REVISTA COLOMBIANA DE FÍSICA, VOL. 38, No. 2, 2006

DILATACIÓN y CONTRACCIÓN RELATIVA del TIEMPO

Heber Gabriel Pico Jiménez MD[1,♦]
[1]*Medico Cirujano*
heberpico@hotmail.com
[2]*Calle 13 No.10-40 Cereté, Córdoba, Colombia*
(Recibido 14 de Marzo del 2010; Aceptado xx de Nov.200x; Publicado xx de Dic. 200x)

RESUMEN

La importancia de este artículo radica en que en él se desmiente la hipótesis de la expansión métrica del universo. Aquí se exponen unos argumentos y deducciones matemáticas que explican de otra manera y con otro mecanismo, del por qué se originan y se muestran unos de los principales sustentos en que se basa el postulado de la expansión del universo. Se trata pues de contradecir el mecanismo de la famosa observación de los corrimientos al rojo espectral de galaxias distantes como quasars y nubes gaseosas intergalácticas, corrimientos que se incrementan proporcionalmente con su distancia al observador.

Palabras claves: Dilatación del tiempo, Dilatación gravitacional del tiempo, Expansión del universo, Efecto Doppler, Corrimientos al rojo.

ABSTRACT

The importance of this article is in which in him the hypothesis of the metric expansion of the universe is denied. Here arguments and mathematical deductions are exposed that explain of another way and with another mechanism, of so that they are originated and they are of the main sustenances on which the postulate of the expansion of the universe is based. It is then tried to contradict the mechanism of the famous observation of the landslides to red spectral of distant galaxies like quasars and intergalactic gaseous clouds, landslides that are proportionally increased with their distance the observer.

Key Words: Expansion of the time, gravitational Expansion of the time, Expansion of the universe, Doppler Effect, Landslides to the red one.

1. Introducción

En física se considera **Reposo** a un estado de movimiento rectilíneo uniforme tanto del observador como del sistema observado, estado en el cual la velocidad es nula entre ellos. El **reposo** sólo existe con respecto a un determinado punto de referencia. En el universo no existe el **reposo** absoluto. En este trabajo el **Reposo** se mantendría en la eventualidad de que el observador rote sobre su propio oje o el objeto observado rote alrededor del observador y viceversa.

En física, un **observador** es cualquier ente capaz de realizar mediciones de magnitudes físicas de un sistema físico, para obtener información sobre el estado físico de dicho sistema.

♦ Email: *heberpico@hotmail.com*

Por "abuso de lenguaje" también se denomina observador a la descripción matemática de uno de esos entes capaces de hacer medidas. Dados dos observadores diferentes, un problema fundamental es establecer las **leyes de transformación** necesarias para relacionar las medidas de ambos observadores.

Los observadores en mecánica clásica tienen dos propiedades fundamentales: Primero el tiempo es absoluto, por que tiene el mismo valor invariante para todos los observadores independiente de su estado de movimiento. Segundo, pueden tratarse discrecionalmente al observador y al sistema físico observado es decir, que cualquiera que sea la magnitud física observada en el proceso de medición no altera el estado físico.

En mecánica relativista, de las dos propiedades fundamentales de los observadores en la mecánica clásica: tiempo absoluto y discrecionalidad de la medida, solo se mantiene la segunda, ya que cada observador tiene su tiempo propio.

En mecánica relativista el observador de una región del espacio-tiempo, viene caracterizado por una sección del fibrado de bases ortonormales del espacio tangente a cada punto del espacio-tiempo curvo. Así un observador sería una asignación a cada punto del espacio tiempo de cuatro campos vectoriales continuos mutuamente ortogonales, que representarían los "ejes de coordenadas" usados para ese punto. Matemáticamente estos campos vectoriales forman un marco móvil. La condición de que el observador sea físicamente realizable, mediante instrumentos y aparatos de medida, es que uno de estos campos vectoriales sea para todo punto del espacio-tiempo un vector temporal. Un observador por tanto podría representarse sobre una región con coordenadas x^{μ} como:

$$\{e_0(x^{\mu}), e_1(x^{\mu}), e_2(x^{\mu}), e_3(x^{\mu})\}_{obs}$$

Donde:

$$g(e_0, e_0) < 0, \qquad g(e_i, e_i) < 0 \quad (i \in \{1, 2, 3\}$$

La objetividad física del espacio-tiempo, o más propiamente intersubjetividad de las medidas, implica que al ser observado un mismo fenómeno físico por diferentes observadores las medidas realizadas por estos deben ser relacionables por reglas fijas, conocidas como leyes de transformación acordes a si la magnitud física es de tipo escalar, vectorial o propiamente tensorial.

En mecánica cuántica, de los dos supuestos fundamentales de los observadores de la mecánica clásica, el de **discrecionalidad de la medida** resulta inaceptable, en cambio el del **tiempo absoluto** es usado en mecánica cuántica no relativista, pero no es aceptable en mecánica cuántica relativista.

El resultado de una magnitud física no tiene que tener un valor determinado y fijo para un observador. El resultado de una medida es una variable aleatoria que aunque su distribución de probabilidad generalmente sí es conocida además durante el proceso de medida, el sistema experimenta una evolución no determinista e impredictible.

Un sistema de referencia o marco de referencia es un conjunto de convenciones usadas por un observador para poder medir la posición y otras magnitudes físicas de un objeto o sistema físico en el tiempo y el espacio.

En mecánica clásica frecuentemente se usa el término de sistema de referencia para referirse a un sistema de coordenadas ortogonales para el espacio euclídeo y dados dos sistemas de coordenadas de ese tipo, existe un giro y una traslación que relacionan las medidas de esos dos sistemas de coordenadas.

En física clásica un sistema de referencia se define por un par (P, E), donde el primer elemento P' es un punto de referencia arbitrario, normalmente perteneciente a un objeto físico, a partir del cual se consideran las distancias y las coordenadas de posición. El segundo elemento E es un conjunto de ejes de coordenadas. Los ejes de coordenadas tienen como origen de coordenadas en el punto de referencia (P), y sirven para determinar la dirección y el sentido del cuerpo en movimiento (o expresar respecto a ellos cualquier otra magnitud física vectorial o tensorial).

Un tercer elemento es el origen en el tiempo, un instante a partir del cual se mide el tiempo. Este instante acostumbra a coincidir con un suceso concreto. En cinemática el origen temporal coincide habitualmente con el inicio del movimiento que se estudia.

Estos tres elementos: punto de referencia, ejes de coordenadas y origen temporal, forman el sistema de referencia. Para poder utilizar un sistema de referencia, sin embargo, se necesitan unas unidades de medida que nos sirvan para medir. Las unidades son convencionales y se definen tomando como referencia elementos físicamente constantes. A un conjunto de unidades y sus relaciones se le llama sistema de unidades. En el Sistema Internacional de Unidades o S.I., se utiliza el metro como unidad del espacio y el segundo como unidad del tiempo.

En mecánica relativista se refiere el término "sistema de referencia" usualmente al conjunto de coordenadas espacio-temporales que permiten identificar cada punto del espacio físico de interés y el orden cronológico de sucesos en cualquier evento, más formalmente un sistema de referencia en relatividad se puede definir a partir de cuatro vectores ortonormales (1 temporal y 3 espaciales).

En mecánica, un **sistema de referencia inercial** es un sistema de referencia en el que las leyes del movimiento cumplen la conservación del momento lineal. El término aparece principalmente en mecánica newtoniana donde los sistemas inerciales son precisamente aquellos en los que se cumplen las leyes de Newton.

Fuera de la mecánica newtoniana, como en la Teoría de la Relatividad Especial también se pueden definir sistemas inerciales. Aunque en relatividad especial la caracterización matemática no coincide con la que se da en mecánica newtoniana, debido a que la segunda ley de Newton tal como la formuló Newton no se cumple en relatividad.

En mecánica clásica y teoría de la relatividad especial, los sistemas inerciales pueden ser caracterizados de forma muy sencilla, un sistema inercial es aquel en el que los símbolos de Christoffel obtenidos a partir de la función lagrangiana se anulan.

En un sistema inercial no aparecen fuerzas ficticias para describir el movimiento de las partículas observadas, y toda variación de la trayectoria tiene que tener una fuerza real que la provoca.

Siendo rigurosos podría argumentarse que los sistemas de referencia inerciales no existen, o al menos no en nuestro entorno, pues la Tierra gira sobre sí misma y también alrededor del Sol, y éste a su vez lo hace respecto al centro de la Vía Láctea. Sin embargo, con objeto de simplificar los problemas, normalmente se considerarán como inerciales sistemas que en realidad no lo son, siempre que el error que se cometa sea aceptable. Así, para muchos problemas resulta conveniente considerar la superficie de la Tierra como un sistema de referencia inercial.

Dado un sistema de referencia inercial, un segundo sistema de referencia será no inercial cuando describa un movimiento acelerado respecto al primero. La aceleración del sistema no inercial puede deberse a: a) un cambio en el módulo de su velocidad de traslación (aceleración lineal). b) Un cambio en la dirección de la velocidad de traslación (un movimiento de giro alrededor de un sistema de referencia inercial) c) Un movimiento de rotación sobre si mismo d) Una combinación de algunos de los anteriores.

Ahora vamos a tomar y traer a colación recordando la conclusión de la nueva relación de energía-momento con cuadri-Lorentz incluido, donde se deja identificado y especificado que para una partícula que precisamente se aleja del observador, se describe su movimiento con la siguiente ecuación número uno (1):

$$\left(mc^{2}\right)^{2}=\left(mv^{2}\right)^{2}+\left(mc^{2}\sqrt{1-\frac{v^{4}}{c^{4}}}\right)^{2} \quad (1)$$

Donde ***m*** es la masa invariante de la partícula observada, ***v*** es la velocidad resultante de la partícula en dirección de retiro y contraria al observador y ***c*** es la velocidad de la luz.

$$E^{2}_{2}=p^{2}c^{2}+\left(E_{2}\sqrt{1-\frac{v^{4}}{c^{4}}}\right)^{2} \quad (2)$$

$$E_2^2 - p^2 c^2 = \left(E_2 \sqrt{1 - \frac{v^4}{c^4}} \right)^2 \quad (3)$$

Donde E_2 es la energía invariante del objeto observado equivalente a la masa también invariante de la respectiva partícula observada, p es la cantidad de movimiento de retiro en dirección contraria al observador, v es la velocidad resultante de la partícula en sentido también contrario al observador y c la velocidad de la luz en vacío.

$$(E_2)^2 = (E_c)^2 + (E_p)^2 \quad (4)$$

Donde E_2 es la energía invariante de la partícula que se aleja del observador equivalente a su respectiva masa también invariante y que en este caso coincide perfectamente con el valor de la energía total del movimiento, E_c es la energía cinética de dicha partícula en dirección contraria al observador y E_p es la energía potencial gravitatoria relativa asociada tanto al grado de separación como el movimiento del objeto observado y que tiene dirección perpendicular a la recta que une al objeto observado y el observador.

$$E_2 = mc^2 \quad (5) \qquad E_c = mv^2 \quad (6) \qquad E_p = mc^2 \sqrt{1 - \frac{v^4}{c^4}} \quad (7)$$

También aparece la presentación de la nueva formulación matemática de la cantidad de movimiento para observadores que se alejan del objeto en movimiento:

$$\vec{p} = m \frac{v^2}{c} \quad (8)$$

Donde p es la Cantidad de movimiento de alejamiento en dirección contraria al observador, m es la masa invariante de la partícula observada, v es la velocidad resultante en dirección contraria de retiro de la partícula y c es la velocidad de la luz.

También dejamos presente en esta introducción que la nueva relación de energía-momento con cuadri-Lorentz incluido, se puede aplicar también al movimiento de una partícula pero en esta ocasión precisamente es un objeto que se acerca al observador, se describe ese movimiento de acercamiento con la siguiente ecuación número nueve (9):

$$\left(\frac{mc^2}{\sqrt{1-\frac{v^4}{c^4}}}\right)^2 = \left(\frac{mv^2}{\sqrt{1-\frac{v^4}{c^4}}}\right)^2 + m^2c^4 \quad (9)$$

Donde ***m*** es la respectiva masa invariante de la partícula que se acerca al observador, ***v*** es la velocidad resultante de la partícula dirigida de acercamiento hacia el observador y ***c*** es la velocidad de la luz.

$$\left(\frac{E_2}{\sqrt{1-\frac{v^4}{c^4}}}\right)^2 = p^2c^2 + E_2^2 \quad (10)$$

Donde E_2 es la energía invariante del objeto observado equivalente a la masa también invariante de la respectiva partícula observada que se acerca, ***p*** la cantidad de movimiento dirigida hacia el observador, ***v*** la velocidad resultante de la partícula en dirección hacia el observador y ***c*** la velocidad de la luz en el vacío.

$$(E_p)^2 = (E_c)^2 + (E_2)^2 \quad (11)$$

Donde E_p es la energía potencial gravitatoria relativa que en este caso coincide con la energía total involucrada en el movimiento de la partícula que se acerca al observador, E_c es la energía cinética de dicha partícula en dirección hacia el observador y E_2 es la energía invariante de dicha partícula que se observa correspondiente a su masa también invariante de la partícula y es perpendicular a la recta que une al observador y el objeto observado.

$$E_p = \frac{mc^2}{\sqrt{1-\frac{v^4}{c^4}}} \quad (12) \qquad E_c = \frac{mv^2}{\sqrt{1-\frac{v^4}{c^4}}} \quad (13) \qquad E_2 = mc^2 \quad (14)$$

Donde ***m*** es la masa invariante de la partícula observada, ***v*** es la velocidad resultante de la partícula en dirección hacia el observador y ***c*** es la velocidad de la luz.

Finalmente en esta introducción vamos a dejar recordado a la formulación matemática de ***p*** o cantidad de movimiento pero, para una partícula que precisamente se acerca al observador:

$$Cant..de..movimiento = p = \frac{mv^2}{c\sqrt{1-\frac{v^4}{c^4}}} \quad (15)$$

Donde ***p*** es la cantidad de movimiento dirigida hacia el observador, ***m*** es la masa invariante de la partícula observada, ***v*** es la velocidad resultante de la partícula dirigida hacia el observador y ***c*** es la velocidad de la luz.

La energía cinética de un cuerpo, es una energía que surge en el fenómeno del movimiento y cómo cualquier magnitud física que sea función de la velocidad, la energía cinética de un objeto no solo depende de la naturaleza interna de ese objeto, también depende de la relación entre el objeto y el observador (en física un observador es formalmente definido por una clase particular de sistema de coordenadas llamado *sistema inercial de referencia*). Magnitudes físicas como ésta son llamadas *invariantes*. La energía cinética esta co-localizada con el objeto y atribuido a ese campo gravitacional.

2. Desarrollo del Tema.

Dilatación y Contracción Relativa del Tiempo por Velocidad.

Partiendo de las ecuaciones número uno (1) y nueve (9) de este trabajo, que representan las ecuaciones particulares del movimiento descrita por un observador sin gravedad que se aleja y otro que se acerca precisamente ubicados en la misma trayectoria detrás y delante del objeto que se mueve, siendo **θ=0,** podría ser incluso hasta el mismo observador que origine precisamente el movimiento del objeto y el otro que lo recibe al instante como un rayo de luz:

$$\left(mc^2\right)^2 = \left(mv^2\right)^2 + \left(mc^2\sqrt{1-\frac{v^4}{c^4}}\right)^2 \quad (1)$$

$$\left(\frac{mc^2}{\sqrt{1-\frac{v^4}{c^4}}}\right)^2 = \left(\frac{mv^2}{\sqrt{1-\frac{v^4}{c^4}}}\right)^2 + m^2c^4 \quad (9)$$

Donde ***m*** es la masa invariante de la partícula u objeto observado, ***v*** es la velocidad resultante de la partícula en dirección de retiro o acercamiento al observador y ***c*** es la velocidad de la luz.

Pero de manera general si el movimiento lo describe relativamente cualquier observador que se puede alejar o acercar ubicado en cualquier punto en general detrás o delante del objeto, que para ese observador se mueve precisamente a una velocidad v_x según lo establecen las siguientes ecuaciones número diez y seis (16) y diez y siete (17):

$$\left(mc^2\right)^2 = \left(mv_x^2\right)^2 + \left(mc^2\sqrt{1-\frac{v_x^4}{c^4}}\right)^2 \quad (16)$$

$$\left(\frac{mc^2}{\sqrt{1-\frac{v_x^4}{c^4}}}\right)^2 = \left(\frac{mv_x^2}{\sqrt{1-\frac{v_x^4}{c^4}}}\right)^2 + m^2c^4 \quad (17)$$

Donde ***m*** es la masa invariante de la partícula u objeto observado, v_x es la velocidad relativa con que se alejan o se acercan el objeto en dirección de retiro o hacia el observador y ***c*** es la velocidad de la luz.

Pero v_x varía relativamente dependiendo del ángulo θ descrito de acuerdo al movimiento y posición de objeto y observador:

$$v_x = v\cos\theta \quad (18)$$

Donde v_x es la velocidad relativa con que se aleja o se acerca en una misma dirección el objeto y observador, ***v*** es la velocidad resultante del objeto y θ es el ángulo entre v_x y ***v***.

Remplazando a v_x por su equivalente general de la ecuación diez y ocho (18) y remplazando a v_x por su equivalencia en las anteriores ecuaciones diez y seis (16) y diez y siete (17), obtenemos de resultado a las siguientes ecuaciones número diez y nueve (19) y veinte (20):

$$\left(mc^2\right)^2 = \left(mv^2\cos^2\theta\right)^2 + \left(mc^2\sqrt{1-\frac{v^4\cos^4\theta}{c^4}}\right)^2 \quad (19)$$

$$\left(\frac{mc^2}{\sqrt{1-\frac{v^4\cos^4\theta}{c^4}}}\right)^2 = \left(\frac{mv^2\cos^2\theta}{\sqrt{1-\frac{v^4\cos^4\theta}{c^4}}}\right)^2 + m^2c^4 \quad (20)$$

Donde ***m*** es la masa invariante de la partícula u objeto observado, ***v*** es la velocidad resultante de la partícula, ***θ*** es el ángulo entre v_x y ***v***, ***c*** es la velocidad de la luz.

Surge una pregunta y es: ¿De que manera logra percibir y darse cuenta un observador cualquiera, de las características y condiciones en que un objeto se aleja o se acerca? La respuesta la tiene el Doppler que precisamente se corre según la velocidad ya sea hacia el rojo cuando se aleja a consecuencia de la ***Contracción relativa del tiempo por velocidad*** expresado en la contracción de la energía relativa del cuarto vector en la siguiente ecuación número veinte y uno (21) o, cuando el objeto se acerca al observador a consecuencia de la ***dilatación relativa del tiempo por velocidad*** en la ecuación número veinte y dos (22):

$$E_p = mc^2\sqrt{1-\frac{v^4\cos^4\theta}{c^4}} \quad (21)$$

$$E_p = \frac{mc^2}{\sqrt{1-\frac{v^4\cos^4\theta}{c^4}}} \quad (22)$$

Si queremos expresar la fracción de energía $-\Delta E_p$ que influye en el Doppler hacia el rojo y que representa la medida de la ***Contracción relativa del tiempo por velocidad,*** buscamos la diferencia de la anterior ecuación número veinte y uno (21) menos, la también anterior ecuación número catorce (14) y nos queda la siguiente relación número veinte y tres (23):

$$mc^2\sqrt{1-\frac{v^4\cos^4\theta}{c^4}} - mc^2 = -mc^2\left[1-\sqrt{1-\frac{v^4\cos^4\theta}{c^4}}\right] = -\Delta E_p \quad (23)$$

Pero si queremos es expresar la fracción de energía $+\Delta E_p$ que influye en el Doppler corrido hacia el azul y que representa la medida de la ***dilatación relativa del tiempo por velocidad,*** buscamos la diferencia de la anterior ecuación número veinte y dos (22) menos, la también anterior ecuación número catorce (14) y nos resulta la siguiente relación número veinte y cuatro (24):

$$+\Delta E_p = \frac{mc^2}{\sqrt{1-\frac{v^4\cos^4\theta}{c^4}}} - mc^2 = \frac{mc^2\left[1-\sqrt{1-\frac{v^4\cos^4\theta}{c^4}}\right]}{\sqrt{1-\frac{v^4\cos^4\theta}{c^4}}} \quad (24)$$

Quiere decir todo esto que la cuadri-contracción relativa del cuadri-Lorentz sería el factor que remplazaría a las transformaciones clásicas y absolutas de Lorentz, dilatando y contrayendo el tiempo, tal como lo expresan las siguientes relaciones número veinte y cinco (25) y veinte y seis (26), que es el caso primero de la ***contracción relativa del tiempo por velocidad*** y en segundo lugar el caso de la ***dilatación relativa del tiempo por velocidad***:

$$\Delta t = \Delta t_0\sqrt{1-\frac{v^4\cos^4\theta}{c^4}} \quad (25)$$

$$\Delta t = \frac{\Delta t_o}{\sqrt{1-\frac{v^4\cos^4\theta}{c^4}}} \quad (26)$$

Donde Δt_0 es el intervalo temporal entre dos eventos co-locales para un observador en algún sistema de referencia inercial (por ejemplo el número de tic-tac que ha hecho su reloj), Δt es el intervalo entre los dos mismos eventos, tal y como lo mediría otro observador que se aleja o se acerca moviéndose inercialmente con velocidad ***v***, $v\cos\theta$ es la velocidad relativa entre los dos observadores y ***c*** es la velocidad de la luz.

$$\sqrt{1-\frac{v^4\cos^4\theta}{c^4}} = Cuadri - Lorentz - relativa - (27)$$

Se puede decir que la dilatación o contracción por velocidad del tiempo entre dos observadores, vista como dos relojes que se mueven es reciproca entre sí es decir: si se va a dilatar el tiempo en uno de ellos cuando se acercan pues lo hacen también en el otro y, si se va a contraer el tiempo en uno de ellos cuándo se alejan también lo hace en el otro, todo dependería de si los relojes se acercan o se alejan. Si los relojes se alejan algún grado, el tiempo se contrae por la velocidad pero, si los relojes se acercan en alguna medida el tiempo se dilata por velocidad, simplemente de manera reciproca.

Dilatación y Contracción Gravitacional y Relativa del Tiempo.
La dilatación gravitacional del tiempo se debe considerar de manera adicional, al estudio de la dilatación del tiempo por velocidad y si los observadores cuentan con gravedad. Vemos que se

manifiesta en marcos de referencias acelerados y es por eso que en virtud del principio de equivalencia ocurra en el campo gravitatorio de objetos masivos. Sistemas acelerados tales como un dragster (vehículo de carreras especial donde impera la potencia y velocidad máxima alcanzada) o un transbordador espacial, también experimentarían una dilatación del tiempo similar a la que acontece en un campo gravitatorio.

Sistemas de referencia giratorios tales como un carrusel y norias aparecerá dilatación temporal similar, a la dilatación gravitacional del tiempo como efecto de su giros. Este último hecho es importante resaltar por que los cambios son en dirección del vector velocidad aunque el módulo se conserve constante.

Cuando un objeto en cosmología se aleja, debido a la curvatura del espacio-tiempo es difícil que el observador se encuentre exactamente ubicado en la trayectoria del movimiento por lo tanto, a la ***contracción relativa del tiempo por velocidad*** expresada en la anterior ecuación número veinte y uno (21), a esa fracción de energía potencial $-\Delta E_p$ que representa la ***contracción relativa por velocidad del tiempo*** expresada para el observador como un corrimiento al rojo Doppler en la siguiente ecuación número veinte y tres (23):

$$-\Delta E_p = -mc^2\left[1-\sqrt{1-\frac{v^4\cos^4\theta}{c^4}}\right] (23)$$

Lo más seguro es que el observador no se encuentra en la trayectoria del movimiento y entonces, el objeto se aleje relativamente cada vez a mayor velocidad, con una aceleración que representaría la ***contracción gravitacional relativa del tiempo*** que se expresa con un incremento de desplazamiento al rojo. Esto se expresaría en la siguiente ecuación número veinte y ocho (28) que concierne, la fracción de energía de ***contracción por velocidad del tiempo*** o $-\Delta E_p$ multiplicada por la aceleración ***a*** que representaría totalmente la ***contracción gravitacional relativa del tiempo*** de alejamiento.

$$-\Delta E_p . a = -mc^2\left[1-\sqrt{1-\frac{v^4\cos^4\theta}{c^4}}\right].a (28)$$

Quiere esto decir que la ***contracción gravitacional relativa del tiempo*** la podemos representar por la siguiente ecuación número veinte y nueve (29):

$$\Delta t = \Delta t_0 \frac{\sqrt{1-\frac{v^4\cos^4\theta}{c^4}}}{a} (29)$$

Donde Δt_0 es el intervalo temporal entre dos eventos co-locales para un observador en algún sistema de referencia inercial (por ejemplo el número de tic-tac que ha hecho su reloj), Δt es el intervalo entre los dos mismos eventos, tal y como lo mediría otro observador que se aleja moviéndose inercialmente con velocidad ***v*** con respecto al primer observador, ***vcosθ*** es la velocidad relativa entre los dos observadores, ***c*** es la velocidad de la luz y ***a*** la aceleración.

Cuando un objeto se acerca a un observador sobretodo si está provisto de gravedad, entonces además de manifiesta la respectiva ***dilatación relativa por velocidad del tiempo*** medida por el observador por posiciones y niveles definidos del espacio-tiempo del campo gravitatorio, entonces habrá una aceleración gravitatoria que podrá multiplicar o dividir, de acuerdo a los campos gravitatorios involucrados. Los efectos de la ***dilatación relativa del tiempo por velocidad***, es multiplicada por la aceleración gravitatoria que podría ser o no por efectos del campo emisor de más intensidad que el receptor explicado en el experimento de Pound y Rebka.

$$\pm\Delta E_p.a = \frac{mc^2\left[1-\sqrt{1-\dfrac{v^4\cos^4\theta}{c^4}}\right]}{\sqrt{1-\dfrac{v^4\cos^4\theta}{c^4}}}.a(30)$$

Donde ***m*** es la masa invariante de la partícula u objeto observado, ***v*** es la velocidad resultante de la partícula, ΔE_p es la fracción de energía potencial gravitatoria que es producto de la dilatación del tiempo por velocidad, ***a*** es la aceleración y ***c*** es la velocidad de la luz.

La ***dilatación gravitacional relativa del tiempo*** podía expresarse con la siguiente ecuación número treinta y uno (31):

$$\Delta t = \frac{\Delta t_o}{\sqrt{1-\dfrac{v^4\cos^4\theta}{c^4}}}.a(31)$$

Donde Δt_0 es el intervalo temporal entre dos eventos co-locales para un observador en algún sistema de referencia inercial (por ejemplo el número de tic-tac que ha hecho su reloj), Δt es el intervalo entre los dos mismos eventos, tal y como lo mediría otro observador que se aleja moviéndose inercialmente con velocidad ***v*** con respecto al primer observador, ***vcosθ*** es la velocidad relativa entre los dos observadores, ***a*** es la aceleración y ***c*** es la velocidad de la luz.

Es factible que se presenten situaciones como el efecto Doppler transversal en que el objeto aunque se mueva acercándose hacia el observador se mida un desplazamiento hacia el rojo, esto es precisamente por que a pesar de haber por el acercamiento una ***dilatación relativa por velocidad del tiempo*** coincide, con una ***contracción gravitacional relativa del tiempo*** que posiblemente la supera y esta situación se expresa matemáticamente de la siguiente manera o ecuación (32):

$$\Delta t = \frac{\Delta t_o}{a.\sqrt{1-\frac{v^4\cos^4\theta}{c^4}}} (32)$$

3. Conclusiones.

A)-La gran conclusión de este trabajo es la presentación de una nueva explicación de un mecanismo que coincide con la famosa observación de los corrimientos al rojo espectral de galaxias distantes:

Debido a que las galaxias distantes del universo como quasars y nubes intergalácticas, viajan describiendo grandes trayectorias que generan líneas de curvatura mínima correspondientes a radios supremamente extensos y que son líneas geodésicas demasiado "rectas" relativamente para nosotros. Tras esto a medida que la galaxia se aleja, el ángulo ***θ*** entre observador y su trayectoria, se reduce y el ***vcosθ*****,** incrementa la velocidad relativa entre el observador y la galaxia, es decir: la galaxia relativamente para un observador acelerado, va acelerada y sujeta a una fuerza ficticia que origina una ***contracción gravitacional relativa del tiempo*** que por un mecanismo semejante al principio de equivalencia, incrementa los corrimientos al rojo espectral.

B)-La gran conclusión de este trabajo además de la anterior es la ratificación del desplazamiento de la contracción de Lorentz por la Cuadri-Lorentz relativa en la siguiente ecuación número veinte y siete (27):

$$\sqrt{1-\frac{v^4\cos^4\theta}{c^4}} = Cuadri - Lorentz - relativa - (27)$$

C)-La ***Contracción relativa del tiempo por velocidad*** se expresa de la siguiente manera:

$$\Delta t = \Delta t_0\sqrt{1-\frac{v^4\cos^4\theta}{c^4}} (25)$$

D)-La ***Dilatación relativa del tiempo por velocidad*** se expresa de la siguiente manera:

$$\Delta t = \frac{\Delta t_o}{\sqrt{1-\frac{v^4\cos^4\theta}{c^4}}} \quad (26)$$

E)-La ***Contracción gravitacional relativa del tiempo*** se expresa de la siguiente manera:

$$\Delta t = \Delta t_0 \frac{\sqrt{1-\frac{v^4\cos^4\theta}{c^4}}}{a} \quad (29)$$

F)-La ***Dilatación gravitacional relativa del tiempo*** se expresa de la siguiente manera:

$$\Delta t = \frac{\Delta t_o}{\sqrt{1-\frac{v^4\cos^4\theta}{c^4}}}.a \quad (31)$$

4. REFERENCIAS DEL PRESENTE ARTÍCULO.

[1]http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/concepto-masa-gravitacional-relatividad-especial/concepto-masa-gravitacional-relatividad-especial.pdf

[2] http://www.textoscientificos.com/fisica/articulos/masa-gravitacional-aparente

[3] *Hawking, Stephen; and Ellis, G. F. R. (1973). The Large Scale Structure of Space-Time. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 0-521-09906-4.*

[4] Misner, Thorne and Wheeler, *Gravitation*, Freeman, (1973), ISBN 0-7167-0344-0.

[5] Robert M. Wald, *General Relativity*, Chicago University Press, ISBN 0-226-87033-2.

[6] Steven Weinberg, *Gravitation and Cosmology: principles and applications of the general theory of relativity*, Wiley (1972), ISBN 0-471-92567-5

[7] Bodanis, David (2001). *$E=mc^2$: A Biography of the World's Most Famous Equation*, Berkley Trade. ISBN 0-425-18164-2.

[8] Tipler, Paul; Llewellyn, Ralph (2002). *Modern Physics* (4th ed.), W. H. Freeman. ISBN 0-7167-4345-0.

[9] Girbau, J.: *"Geometria diferencial i relativitat"*, Ed. Universitat Autónoma de Catalunya, 1993. ISBM 84-7929-776-X

[10] *Serway, Raymond A.; Jewett, John W. (2004). Physics for Scientists and Engineers, 6th ed. edición, Brooks/Cole.* ISBN 0-534-40842-7.

[11] *Tipler, Paul (2004). Physics for Scientists and Engineers: Mechanics, Oscillations and Waves, Thermodynamics, 5th ed. edición, W. H. Freeman.* ISBN 0-7167-0809-4.

[12] *Tipler, Paul; Llewellyn, Ralph (2002). Modern Physics, 4th ed. edición, W. H. Freeman.* ISBN 0-7167-4345-0.

[13] School of Mathematics and Statistics, University of St Andrews (2000). «Biography of Gaspard-Gustave de Coriolis (1792-1843)».

[14] *Oxford Dictionary*, Oxford Dictionary 1998.
[15] http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/matematicas-energia-cinetica-potencial-movimiento/matematicas-energia-cinetica-potencial-movimiento.pdf

5. REFERENCIAS GENERALES EN LA TEORÍA.

[1] http://es.wikipedia.org/wiki/Teor%C3%ADa_de_la_relatividad_general
[2] http://es.wikipedia.org/wiki/Atracci%C3%B3n_gravitatoria
[3] http://es.wikipedia.org/wiki/Gravedad_cu%C3%A1ntica
[4] http://es.wikipedia.org/wiki/Problema_de_los_dos_cuerpos
[5] http://es.wikipedia.org/wiki/Problema_de_los_tres_cuerpos
[6] *©2007 Heber Gabriel Pico Jiménez MD.*
[7] *©"Concepción dual del efecto Compton"2007*
[8] *©"Concepción dual del efecto fotoeléctrico"2007.*
[9] *©"Teoría del Todo"2007.*
[10] *©"Unidades duales de la contante de Plack"2007.*
[11] *©"Trayectoria dual de la luz"2007.*
[12] *©"Compton Inverso"2007.*
[13] *©"Quinta dimensión del espacio dual"2007.*
[14] *©"Compton Inverso y Reflexión Interna Total"2007*
[15] *http://personales.ya.com/casanchi/fis/ondacorpusculo01.pdf*
[16] *http://www.textoscientificos.com/fisica/efecto-fotoelectrico/dualidad-onda-coopusculo*
[17] *http://www.textoscientificos.com/fisica/efecto-fotoelectrico/unidades-duales-constante-planck*
[18] http://www.monografias.com/trabajos48/efecto-compton/efecto-compton.shtml
[19] http://www.textoscientificos.com/fisica/efecto-fotoelectrico/efecto-compton
[20] http://www.textoscientificos.com/fisica/efecto-fotoelectrico/efecto-fotoelectrico-dual
[21] http://www.textoscientificos.com/fisica/efecto-doppler/transverso-oblicuo-de-broglie
[22] http://www.textoscientificos.com/fisica/efecto-doppler/algebra-efecto-doppler
[23] http://www.textoscientificos.com/fisica/gravedad/cuantica-dual
[24] http://www.textoscientificos.com/fisica/gravedad/leyes-kepler-dual
[25] http://www.textoscientificos.com/fisica/constante-kepler-sub-pe
[26] http://www.monografias.com/trabajos-pdf/gravedad-cuantica-dual/gravedad-cuantica-dual.pdf
[27] http://es.wikipedia.org/wiki/Leyes_de_Kepler
[28] http://www.textoscientificos.com/fisica/kepler-cuantico
[29] http://www.textoscientificos.com/fisica/formulacion-matematica-tercera-ley-kepler
[30] http://www.monografias.com/trabajos-pdf/matematica-tercera-ley-kepler/matematica-tercera-ley-kepler.pdf
[31] http://www.monografias.com/trabajos-pdf/sabor-color-constante-planck/sabor-color-constante-planck.pdf
[32] http://www.textoscientificos.com/fisica/articulos/estructura-dual-nucleos-atomicos

[33] http://www.textoscientificos.com/fisica/articulos/sabor-color-constante-planck
[34] http://www.monografias.com/trabajos-pdf/estructura-dual-nucleos-atomicos/estructura-dual-nucleos-atomicos.shtml
[35] http://www.monografias.com/trabajos-pdf/sabor-color-constante-planck/sabor-color-constante-planck.shtml
[36] http://www.alt64.org/wiki/index.php/L%C3%A1ser
[37] http://www.textoscientificos.com/fisica/articulos/rayo-laser-dual
[38] http://www.monografias.com/trabajos-pdf/helicidad-foton-laser/helicidad-foton-laser.pdf
[39] http://www.textoscientificos.com/fisica/articulos/helicidad-foton-laser
[40] http://www.monografias.com/trabajos-pdf/longitud-onda-movimiento-tierra-particula/longitud-onda-movimiento-tierra-particula.shtml
[41] http://www.monografias.com/trabajos-pdf/masa-dual-vectorial/masa-dual-vectorial.shtml
[42] http://www.textoscientificos.com/fisica/articulos/masa-dual-vectorial
[43] http://www.textoscientificos.com/fisica/articulos/longitud-onda-asociada-planeta-tierra
[44] http://www.monografias.com/usuario/perfiles/pico_jimenez_heber_gabriel
[45] http://www.monografias.com/usuario/perfiles/pico_jimenez_heber_gabriel/monografias
[46] http://www.monografias.com/usuario/perfilprivado/monografias/

Heber Gabriel Pico Jiménez MD. Médico Cirujano 1985 de la Universidad de Cartagena. Investigador independiente de problemas biofísicos médicos de la memoria y el aprendizaje entre ellos la enfermedad de Alzheimer.