

CORRIMIENTO AL ROJO GRAVITACIONAL

Heber Gabriel PICO JIMÉNEZ

RESUMEN

La importancia de este artículo radica sobre todo en el hecho de que además de que en él se contradice el mecanismo mediante el cual se sustenta la hipótesis de la expansión métrica del universo, además de eso se describe aquí también de manera independiente el corrimiento al rojo gravitacional tanto en la relatividad especial como en la relatividad general. Además sin entrar en contradicción con la experiencia, se hace una demostración matemática teórica del experimento de Pound y Rebka sin recurrir a la solución de Schwarzschild.

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

ABSTRACT

The importance of this article is mainly in the fact that in addition that in him the mechanism is contradicted by means of which the hypothesis of the metric expansion of the universe is sustained, in addition to that describes here also of independent way the red landslide to the gravitational one as much in special relativity as in general relativity. In addition without entering contradiction with the experience, a theoretical mathematical demonstration to the experiment becomes of Pound and Rebka without resorting to the solution of Schwarzschild.

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 eje o el objeto observado rote alrededor del observador y viceversa.

Ahora vamos a tomar y traer a colación recordando la conclusión de la nueva relación de energía-momento con cuadri-Lorentz Relativa incluido, donde se deja identificado y especificado que para una partícula que se mueve en el espacio a velocidad uniforme v

y precisamente se aleja o se acerca a la velocidad $v \cos \theta$ del observador en reposo relativo, se describe pues su movimiento con la siguiente ecuación número uno (1) si se aleja y, la siguiente ecuación número dos (2) si se acerca al respectivo observador:

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

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

Donde m es la masa invariante de la partícula u objeto observado, c es la velocidad de la luz, v es la velocidad resultante en el espacio de la partícula, θ es el ángulo entre $v \cos \theta$ y v .

Quiere decir todo esto que la cuadri-contracción Relativa del cuadri-Lorentz sería el factor que reemplazaría a las transformaciones clásicas y absolutas de Lorentz, contrayendo el tiempo en la relatividad especial tal como lo expresa la siguiente relación número tres (3), que es el caso llamado *contracción relativa del tiempo por velocidad*:

$$\Delta t = \Delta t_0 \sqrt{1 - \frac{v^4 \cos^4 \theta}{c^4}} \quad (3)$$

La cuadri-contracción Relativa del cuadri-Lorentz sería también el factor que reemplazaría a las transformaciones clásicas y absolutas de Lorentz al dilatar el tiempo en la relatividad especial, tal como lo expresa la siguiente relación número cuatro (4), llamada *dilatación relativa del tiempo por velocidad*:

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

Se puede decir que la dilatación o contracción relativa por velocidad del tiempo de la relatividad especial 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.

$$\sqrt{1 - \frac{v^4 \cos^4 \theta}{c^4}} = \text{cuadri-lorentz-relativa} \quad (5)$$

2. Desarrollo del tema

Corrimiento al Rojo gravitacional en la Relatividad Especial

En la teoría de la relatividad especial, a pesar de que la velocidad del objeto es uniforme y en movimiento rectilíneo, además de eso teniendo incluso observador inmóvil y en reposo relativo, a pesar de todo esto en la relatividad especial además de que acontece clara dilatación y contracción del tiempo por velocidad, además de eso encontramos que ocurre también contracción gravitacional adicional del tiempo o corrimiento al rojo gravitacional debido a la aceleración relativa hacia el rojo (a_f) de la fuente. Este corrimiento al rojo gravitacional en la relatividad especial, explica el desplazamiento precoz al rojo en el efecto Doppler transversal.

$$a_f = \frac{\Delta v \cos \theta}{\Delta t_0} = \frac{v \cos \theta_1 - v \cos \theta_2}{\Delta t_0} = \frac{v(\cos \theta_1 - \cos \theta_2)}{\Delta t_0} \quad (6)$$

Estando aun en la relatividad especial y remplazando a la cantidad de velocidad incrementada o reducida en el intervalo temporal de los dos eventos co-locales o, si se quiere reemplazar como una aceleración relativa (a_f) de la fuente en el intervalo de tiempo co-local en la cuadricontracción relativa de cuadri-Lorentz, nos queda así la siguiente relación:

$$a_f = \sqrt{1 - \frac{(a_f \Delta t_0)^4}{c^4}} = \sqrt{1 - \frac{(\Delta v \cos \theta)^4}{c^4}} = \sqrt{1 - \frac{v^4 (\cos \theta_1 - \cos \theta_2)^4}{c^4}} \quad (7)$$

Quiere decir todo esto que la quadri-contracción relativa del cuadri-Lorentz sería el factor que serviría también para describir la *contracción gravitacional del tiempo por aceleración relativa de la fuente* con la relatividad especial en el Doppler transversal, cuando el observador forma un ángulo de 90 grados con la fuente la correlación queda tal como lo expresa la siguiente relación número ocho (8).

$$\Delta t = \Delta t_0 \sqrt{1 - \frac{(a_f \Delta t_0)^4}{c^4}} \quad (8)$$

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, a_f es la aceleración relativa de la fuente en la cuadri-Lorentz relativa y c es la velocidad de la luz.

Es decir: cuando un objeto o fuente se mueve uniformemente acercándose hacia un observador, ocurre al instante tanto contracción como dilatación del tiempo. Una cantidad de tiempo es dilatada por velocidad de acercamiento y otra cantidad de tiempo es contraída por el sentido de la (a_f) aceleración relativa de la fuente. Por ejemplo en el Doppler transversal cuando ya la fuente se aproxima, moviéndose en ángulos casi rectos con respecto al observador, incluso aunque la fuente se esté aproximando todavía hacia él, la cantidad de tiempo dilatada por velocidad, no produce

el corrimiento hacia el azul esperado por velocidad de acercamiento, en vez de eso el efecto Doppler transversal provoca entonces es un desplazamiento hacia el rojo por predominar el efecto gravitacional de la contracción por aceleración relativa (**af**) de la fuente que prevalece en sentido contrario. En el Doppler transversal cuando la fuente aun se está acercando demasiado en movimiento uniforme se cumple la siguiente relación:

$$\Delta t = \Delta t_0 \frac{\sqrt{1 - \frac{(a_f \Delta t_0)^4}{c^4}}}{\sqrt{1 - \frac{v^4 \cos^4 \theta}{c^4}}} \quad (9)$$

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 , a_f es la aceleración relativa de la fuente en la contracción y c es la velocidad de la luz.

En el Doppler transversal cuando la fuente pasa con su velocidad uniforme al frente del observador y deja ya definitivamente de acercarse a él, para iniciar entonces un alejamiento del mismo, enseguida se inicia es una contracción de alejamiento por velocidad del tiempo o el llamado corrimiento al rojo Doppler que acompaña el mismo sentido que trae originalmente la contracción gravitacional (a_f) por aceleración relativa de la fuente, tal como lo expresa la siguiente relación que suma el corrimiento total al rojo:

$$\Delta t = \Delta t_0 \sqrt{1 - \frac{v^4 \cos^4 \theta}{c^4}} \sqrt{1 - \frac{(a_f \Delta t_0)^4}{c^4}} \quad (10)$$

En la relación anterior número diez (10) se puede apreciar que a partir de la relatividad especial y el principio de equivalencia, sin necesitar el resto de la teoría de la relatividad general, se puede también calcular el desplazamiento hacia el rojo gravitacional en la relatividad especial expresado en esta anterior relación número diez (10). Esta situación planteada en esta relación anterior es la que nos conlleva a dudar, de uno de los más contundentes respaldos teóricos que tiene la idea de la expansión métrica del universo.

Corrimiento al rojo Gravitacional en la Relatividad General

En la relatividad general el objeto y el observador están acelerados independientemente y entonces la intensidad del desplazamiento al rojo y al azul del efecto Doppler en la relatividad general depende de tres factores: a)-Velocidad relativa de la fuente, b)-Aceleración (a_o) del observador y c)-Aceleración (a_f) de la fuente.

Desplazamiento Einstein

En el llamado efecto Einstein que ocurre cerca de los objetos masivos, fenómeno descrito en la relatividad general y que trabaja situaciones con concepto del tiempo propio medido por observadores en reposo y a diferentes posiciones o alturas de un planeta u otro cuerpo másico es decir, los dos observadores conservan su distancia y en reposo relativo sin acercarse ni alejarse aunque se muevan en el espacio a velocidades diferentes.

Los dos observadores aunque efectivamente se encuentren en reposo relativo, no describen como vector la misma velocidad en el espacio, se puede considerar que el observador más cercano al centro de gravedad o sea el que precisamente se encuentra en la superficie del planeta, por efectos de la curvatura del espacio-tiempo intenta alejarse de cualquier otro observador ubicado a mayor altura, a este ultimo de mayor altura según esto como tal se le contrae el tiempo del de la superficie, es por eso que en el experimento de Pound y Rebka el observador de mayor altura percibe un Doppler desplazado hacia el rojo. Veamos la siguiente expresión con respecto a la velocidad relativa ($v \cos \theta$) del objeto observado en reposo y estacionado en la superficie de la tierra y más cercano incluso al centro de gravedad del cuerpo másico. La contracción por velocidad en el efecto Einstein tiene un ángulo relativo de 90 grados que anula totalmente a la contracción del tiempo por velocidad tal como se explica en la siguiente relación número once (11):

$$\Delta t = \Delta t_0 \sqrt{1 - \frac{v^4 \cos^4 90}{c^4}} = \Delta t_0 \quad (11)$$

Si se anula la contracción por velocidad relativa entre los dos observadores, describen son aceleraciones diferentes y para la fuente (a_f) que está ubicada en ubicada en la superficie del planeta es la siguiente:

$$a_f = \omega^2 r = \frac{GM}{r^2} \quad (12)$$

Donde G es la constante de gravitación universal, M es la masa del planeta, r es el radio del planeta, ω es la velocidad angular del objeto observado.

Remplazando la relación número doce (12) en el tiempo, remplazándola pues en la anterior relación número once (11) nos queda la siguiente expresión de la *Contracción gravitacional relativa del tiempo por aceleración de la fuente*:

$$\Delta t = \Delta t_0 \sqrt{1 - \frac{(\omega^2 r \Delta t_0)^4}{c^4}} = \Delta t_0 \sqrt{1 - \left(\frac{GM \Delta t_0}{r^2 c} \right)^4} \quad (13)$$

Donde G es la constante de gravitación universal, M es la masa del planeta o cuerpo másico, r es el radio del planeta, ω es la velocidad angular del objeto observado.

Esta anterior ecuación o relación número trece (13) representa matemáticamente a la *contracción gravitacional del tiempo por aceleración de la fuente* o desplazamiento hacia el rojo que tendría un fotón que viaja desde un objeto en reposo y en la superficie de un planeta, hacia un observador también en reposo pero a mayor altura como transcurrió en el experimento de Pound y Rebka.

Sin embargo en este experimento a pesar de permanecer el observador a la misma altura en reposo está también acelerado hacia el azul o hacia el acercamiento del objeto observado por lo tanto, tiene una dirección contraria a la anterior contracción por lo tanto a esta dilatación se le llama *dilatación gravitacional del tiempo por aceleración (a_o) del observador*.

$$\Delta t = \Delta t_0 \frac{\sqrt{1 - \left(\frac{GM\Delta t_0}{r^2 c}\right)^4}}{\sqrt{1 - \left(\frac{GM\Delta t_0}{R^2 c}\right)^4}} \quad R > r \quad (14)$$

Donde Δt_0 es el intervalo temporal entre dos eventos co-locales para un observador en algún sistema de referencia no inercial como la superficie del planeta, Δt es el intervalo entre los dos mismos eventos, tal y como los mediría otro observador en reposo a cierta altura, G es la constante de gravitación universal, M es la masa del planeta o cuerpo másico, r es el radio del planeta, R es la distancia radial a la que está ubicado el observador desde el centro de gravedad, c es la velocidad de la luz.

3. Conclusiones

A)-La gran conclusión de este trabajo es la presentación de una nueva explicación del mecanismo que posiblemente origina la famosa observación de los corrimientos al rojo espectral de Debido a que las galaxias distantes del universo como quasars y nubes intergalácticas, viajan describiendo grandes trayectorias elípticas 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 $v\cos\theta$ incrementa la velocidad relativa de 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 por aceleración de la fuente* que por un mecanismo semejante al principio de equivalencia y además su producto por el conocido corrimiento al rojo Doppler, incrementa finalmente los corrimientos generales al rojo espectral.

B)-La gran conclusión de este trabajo además de la anterior, es la ratificación del desplazamiento de la contracción absoluta de Lorentz por la Cuadri-Lorentz relativa que es la siguiente ecuación:

$$\sqrt{1 - \frac{v^4 \cos^4 \theta}{c^4}} = \text{cuadri-lorentz-relativa} \quad (5)$$

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

$$\Delta t = \Delta t_0 \sqrt{1 - \frac{v^4 \cos^4 \theta}{c^4}} \quad (3)$$

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

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

E)-La *Contracción gravitacional relativa del tiempo por aceleración de la fuente* en la relatividad especial se expresa de la siguiente manera:

$$\Delta t = \Delta t_0 \sqrt{1 - \frac{(a_f \Delta t_0)^4}{c^4}} \quad (8)$$

F)-Presentamos la relación matemática del experimento de Pound y Rebka:

$$\Delta t = \Delta t_0 \frac{\sqrt{1 - \left(\frac{GM\Delta t_0}{r^2 c}\right)^4}}{\sqrt{1 - \left(\frac{GM\Delta t_0}{R^2 c}\right)^4}} \quad R > r \quad (14)$$

Donde Δt_0 es el intervalo temporal entre dos eventos co-locales para un observador en algún sistema de referencia no inercial como la superficie del planeta, Δt es el intervalo entre los dos mismos eventos, tal y como los mediría otro observador en reposo y a cierta altura, G es la constante de gravitación universal, M es la masa del planeta o cuerpo másico, r es el radio del planeta, R es la distancia radial a la que está ubicado el observador al centro de gravedad, c es la velocidad de la luz.

4. Referencias del presente artículo

- [01] Relatividad general sin los clásicos tensores de Einstein
- [02] Energía potencial en la Relatividad general
- [03] Dilatación dual del tiempo
- [1] <http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/concepto-masa-gravitacional-relatividad-especial/conceptomasa-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=mc2: A Biography of the World's Most Famous Equation*, Berkley Trade. ISBN 0-425-18164-2.9
- [8] Tipler, Paul; Llewellyn, Ralph (2002). *Modern Physics* (4th ed.), W. H. Freeman. ISBN 0-7167-4345-0. <http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/relatividad-general-sin-instein/relatividad-general-sineinstein.pdf>

<http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/energia-potencial-gravitatoria-cinetica-invariante/energiapotencial-gravitatoria-cinetica-invariante.pdf>

[9] Girbau, J.: "Geometria diferencial i relativitat", Ed. Universitat Autònoma de Catalunya, 1993. ISBN 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-potencialmovimiento/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 constante 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-leykepler.pdf>
- [31] <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/sabor-color-constante-planck/sabor-color-constanteplanck.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-nucleosatomicos.shtml>
- [35] <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/sabor-color-constante-planck/sabor-color-constanteplanck.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-ondamovimiento-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/>

Copyright © Derechos Reservados.

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.

heberpico@hotmail.com
heberpico@telecom.com.co