que el trayecto recorrido por el sistema es vt' para M', es decir, en el tiempo t' , idéntico a aquél con que la luz ha recorrido M'. Decir otra cosa sería perder toda lógica.

4. En esta línea cobran pleno sentido las observaciones a las posibles interpretaciones del fenómeno, que señalamos en el artículo aludido.

5. A este respecto, véase desde estos puntos de vista una crítica a la interpretación einsteniana de las ecuaciones de Lorentz, en el artículo: E. López Medina, "Remarks on an Equation by Lorente". *The Toth-Maatian Review*, volume 12, number 4, July 1995; pp.5787-95.

6. No hay que perder de vista que en este cálculo se mide x' con parámetros de M (por ejemplo, x) y que x' es siempre una longitud del sistema M'.

7. Observación: La relación debe estar en el sentido l_r / l_s porque la percepción del espacio métrico -la longitud- recorrido por r es mayor que el espacio recorrido por s. De todos modos, la proporción ecuacional siempre se establece con la señal r, aún en el supuesto contrario:

$$\frac{l_s}{l_r} = \frac{l'_s}{l'_r \delta^2}$$

8. E. López Medina: *Prima Philosophia Ordine Geometrico Meditata*. Ed. PPU, Barcelona, 1989.