# La medición de la masa del fotón a partir del ángulo de desviación de un fotón por el Sol.

por

M. W. Evans y H. Eckardt,

Civil List, AIAS y UPITEC.

(www.aias.us, www.atomicprecision.com, www.upitec.org, www.et3m.net

www.webarchive.org.uk)

Traducción: Alex Hill (www.et3m.net )

## Resumen.

Se mide experimentalmente la masa del fotón, siendo ésta del orden de $10^{-57}$ kilogramos, utilizando los datos experimentales que muestran que la órbita de una masa *m* alrededor del Sol es la sección de una cónica. La órbita del fotón de esta masa es una hipérbola con una excentricidad muy grande, lo cual significa que sufre una desviación muy pequeña, como es bien sabido. No se utiliza la relatividad general einsteiniana, y en este documento la misma se ve refutada en forma concluyente a través de varios métodos distintos, algunos de los cuales son de fácil comprensión y utilizan un álgebra muy sencilla.

*Palabras clave*: Teoría ECE, masa del fotón, refutaciones de la relatividad general einsteiniana.

# 1. Introducción.

Se demuestra en este documento que la medición de la masa del fotón puede llevarse a cabo en forma directa si se supone que la masa del fotón *m* orbita alrededor del Sol como cualquier otra masa *m*, con una trayectoria en forma de sección de cónica. El único dato que se conoce experimentalmente [1-10] es que el Sol desvía el rayo de luz en una cantidad muy pequeña, de sólo unos pocos segundos de arco. Si no se contase con información adicional no se sabría si la órbita posee la forma de una elipse cerrada con precesión, o de alguna otra forma de sección de cónica, tal como una hipérbola, pero se sabe que la masa del fotón es menor que unos $10^{-52}$ kilogramos; se dispone de varias estimaciones al respecto, de manera que su excentricidad orbital es muy amplia. En consecuencia, la órbita es una hipérbola. En la Sección 2 se demuestra que la masa del fotón es del orden de $10^{-57}$ kilogramos, si se supone que esta órbita es una sección de cónica. El límite newtoniano de una hipérbola con precesión es una hipérbola estática, y la muy pequeña masa del fotón debe querer decir que la excentricidad de esta hipérbola es muy grande. Lo mismo sucede respecto de la magnitud recta de la hipérbola. No existe nada en el análisis newtoniano que refute la suposición de la órbita del fotón sea una hipérbola. Esta conclusión resulta clara a nivel intuitivo a partir de la muy pequeña desviación del fotón por parte del sol. En consecuencia, es posible calcular el ángulo de desviación y la masa del fotón directamente a partir de la órbita supuesta en el caso del límite newtoniano. No es necesario utilizar relatividad general para hallar la masa del fotón, y de hecho, en secciones posteriores de este documento, se demuestra que la relatividad general einsteiniana está plagada de errores, y no debiera seguir utilizándose. Se ha vuelto completamente obsoleta y debiera de reemplazarse con la teoría ECE de la física unificada [1-10].

# 2. La masa del fotón.

Consideremos un objeto de masa $m$ que orbita a un objeto de masa $M$ con una trayectoria con forma de sección cónica con precesión [11]:

$$r = \frac{\alpha}{1+\epsilon\cos(x\theta)} \tag{1}$$

donde $2\alpha$ es la magnitud recta, $\epsilon$ es la excentricidad, $x$ es la constante de precesión, y donde las coordenadas en un plano son las coordenadas polares cilíndricas $r$ y $\theta$. Resulta a partir de la Ec. (1) que:

$$\frac{dr}{d\theta} = x\frac{\epsilon}{\alpha}r^2\,\mathrm{sen}(x\theta) \tag{2}$$

Por lo tanto:

$$\frac{d\theta}{dr} = \frac{\alpha}{\chi\epsilon}\frac{1}{r}\left(r^2 - \frac{1}{\epsilon^2}(\alpha - r)^2\right)^{-1/2} \tag{3}$$

Si la distancia de máximo acercamiento de la masa *m* a la masa *M* es $R_0$, entonces el objeto *m* sufre una desviación con un ángulo:

$$\Delta\theta = \frac{2\alpha}{\chi\epsilon}\int_{R_0}^{\infty}\frac{dr}{r\left(r^2 - \frac{1}{\epsilon^2}(\alpha - r)^2\right)^{1/2}} . \tag{4}$$

Esta integral puede calcularse analíticamente, y es:

$$\Delta\theta = \frac{2}{\chi}\left(\operatorname{sen}^{-1}\frac{1}{\epsilon} - \operatorname{sen}^{-1}\left(\frac{1}{\epsilon} - \frac{\alpha}{R_0}\right)\right) . \tag{5}$$

Si no hay desviación, entonces:

$$\Delta\theta = 0 \tag{6}$$

y este resultado es equivalente, a partir de la Ec. (5 ), a:

$$R_0 \longrightarrow \infty \tag{7}$$

Cuando el objeto *m* se encuentra infinitamente distante del objeto *M*, no sufre desviación, y su trayectoria es una línea recta. En el límite:

$$\chi \longrightarrow 1 \tag{8}$$

la sección cónica se vuelve estática. En teoría newtoniana [11] se describe mediante:

$$\alpha = \frac{L^2}{m^2 M G} \tag{9}$$

y

$$\epsilon = \left(1 + \frac{2EL^2}{m^3 M^2 G^2}\right)^{1/2} \tag{10}$$

donde $E$ es la energía total, $L$ es el momento angular total y $G$ es la constante de Newton. Se observa que $m$ debe ser idénticamente distinto de cero, y el fotón debe poseer masa.

Por definición, el fotón es el cuanto de energía, de manera que para un fotón:

$$E = \hbar\omega \,, \quad L = \hbar \tag{11}$$

donde ω es la frecuencia angular. Por lo tanto, consideremos la órbita de un fotón en el límite newtoniano definido por las Ecs. (8), (9) y (10). Su ángulo de desviación es:

$$\Delta\theta = 2\left[\operatorname{sen}^{-1}\left(1 + \frac{2EL^2}{m^3M^2G^2}\right)^{-1/2} - \operatorname{sen}^{-1}\left(\left(1 + \frac{2EL^2}{m^3M^2G^2}\right)^{-1/2} - \frac{L^2}{m^2MGR_0}\right)\right] \tag{12}$$

y esta ecuación también se cumple para cualquier objeto de masa $m$ que orbite a cualquier objeto de masa $M$ en el límite newtoniano. Tal como en el documento UFT150B (www.aias,us) pueden utilizarse los siguientes valores:

$$\begin{aligned} \hbar &= 1.05459 \times 10^{-34}\ \mathrm{Js} \\ R_0 &= 6.955 \times 10^{8}\ \mathrm{m} \\ M &= 1.9891 \times 10^{30}\ \mathrm{kg} \\ G &= 6.67428 \times 10^{11}\ \mathrm{m^3\,kg^{-1}\,s^{-2}} \end{aligned} \tag{13}$$

donde $R_0$ es el radio del Sol y $M$ es su masa. La Ec. (12) deviene:

$$\Delta\theta = 2\left[\operatorname{sen}^{-1}\left(1 + \frac{1.33094 \times 10^{-167}}{m^3}\right)^{-1/2} - \operatorname{sen}^{-1}\left(\left(1 + \frac{1.33094 \times 10^{-167}}{m^3} - \frac{1.2045 \times 10^{-119}}{m^2}\right)\right)\right] \tag{14}$$

Suponiendo que la frecuencia angular del fotón se encuentra en el intervalo de luz visible:

$$\omega \sim 10^{16} \text{ rad s}^{-1} \tag{15}$$

la desviación medida es:

$$\Delta\theta = \left(8.4848 \pm 0.003\right) \times 10^{-6} \text{ rad.} \tag{16}$$

Las tablas con valores de masas para las partículas elementales dan la masa del fotón como menor que unos $10^{-52}$ kg , de manera que puede utilizarse la siguiente serie de McLaurin:

$$\text{sen}^{-1} x = x + \frac{x^3}{6} + \frac{3}{40} x^5 + \ldots, \qquad |x| < 1, \quad |\text{sen}^{-1} x| < \frac{\pi}{2} \tag{17}$$

y el primer término de esta serie resulta suficiente para una radiación con frecuencia en el intervalo visible. De manera que la Ec. (14) se reduce a:

$$\Delta\theta = \frac{2.409 \times 10^{-119}}{m^2} \tag{18}$$

dando como resultado la siguiente masa para el fotón:

$$m = 1.685 \times 10^{-57} \text{ kg.} \tag{19}$$

Utilizando este valor en la Ec. (14 ) se observa que la aproximación :

$$\text{sen}^{-1} x \sim x \tag{20}$$

resulta válida porque:

$$\left(1 + \frac{1.33094 \times 10^{-167}}{1.685^3 \times 10^{-171}}\right)^{-1/2} = 0.019 \tag{21}$$

y

$$\frac{1.2045 \times 10^{-119}}{1.685^2 \times 10^{-114}} = 4.242 \times 10^{-6} \tag{22}$$

El valor (19) es un orden aproximado de magnitud, pero es la primera vez que se ha determinado la masa para el fotón, una meta de la física durante un siglo. Esta estimación coincide con otras estimaciones, las cuales otorgan a la masa del fotón un valor inferior a $10^{-52}$ kilogramos. Esta masa significa que la excentricidad de la órbita hiperbólicas del fotón es:

$$\epsilon = 2785.5 \tag{23}$$

y la mitad de su magnitud recta es:

$$\alpha = 2{,}950 \text{ metros} . \tag{24}$$

Nótese que este valor para la masa del fotón no depende de la frecuencia en las aproximaciones realizadas, pero en general la masa del fotón depende de la frecuencia y no puede ser una masa de partícula elemental. Tal como se demostró en el documento UFT158 y siguientes, se desarrolla en términos de la teoría R.

Esta determinación de la masa del fotón refuta el concepto de la teoría del fotón sin masa del sector U(1) del modelo establecido, y refuta la teoría del bosón de Higgs. La existencia de la masa del fotón corrobora la teoría $B^{(3)}$ [1 – 10].

## 3. Refutación sencilla y definitiva de la relatividad general einsteiniana.

Resulta muy sencillo refutar la relatividad general de Einstein (RGE) y este hecho ha sido conocido durante casi un siglo. Esta es la razón por la cual la relatividad general no puede determinar la masa del fotón a partir de la desviación de la luz por causa gravitacional. En estas secciones se presenta una serie de refutaciones. La teoría RGE para una órbita plana se basa en el elemento lineal infinitesimal:

$$ds^2 = c^2 d\tau^2 = \left(1 - \frac{r_0}{r}\right) c^2 dt^2 - \left(1 - \frac{r_0}{r}\right)^{-1} dr^2 - r^2 d\theta^2 \tag{25}$$

en el plano:

$$dZ^2 = 0 \tag{26}$$

donde la distancia $r_0$ viene definida por:

$$r_0 = \frac{2MG}{c^2} . \tag{27}$$

La teoría RGE afirma incorrectamente que este elemento lineal produce una trayectoria elíptica con precesión. Se afirma que [1 - 10, 12]:

$$\left(\frac{x\epsilon}{\alpha}\right)^2 \operatorname{sen}^2(x\theta) = ?\ \frac{1}{b^2} - \left(1 - \frac{r_0}{r}\right)\left(\frac{1}{a^2} + \frac{1}{r^2}\right) \tag{28}$$

donde las constantes $a$ y $b$ son:

$$a = \frac{L}{mc}, \quad b = \frac{cL}{E}. \tag{29}$$

Si esta afirmación fuese correcta, entonces:

$$\text{sen}^2(x\theta) = ? \left(\frac{\alpha}{xt}\right)^2 \left(\frac{1}{b^2} - \frac{1}{a^2} + \frac{r_0}{a}\frac{1}{r} - \frac{1}{r^2} + \frac{r_0}{r^3}\right) \tag{30}$$

Sin embargo, a partir de la Sección 2:

$$\text{sen}^2(x\theta) = \left(1 - \frac{1}{\epsilon^2}\right) + \frac{2\alpha}{\epsilon}\frac{1}{r} - \left(\frac{\alpha}{\epsilon}\right)^2 \frac{1}{r^2} \tag{31}$$

y esta función se deduce directamente a partir de las observaciones en astronomía para una trayectoria elíptica con precesión o una sección cónica en general. Esta función no es la Ec. (30), de manera que queda refutada la RGE, QED.

## 4. Refutaciones basadas en la desviación de la luz por causa de la gravitación.

Se demostró en la Sección 2 que la desviación de la luz por causa gravitacional depende de *m* en el límite newtoniano. En la teoría RGE se afirma erróneamente que el límite newtoniano es:

$$\Delta\theta = ? \frac{2GM}{c^2 R_0} \tag{32}$$

Pero este límite no depende de *m*. No puede ser correcto, QED. La teoría RGE afirma que la desviación de la luz es:

$$\Delta\theta = ? \frac{4GM}{c^2 R_0} \tag{33}$$

pero una vez más esto no depende de la masa *m*. En consecuencia, no se puede reducir al límite newtoniano correcto dado en la Sección 2. En el documento UFT 150B se comentan los diversos errores cometidos por Einstein en sus cálculos de desviación de la luz. Resulta claro que este bien conocido cálculo resulta incorrecto porque se origina a partir de la Ec. (25), y la Ec. (25) tal como se demuestra en la Sección 3 no produce una sección cónica a partir de la cual debe calcularse la desviación, a fin de lograr una consistencia mínima aceptable.

Einstein pareciera haber efectuado este cálculo en la referencia (13), y en un libro de texto tal como el de Wald [14], la integral utilizada por Einstein se describe como:

$$\Delta\theta = 2 \int_0^{1/R_0} \left( R_0^{-2} - 2MR_0^{-3} - u^2 + 2Mu^3 \right)^{-1/2} du \tag{34}$$

donde $M$ es masa en unidades reducidas. En unidades S.I. es $MG / c^2$ . El método utilizado para evaluar la Ec. (34) resulta muy oscuro y se basa en :

$$\left. \frac{\partial(\Delta\theta)}{\partial M} \right|_{M=0} = ? \; \frac{1}{4b} \tag{35}$$

Sin embargo, $M$ es una constante, y la Ec. (35) no es una operación de diferenciación elemental. Además, la Sección 3 muestra que esta integral es incorrecta.

Todas las teorías basadas en la RGE son fáciles de refutar: la desviación de la luz por causa de la gravitación, la demora de tiempo gravitacional, la precesión de Sitter, la precesión del perihelio y la radiación gravitacional.

## 5. Numerosas refutaciones basadas en la geometría.

La Ec.(25) se obtiene luego de una tortuosa seria de suposiciones incorrectas acerca del elemento lineal general:

$$ds^2 = c^2 d\tau^2 = m(r,t)\, c^2 dt^2 - n(r,t)\, dr^2 - r^2 d\theta^2 \tag{36}$$

del espaciotiempo con simetría esférica, donde m y n sus funciones generales de $r$ y del tiempo $t$ [12]. El error más básico y profundo de la RGE es su suposición de una conexión de Christoffel simétrica, tal como ya se ha mencionado en trabajos previos [1 – 10]. Se demuestra fácilmente la antisimetría de la conexión al considerarse la ecuación básica :

$$[D_\mu, D_\nu] V^\alpha = -\left( \Gamma^\lambda_{\mu\nu} - \Gamma^\lambda_{\nu\mu} \right) D_\lambda V^\rho + R^\rho_{\ \sigma\mu\nu} V^\alpha \tag{37}$$

la cual es correcta en cualquier espacio y cualquier número de dimensiones. El conmutador de derivadas covariantes del lado izquierdo actúa sobre un vector (o cualquier tensor de cualquier rango) para aislar la conexión, tal como se demuestra del lado derecho. Aquí, el tensor de Riemann se conoce como un objeto antisimétrico:

$$R^{\rho}{}_{\sigma\mu\nu} = -R^{\rho}{}_{\sigma\nu\mu} = \partial_\mu \Gamma^{\rho}_{\nu\sigma} - \partial_\nu \Gamma^{\rho}_{\mu\sigma} + \Gamma^{\rho}_{\mu\lambda}\Gamma^{\lambda}_{\nu\sigma} - \Gamma^{\rho}_{\nu\lambda}\Gamma^{\lambda}_{\mu\sigma} \,. \tag{38}$$

Posee los mismos indices de conmutador μ y ν que la conexión, de manera que ésta última es antisimétrica, QED:

$$R^{\rho}{}_{\sigma\mu\nu} = -R^{\rho}{}_{\sigma\nu\mu} \,, \qquad \Gamma^{\lambda}_{\mu\nu} = -\Gamma^{\lambda}_{\nu\mu} \,. \tag{39}$$

Si los índices fueran iguales, tanto el conmutador como la conexión y la curvatura desaparecerían. En este caso, la derivada covariante $D_\mu$ se reduce a la derivada ordinaria $\partial_\mu$, y:

$$[\partial_\mu, \partial_\nu] V^{\sigma} = 0. \tag{40}$$

Es bien sabido que la torsión [1 - 10, 12] es:

$$T^{\lambda}_{\mu\nu} = \Gamma^{\lambda}_{\mu\nu} - \Gamma^{\lambda}_{\nu\mu} \tag{41}$$

y es siempre distinta de cero. La falta de sentido básico de la RGE es que se basa en una idea contradictoria: que el tensor de Riemann es antisimétrico pero que la conexión es simétrica. Obviamente, ambos son antisimétricos. No puede afirmarse que el tensor de Riemman es simétrico, no puede afirmarse que la conexión es simétrica, no puede afirmarse que el conmutador es simétrico. No hay parte simétrica para ninguno de estos objetos porque se generan por un viaje redondo en un espacio con curvatura y torsión, y por ende mediante un conmutador intrínsecamente antisimétrico. Si cualesquiera de estos objetos fuera simétrico no habría curvatura ni habría torsión.

Como consecuencia de este error garrafal, se utiliza la siguiente ecuación incorrecta en la teoría RGE:

$$\Gamma^{\sigma}_{\mu\nu} = ?\, \frac{1}{2} g^{\sigma\rho} \left( \partial_\mu g_{\nu\rho} + \partial_\nu g_{\rho\mu} - \partial_\rho g_{\mu\nu} \right) \tag{42}$$

donde $g_{\mu\nu}$ es la métrica. Esta ecuación deja de ser correcta para una conexión antisimétrica. Análogamente, el tensor de Ricci:

$$R_{\sigma\mu} = R^{\lambda}{}_{\sigma\lambda\mu} \tag{43}$$

se obtiene en la RGE a partir de un tensor de Riemann evaluado incorrectamente, un tensor de Riemann obtenido a partir de la incorrecta ecuación (42). La segunda identidad de Bianchi utilizada en la teoría RGE es incorrecta por la misma razón, y la ecuación de campo de Einstein es incorrecta porque se basa en la segunda identidad del Bianchi. El siguiente en la serie de errores en la RGE es el suponer que desaparece el tensor de Ricci. Crothers ha demostrado que esto no es así (www.aias.us). http://www.asi.us). Con el objeto de obtener la Ec.(25) a partir de la Ec. (36) se expresa ésta última como [12]:

$$ds^2 = c^2 dt^2 e^{2\alpha(r,t)} - e^{2\beta(r,t)} dr^2 - r^2 d\theta^2 \tag{44}$$

La suposición incorrecta de un tensor de Ricci nulo produce los siguientes resultados incorrectos:

$$\beta = \beta(r) \tag{45}$$

$$\alpha = f(r) + g(t) \tag{46}$$

La función g(t) se "elimina" utilizando un procedimiento dudoso [12]:

$$dt \longrightarrow \exp(-g(t))dt \tag{47}$$

para dar:

$$ds^2 = e^{2\alpha(r)} c^2 dt^2 - e^{2\beta(r)} dr^2 - r^2 d\theta^2 \tag{48}$$

El empleo incorrecto del tensor nulo de Ricci produce el resultado incorrecto:

$$\alpha = -\beta + \text{constante} \tag{49}$$

en donde se afirma, sin demostrarse, que :

$$\alpha = -\beta \tag{50}$$

Esto se conoce como "coordenadas en escala ", pero resulta enteramente arbitrario. Este procedimiento arbitrario conduce a :

$$e^{2\alpha}\left(2r\partial_1\alpha + 1\right) = 1 \tag{51}$$

es decir:

$$\partial_1\left(r e^{2\alpha}\right) = 1 \tag{52}$$

lo cual significa que:

$$e^{2\alpha} = 1 + \frac{\mu}{r} . \tag{53}$$

La ecuación de campo de Einstein sólo se utiliza en su límite de campo débil para afirmar que:

$$\mu = \frac{2GM}{c^2} \tag{54}$$

pero este procedimiento está plagado de errores, de manera que el elemento lineal (25) carece por completo de significado.

Si esto no fuera suficiente, las teorías de desviación de la luz y de agujeros negros de la RGE se basan en el concepto de una geodésica nula (véase el documento UFT150B en www.aias.us):

$$ds^2 = ?\, 0 \tag{55}$$

Sin embargo, la Ec. (25) es:

$$c^2 = c^2\left(\frac{dt}{d\tau}\right)^2\left(1 - \frac{r_0}{r}\right) - \left(1 - \frac{r_0}{r}\right)^{-1}\left(\frac{dr}{d\tau}\right)^2 - r^2\left(\frac{d\theta}{d\tau}\right)^2 \tag{56}$$

y resulta obviamente incompatible con la Ec. (55) porque la Ec. (55) vuelve singular a la Ec. (56) . Puede rechazarse la historia completa de la teoría de agujeros negros, pues se trata de una teoría sin sentido. La teoría de agujeros negros proviene de la suposición matemática sin sentido [12]:

$$ds^2 = ?\, 0 = \left(1 - \frac{2GM}{c^2 r}\right)c^2 dt^2 - \left(1 - \frac{2GM}{c^2 r}\right)^{-1} dr^2 \tag{57}$$

Esta suposición se torna aún más oscura a través de una selección tortuosa de coordenadas:

$$ct = ? \pm \left(r + 2\frac{GM}{c^2}\log_e\left(\frac{rc^2}{2GM} - 1\right)\right) + \text{constante} \tag{58}$$

una fabricación matemática utilizada para redefinir el elemento lineal como:

$$ds^2 = ?\left(1 - \frac{2GM}{c^2 r}\right)\left(c^2 dt^2 - dr^{*2}\right) - r^2 d\phi^2 \tag{59}$$

Hay un gran número de errores secuenciales, siendo el más amplio de ellos la definición del "horizonte de evento" como:

$$r = ?\ 2\frac{GM}{c^2 r} \tag{60}$$

Todas las métricas de agujeros negros fueron ampliamente refutadas mediante álgebra computacional en la referencia (1).

## Agradecimientos.

Se agradece al Gobierno Británico por la Pensión Civil vitalicia y el título de Armígero, y al grupo técnico de AIAS por muchas discusiones interesantes. Se agradece a Dave Burleigh por mucho trabajo de publicación enteramente voluntaria, y a Alex Hill, Robert Cheshire y Simon Clifford por las traducciones y grabaciones. AIAS se ha establecido bajo el patrocinio del Fideicomiso de la Familia Newlands.

## Referencias.

[1] M .W. Evans, S. Crothers, H. Eckardt y K. Pendergast, "Criticisms of the Einstein Field Equation" (Cambridge International Science Publishing, CISP, www.cisp-publishing.com, primavera 2011).

[2] M. W. Evans, Ed. J. Foundations of Physics and Chemistry, (CISP, junio 2011 en adelante), seis publicaciones anuales.

[3] M. W. Evans, H. Eckardt y D. W. Lindstrom, "Generally Covariant Unified Field Theory" (Abramis Academic, 2005 a 2011) en siete volúmenes.

[4] L. Felker, "The Evans Equations of Unified Field Theory" (Abramis 2007, traducción al castellano por Alex Hill en www.aias.us).

[5] K. Pendergast, "The Life of Myron Evans" (CISP, primavera 2011).

[6] Los portales de la teoría ECE : www.webarchive.org.uk, www.aias.us,

www.atomicprecision.com, www.e3tm.net, www.upitec.org.

[7] M. W. Evans y S. Kielich (Eds.), "Modern Nonlinear Optics" (Wiley, 1992, 1993, 1997, 2001), dos ediciones y seis volúmenes.

[8] M .W. Evans y L. B. Crowell, "Classical and Quantum Electrodynamics and the B(3) Field" (World Scientific, 2001).

[9] M. W. Evans y J.-P. Vigier, "The Enigmatic Photon" (Kluwer 1994 a 2002), en 10 volúmenes con encuadernación en tapa dura o blanda .

{10} M. W. Evans y A. A. Hasanein, "The Photomagneton in Quantum Field Theory" (World Scientific, 1994).

[11] J. B. Marion yd S. T. Thornton, "Classical Dynamics" (HBC, Nueva York 1988, 3a edición).

[12] S. P. Carroll, "Spacetime and Geometry: an Introduction to General Relativity" (Addison Wesley, Nueva York, 2004).

[13] A. Einstein, Proceedings of the Royal Prussian Academy, noviebre de 1915.

[11] R. M. Wald, "General Relativity" (Chicago University Press, 1984).