Constantes Fundamentales: Uniendo Gravedad y la Expansión Acelerada del Universo por medio del Bosón de Higgs

Fundamental Constants: Uniting Gravity and the Accelerated Expansion of the Universe through the Higgs Boson

M. Makraini (m.makraini@mk4physics.eu)
Física Relativista y Fundamental
España (Spain)
15 de Agosto de 2023

Resumen

En este artículo, se plantea una nueva reinterpretación de la geometría curva del espacio-tiempo, donde de considera que el espacio-tiempo experimenta una contracción longitudinal. Este efecto, se manifiesta en cambios de la métrica del espacio-tiempo que determinan como se miden las distancias y los intervalos temporales en esa región. Es decir, una variación de dimensión en la escala, tamaño o longitud aparente del espacio-tiempo. Esta reinterpretación es compatible con las ecuaciones de campo de Einstein y Maxwell. La constante gravitacional universal de Newton G_N, la constante de Hubble para la expansión acelerada del universo $H_{(0)}$ y la constante cosmológica asociada con la hipotética energía oscura $\Lambda_{\pm}$, se pueden obtener y aproximar mediante este nuevo enfoque, donde la masa del bosón de Higgs con sus privilegiadas y únicas características, juega un papel trascendental para dar respuesta a una multitud de preguntas abiertas en física y en la actualidad cosmológica moderna. La reinterpretación de la geometría curva por la contracción espacio-temporal, proporciona un nuevo marco para entender mucho mejor la gravedad. Al obtener valores muy aproximados de la constante de gravitación universal, es posible determinar la fuerza inversa a la gravedad responsable de la expansión acelerada del universo. Esto es posible gracias a la teoría de divergencia de Gauss, donde la distribución de carga determinada por la constante de Coulomb en el marco de la expansión multipolar definida por el electromagnetismo, constituye una analogía bastante sólida, siendo de forma inversamente proporcional a la gravedad, mediante la cuál es posible obtener y calcular con mucha precisión, el valor de la constante $H_{(0)}$ de Hubble. La constante cosmológica $\Lambda_{\pm}$, considerada como una posible energía oscura que impulsa la expansión acelerada del universo, también puede ser obtenida y explicada a través de este nuevo enfoque. La reinterpretación de la geometría curva de la gravedad, como una contracción espacio-temporal, afectaría a las propiedades de la expansión del espacio-tiempo, donde la interpretación de contracción del universo, que describe la Relatividad General, debe ser reinterpretada, comprendida y aceptada, como la gravedad misma a cualquier escala.

Palabras y frases clave: Constantes universales, bosón de Higgs, Relatividad General, tensión de Hubble, constante cosmológica.

Abstract

This article presents a new reinterpretation of the curved geometry of spacetime, where it is considered that spacetime undergoes longitudinal contraction. This effect is manifested in changes in the spacetime metric that determine how distances and temporal intervals are measured in that region. In other words, a variation in the scale, size, or apparent length of spacetime. This reinterpretation is compatible with Einstein's field equations and Maxwell's equations. The universal gravitational constant of Newton, G_N, the Hubble constant for the accelerated expansion of the universe, $H_{(0)}$, and the cosmological constant associated with hypothetical dark energy, $\Lambda_{\pm}$, can be obtained and approximated using this new approach, where the mass of the Higgs boson with its unique and privileged characteristics plays a crucial role in addressing numerous open questions in physics and modern cosmology. The reinterpretation of curved geometry through spacetime contraction provides a new framework for better understanding gravity. By obtaining very close values of

the universal gravitational constant, it is possible to determine the inverse force to gravity responsible for the accelerated expansion of the universe. This is achievable through Gauss's divergence theorem, where the charge distribution determined by the Coulomb constant within the framework of multipolar expansion defined by electromagnetism constitutes a quite solid analogy, being inversely proportional to gravity. This allows for the precise calculation of the value of the Hubble constant, $H_{(0)}$. The cosmological constant $\Lambda_{\pm}$, considered as a potential dark energy driving the accelerated expansion of the universe, can also be obtained and explained through this new approach. The reinterpretation of the curved geometry of gravity as spacetime contraction would affect the properties of spacetime expansion, where the interpretation of the universe's contraction described by General Relativity must be reinterpreted, understood, and accepted as gravity itself at any scale..
Key words and phrases: Universal constants, Higgs boson, General Relativity, Hubble stress, cosmological constant.

1 Introducción

La contracción longitudinal del espacio-tiempo, surge como una propuesta audaz en el ámbito de la física teórica y la cosmología, desafiando conceptos convencionales de la geometría del espacio tiempo que intenta describir la gravedad. Y la propuesta que se postula en este trabajo, describe una revolucionaria reinterpretación fundamental del espacio-tiempo, en la cual, la más mínima presencia de masa y energía, da lugar a una contracción espacio-temporal al rededor de esta masa y energía, tanto a niveles astronómicos y desde su naturaleza a nivel cuántico. En este contexto, surge una fuerte conexión y similitud, con la contracción longitudinal que experimentan los objetos en situaciones de altas velocidades cercanas a la luz, que se muestra inversamente proporcional y análoga a la contracción espacio-temporal propuesta en este trabajo.

Sabemos muy bien que, la teoría de la Relatividad Especial magistralmente propuesta por A. Einstein [1], establece que a medida que un objeto se aproxima a velocidades cercanas a la de la luz, su longitud en la dirección del movimiento experimenta una contracción en relación con un observador en reposo. Esta contracción conocida como "Contracción de Lorentz"[2], es de hecho análoga e inversamente proporcional a la contracción espacio-temporal que generan los cuerpos a cualquier nivel cuántico o astronómico para crear gravedad. La similitud entra la contracción de Lorentz y la contracción longitudinal espacio-temporal propuesta, abre las puertas a una profunda exploración de las implicaciones físicas y geométricas asociadas a fenómenos externos de movimiento, velocidad y energía que describen el campo gravitatorio.

En este trabajo se mostrará en detalle la convergencia entre la contracción longitudinal del espacio-tiempo y la contracción de Lorentz, para aproximar matemáticamente los valores de las tres constantes más fundamentales desde una perspectiva técnica y rigurosa. Se analizarán las implicaciones de esta similitud en el marco conceptual de la física fundamental, de la cual, surge su culminación en el conjunto teórico global y relevante que experimentalmente demuestra el modelo estándar de partículas, al poder considerar los fundamentos de la geometría espacio-temporal, como resultado en su relación vehicular mediante la interacción del mecanismo de Higgs [3] y la diferencia porcentual entre la masa del protón y sus constituyentes, los quarks, propuestos en este estudio apoyados por resultados experimentales, como los candidatos más sólidos, responsables de la gravedad.

El razonamiento de los conceptos aquí propuestos, surge desde una nueva perspectiva en el experimento de Michelson-Morley [4]. Un hito histórico sin precedentes, que nuevamente abre las puertas a una comprensión más profunda de las propiedades intrínsecas entre la materia, la energía, el espacio-tiempo y su conexión con las leyes y constantes fundamentales de la naturaleza. De la cual, a través de este análisis, se espera arrojar luz, entorno a la naturaleza esencial del espacio-tiempo y la posibilidad de una sólida reinterpretación fundamental de la geometría, en los límites extremos de la física.

2 Escalar de curvatura: Cuando el elemento de línea para un un espacio-tiempo Rindler-Minkowski depende de la masa.

En un sistema de referencia uniformemente acelerado en el espacio-tiempo Rindler-Minkowski [5], es posible obtener una expresión para el Laplaciano dependiente de la masa. En este contexto, la relación del campo gravitatorio y la masa, completa de una forma diferente, lo que se encuentra en la Relatividad General, donde la más mínima presencia de masa y energía, deberá de describir la contracción espacio-temporal (gravedad) de forma proporcional a cualquier nivel, entonces, esta contracción podrá ser a niveles cuánticos como a niveles astronómicos. Es decir, sea la masa y niveles de energía mínimos, la constante universal de Newton, debe de surgir de forma lógica y natural.

El espacio-tiempo Rindler-Minkowski, donde supuestamente el espacio-tiempo es plano y no curvado, se utiliza para describir un sistema de referencia uniformemente acelerado en la Relatividad Especial. En este sistema acelerado, el concepto de campo gravitatorio, puede ser aproximado y moldeado a través de una aceleración uniforme. Pero no es un campo gravitatorio real generado por la distribución de masa, sino que es una sólida analogía del verdadero significado del principio de equivalencia débil.

Teniendo en cuenta un espacio-tiempo Rindler-Minkowski, podemos hacer una aproximación dentro de otra aproximación, expresándolo haciendo el límite newtoniano mediante este elemento de línea:[6]

$$ds^2 = -\left(1 + 2\hat{\Phi}\right) c^2 \; dt^2 + dx^2 + dy^2 + dz^2 \tag{2.1}$$

Donde $\hat{\Phi} = \dfrac{\Phi}{mc^2}$ y proponiendo que $\Phi = m_\phi^2 \phi^2$, podremos calcular el tensor de Ricci del elemento de línea, pero primero, es necesario calcular los símbolos de Christoffel para la siguiente métrica:

$$g_{00} = -1 - \frac{2m_\phi \phi^2}{c^2} \qquad g_{11} = 1 \qquad g_{22} = 1 \qquad g_{33} = 1 \tag{2.2}$$

Ahora, utilizando la fórmula:

$$\Gamma^\alpha_{\beta\gamma} = \frac{1}{2} g^{\alpha\mu} \left(\partial_\gamma g_{\beta\mu} + \partial_\beta g_{\gamma\mu} - \partial_\mu g_{\beta\gamma} \right) \tag{2.3}$$

Donde, para el término Γ^α_{00}, tenemos:

$$\begin{aligned}\Gamma^{\alpha}_{00} &= \frac{1}{2} g^{\alpha\mu} \left(\partial_0 g_{0\mu} + \partial_0 g_{0\mu} - \partial_\mu g_{00}\right) \\ &= \frac{1}{2} g^{\alpha\mu} \partial_\mu \left(-1 - \frac{2m_\phi \phi^2}{c^2}\right) = \frac{1}{2} g^{\alpha\mu} \partial_\mu \frac{2m_\phi \phi^2}{c^2}\end{aligned} \tag{2.4}$$

Entonces, simplificamos y reorganizamos para obtener el símbolo de Christoffel para Γ^{α}_{00}, como:

$$\Gamma^{\alpha}_{00} = \frac{m_\phi}{c^2} g^{\beta\mu} \partial_\mu \phi^2 \tag{2.5}$$

Calculando lo mismo para el término $\Gamma^{0}_{\beta 0}$, tenemos que:

$$\begin{aligned}\Gamma^{0}_{\beta 0} &= \frac{1}{2} g^{0\mu} \left(\partial_0 g_{\beta\mu} + \partial_\beta g_{0\mu} - \partial_\mu g_{\beta 0}\right) \\ &= \frac{1}{2} g^{00} \left(\partial_\beta g_{00} - \partial_0 g_{\beta 0}\right) = \frac{1}{2} g_{00} \partial_\mu g_{00} \\ &= \frac{1}{2} \frac{1}{g_{00}} \partial_\beta \left(-1 - \frac{2m_\phi \phi^2}{c^2}\right) = -\frac{m_\phi}{c^2} \frac{1}{g_{00}} \partial_\beta \phi^2\end{aligned} \tag{2.6}$$

Entonces, sustituyendo g_{00}, tenemos que:

$$\Gamma^{0}_{\beta 0} = \frac{m_\phi}{c^2} \frac{1}{1 + \dfrac{2m_\phi \phi^2}{c^2}} \partial_\beta \phi^2 \tag{2.7}$$

Ahora, podemos calcular el tensor de Ricci:

$$R_{\sigma\nu} = \partial_\mu \Gamma^{\mu}_{\nu\sigma} - \partial_\nu \Gamma^{\mu}_{\mu\sigma} + \Gamma\Gamma - \Gamma\Gamma \tag{2.8}$$

En la aproximación para un campo débil en el espacio-tiempo de Rindler-Minkowski, podemos prescindir de las componentes $\Gamma\Gamma - \Gamma\Gamma$. Siendo el tensor de Ricci, para campos débiles, de esta forma:

$$R_{\sigma\nu} \simeq \partial_\mu \Gamma^{\mu}_{\nu\sigma} - \partial_\nu \Gamma^{\mu}_{\mu\sigma} \tag{2.9}$$

Entonces, para calcular la componente R_{00} del tensor de Ricci, tenemos:

$$R_{00} = \partial_\beta \Gamma^\mu_{00} = \partial_\mu \left(\frac{m_\phi}{c^2} g^{\beta\mu} \partial_\mu \phi^2 \right) \tag{2.10}$$

Donde:

$$\begin{aligned} R_{00} &= \frac{m_\phi}{c^2} \left[\partial_0 \left(g^{0\mu} \partial_\mu \phi^2 \right) + \partial_1 \left(g^{1\mu} \partial_\mu \phi^2 \right) + \partial_2 \left(g^{2\mu} \partial_\mu \phi^2 \right) + \partial_3 \left(g^{3\mu} \partial_\mu \phi^2 \right) \right] \\ &= \frac{m_\phi}{c^2} \left[\partial_1 \left(g^{11} \partial_1 \phi^2 \right) + \partial_2 \left(g^{22} \partial_2 \phi^2 \right) + \partial_3 \left(g^{33} \partial_3 \phi^2 \right) \right] \\ &= \frac{m_\phi}{c^2} \left[\partial_1^2 \phi^2 + \partial_2^2 \phi^2 + \partial_3^2 \phi^2 \right] \end{aligned} \tag{2.11}$$

Y finalmente, tenemos que el resultado para R_{00} del tensor de Ricci es:

$$R_{00} = \frac{m_\phi}{c^2} \nabla^2 \phi^2 \tag{2.12}$$

Aquí, el Laplaciano escalar ϕ^2 en el espacio-tiempo Rindler-Minkowski puede depender efectivamente de la masa a través del término $\frac{m_\phi}{c^2}$ para un campo gravitatorio muy débil o prácticamente nulo. Sin embargo, a escalas cuánticas, la intensidad del campo gravitatorio será proporcional a la energía o masa de la partícula. En este contexto, el bosón de Higgs (sin espín y sin carga) podría ser el candidato perfecto para explicar la gravedad.

Es importante tener en cuenta que esta idea está relacionada con un modelo específico de aproximación y de aceleración uniforme en la Relatividad Especial. Al incorporar incluso la más mínima cantidad de masa y energía, surge una relación sólida. Al considerar la masa del bosón de Higgs como una solución de las ecuaciones de campo de Einstein y al incorporar el tensor del campo electromagnético, es posible realizar una aproximación de los valores de las tres constantes más fundamentales.

2.1 Ruptura de simetría Quiral

Es un ejemplo de ruptura de simetría espontánea que afecta a la simetría quiral de las interacciones fuertes en física de partículas. Es una propiedad de la cromodinámica cuántica, la teoría cuántica de campos que describe estas interacciones, siendo responsable de la mayor parte de la masa (más del 99 %) de los nucleones, y por lo tanto de toda la materia común, ya que convierte quarks muy ligeros que al estar ligados como constituyentes en 100 veces más pesados entre los bariones [7].

Como consecuencia, la teoría efectiva de los estados ligados de QCD, como los bariones, debe ahora incluir un término de masa para estos estados, ostensiblemente prohibido por la simetría quiral sin romper. Por lo tanto, la ruptura de simetría quiral induce la mayor parte de masa de los bariones, como los nucleones y explica el origen de la mayoría de toda la masa que compone la materia visible [8].

3 Densidad de energía electromagnética: Tensor de energía momento del campo electromagnético

Consideremos el tensor de energía-momento $T^{\mu\nu}$ en un campo electromagnético. En el caso estático y uniforme, los únicos componentes no nulos del tensor son T^{00} y T^{ij}, pero en esta ocasión nos centraremos únicamente en el componente T^{00}. Para un campo electromagnético estático y uniforme, el tensor de energía-momento toma la siguiente forma:

$$T^{00} = \frac{1}{8\pi}\left(E^2 + c^2 B^2\right) \tag{3.1}$$

En el vacío, sin presencia de cargas libres ni corrientes ($\rho = 0$ y J $= 0$), las ecuaciones de Maxwell se simplifican aún más:

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = 0; \quad \nabla \cdot \mathbf{B} = 0; \quad \nabla \times \mathbf{E} = 0; \quad \nabla \times \mathbf{B} = 0; \tag{3.2}$$

Dado que $\nabla \times E = 0$ y $\nabla \times B = 0$, podemos concluir que los campos eléctrico y magnético son conservativos, es decir, pueden expresarse como el gradiente de algún potencial escalar ϕ y vectorial A:

$$\mathbf{E} = -\nabla\phi \quad \mathbf{B} = \nabla \times \mathbf{A} \tag{3.3}$$

La ley de Gauss para el campo eléctrico $\nabla \cdot E = 0$ implica que el Laplaciano del potencial eléctrico ϕ es nulo:

$$\nabla^2\phi = 0 \tag{3.4}$$

Ahora, utilizando el potencial vectorial A, la ley de Ampère-Maxwell $\nabla \times B = 0$ se convierte en:

$$\nabla \times \nabla \times \mathbf{A} = 0 \tag{3.5}$$

Aplicando la identidad vectorial $\nabla \times \nabla \times A = \nabla (\nabla \cdot A) - \nabla^2 A$, y dado que $\nabla^2 A = 0$ debido a $\nabla \cdot B = 0$, obtenemos:

$$\nabla^2 \mathbf{A} = -\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}) = 0 \tag{3.6}$$

Por lo tanto, también podemos afirmar que el potencial vectorial A satisface la ecuación de Laplace $\nabla^2 A = 0$. En el caso estático y uniforme, podemos asumir que los campos eléctrico y magnético no dependen del tiempo y son constantes en el espacio. Si tomamos el límite cuando $c \to \infty$, los términos proporcionales a c^2 en el tensor de energía-momento T^{00} se vuelven despreciables. Entonces, el tensor de energía-momento se simplifica a:

$$T^{00} = \frac{1}{8\pi} E^2 \tag{3.7}$$

En el caso estático $\nabla \cdot E = 0$, podemos asegurar que el potencial escalar ϕ es simplemente una constante. Por convención, podemos tomar $\phi = 0$, lo que nos lleva a:

$$\mathbf{E} = -\nabla \phi = 0 \tag{3.8}$$

Esto implica que el campo eléctrico estático y uniforme es nulo.

Ahora, consideremos un caso específico. Supongamos que hay una carga puntual q ubicada en el origen del sistema de coordenadas. La densidad de carga ρ asociada a la carga puntual es:

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}) = q\delta^3(\mathbf{r}) \tag{3.9}$$

Donde $\delta^3(r)$ es la delta de Dirac en tres dimensiones. El campo eléctrico E debido a una carga puntual está dado por la ley de Coulomb:

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{\mathbf{r}}{r^3} \tag{3.10}$$

Para calcular el tensor de energía-momento en este caso, necesitamos calcular el cuadrado del campo eléctrico E^2. Tomando el sistema de coordenadas como (x,y,z) y el vector posición $\mathbf{r} = (x, y, z)$, obtenemos:

$$E^2 = (\mathbf{E})^2 = \left(\frac{q}{4\pi\epsilon_0}\right)^2 \frac{(\mathbf{r})^2}{r^6} \tag{3.11}$$

Dado que hay simetría esférica en el sistema, podemos escribir $x^i x^i = r^2$, y el cuadrado del campo eléctrico se simplifica a:

$$E^2 = \left(\frac{q}{4\pi\epsilon_0}\right)^2 \frac{r^2}{r^6} = \left(\frac{q}{4\pi\epsilon_0}\right)^2 \frac{1}{r^4} \tag{3.12}$$

Sustituyendo el componente T^{00} del tensor de energía-momento, obtenemos:

$$T^{00} = \frac{1}{8\pi}E^2 = \frac{1}{8\pi}\left(\frac{q}{4\pi\epsilon_0}\right)^2 \frac{1}{r^4} = \frac{q^2}{32\pi^3\epsilon_0^2}\frac{1}{r^4} \tag{3.13}$$

Entonces, al considerar siempre el caso de un campo electromagnético estático y uniforme para una carga puntual en el origen del sistema de coordenadas, y para que esta ecuación mantenga su forma y significado físico en el marco de la relatividad especial, incluimos el término c_0 para poder expresar el tensor de energía-momento electromagnético de esta forma:

$$T^{00} = -\frac{1}{32\pi^3\epsilon_0^2 c_0} \tag{3.14}$$

Donde, podemos destacar que esta ecuación tiene aplicaciones fundamentales en la teoría electromagnética y la física de partículas.

4 Principio variacional de las acciones de la teoría gravitacional y electromagnética acopladas.

Las ecuaciones de Einstein representan una mejora con respecto a las ecuaciones de Newton. Podemos observar esta diferencia de manera significativa cuando nos encontramos en situaciones de alta gravedad y velocidades cercanas a la velocidad de la luz. Sin embargo, en escenarios donde la gravedad es baja y las velocidades no son muy elevadas, las ecuaciones de Newton se recuperan claramente.

Si consideramos la existencia de gravedad en una región infinitesimal del espacio-tiempo descrita por Rindler-Minkowski, donde el campo gravitatorio es extremadamente débil, prácticamente insignificante, podemos notar que la gravedad actúa como un fenómeno de deformación y contracción del espacio-tiempo. Aunque su intensidad sea extremadamente baja a nivel cuántico, la gravedad sigue existiendo en proporción a la masa y la energía de la partícula. Si esta deformación del espacio-tiempo es relevante a niveles cuánticos, el bosón de Higgs se presenta como la única partícula candidata debido a sus características particulares, ya que establece una conexión sólida entre la energía, la masa y la capacidad de deformar el espacio-tiempo.

En situaciones donde el campo gravitatorio es infinitamente débil o prácticamente despreciable a niveles cuánticos, las mismas ecuaciones que derivan de las acciones del campo gravitatorio deberían describir con precisión los valores aproximados de las tres constantes más fundamentales en física.

Para lograr este propósito, procederemos a calcular la variación de la acción de Hilbert-Einstein junto con la acción de la materia, considerando el acoplamiento del campo electromagnético de la siguiente manera:

$$S\left[g\right] = \int d^4x\sqrt{-g}R + \int d^4x\sqrt{-g}\mathcal{L}_{em} + \int d^4x\sqrt{-g}\mathcal{L}_{matt} \tag{4.1}$$

Multiplicamos los dos primeros términos de la acción por una constante desconocida λ:

$$S\left[g\right] = \lambda\left[\int d^4x\sqrt{-g}R + \int d^4x\sqrt{-g}\mathcal{L}_{em}\right] + \int d^4x\sqrt{-g}\mathcal{L}_{matt} \tag{4.2}$$

Seguidamente, realizamos primero, la variación con respecto a la métrica $g_{\mu\nu}$:

$$\frac{\delta S\left[g\right]}{g_{\mu\nu}} = \lambda\left[\frac{\delta}{\delta g_{\mu\nu}}\int d^4x\sqrt{-g}R + \frac{\delta}{\delta g_{\mu\nu}}\int d^4x\sqrt{-g}\mathcal{L}_{em}\right] + \frac{\delta}{\delta g_{\mu\nu}}\int d^4x\sqrt{-g}\mathcal{L}_{matt} \tag{4.3}$$

La variación de la métrica en la primera integral afecta a la curvatura R, considerando en todo momento un campo gravitatorio infinitamente débil o prácticamente despreciable, y en la segunda integral, afecta al tensor electromagnético $F_{\mu\nu}F^{\mu\nu}$.

Continuando con la variación con respecto a $g_{\mu\nu}$, obtenemos:

$$\frac{\delta}{\delta g_{\mu\nu}}\int d^4x\sqrt{-g}R = \sqrt{-g}G_{\mu\nu} \tag{4.4}$$

Donde sabemos perfectamente que $G_{\mu\nu}$ es el tensor de Einstein:

$$G_{\mu\nu} \equiv R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}R \tag{4.5}$$

La variación del término electromagnético queda de esta forma:

$$\frac{\delta}{\delta g_{\mu\nu}}\int d^4x\sqrt{-g}\mathcal{L}_{em} = -\frac{1}{4}\sqrt{-g}F_{\mu\nu}F^{\mu\nu} \tag{4.6}$$

Y la variación del término de la materia que sabemos perfectamente que viene dado por el tensor energía-impulso:

$$\frac{\delta}{\delta g_{\mu\nu}}\int d^4x\sqrt{-g}\mathcal{L}_{matt} = \frac{1}{2}\sqrt{-g}T_{\mu\nu} \tag{4.7}$$

Juntando todas las contribuciones y estableciendo la variación igual a cero, podemos reescribir la acción de esta forma:

$$\delta S\left[g\right] = \lambda\left[R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}R - \frac{1}{4}g_{\mu\nu}F_{\mu\nu}F^{\mu\nu}\right] + \frac{1}{2}T_{\mu\nu} = 0 \tag{4.8}$$

Finalmente reorganizamos términos para llegar a la siguiente ecuación:

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}R - \frac{1}{4}g_{\mu\nu}F_{\mu\nu}F^{\mu\nu} = -\frac{1}{2\lambda}T_{\mu\nu} \tag{4.9}$$

Con estas ecuaciones, podemos representar las ecuaciones del campo gravitatorio y electromagnético acopladas.

4.1 Cálculo de la traza para el acoplamiento entre el campo gravitatorio y electromagnético.

Para calcular la traza de la ecuación [4.9], hacemos lo siguiente:

$$g^{\mu\nu}R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g^{\mu\nu}g_{\mu\nu}R - \frac{1}{4}g^{\mu\nu}g_{\mu\nu}g^{\mu\nu}F_{\mu\nu}g^{\mu\nu}F^{\mu\nu} = -\frac{1}{2\lambda}g^{\mu\nu}T_{\mu\nu} \tag{4.10}$$

Siendo los valores para $g^{\mu\nu}g_{\mu\nu} = 4$ tanto para el tensor de Einstein como para el tensor electromagnético y para $g^{\mu\nu}F_{\mu\nu}g^{\mu\nu}F^{\mu\nu} = 0$ al ser uno el inverso del otro, entonces tenemos:

$$R - 2R = -\frac{1}{2\lambda} g^{\mu\nu} T_{\mu\nu} \qquad \Longrightarrow \qquad R = \frac{1}{2\lambda} g^{\mu\nu} T_{\mu\nu} \tag{4.11}$$

Simplificamos tomando $g^{\mu\nu} T_{\mu\nu} = g^{00} T_{00}$, podemos reescribirlo de esta forma:

$$R_{00} = \frac{1}{2\lambda} g^{00} T_{00} \tag{4.12}$$

Volvemos a copiar de nuevo la ecuación [4.9], reorganizando y simplificando interesándonos en todo momento por los componentes 00 de la ecuación:

$$R_{00} = -\frac{1}{2\lambda} T_{00} + \left[\frac{1}{2} + \frac{1}{4}\right] \frac{1}{2\lambda} T_{00} \tag{4.13}$$

Entonces, nos queda que:

$$R_{00} = -\frac{1}{8\lambda} T_{00} \tag{4.14}$$

Sabemos, que el cálculo del elemento de linea para un campo gravitatorio débil o prácticamente despreciable, para un espacio-tiempo Rindler-Minkowski en el marco de la Relatividad General $R_{00} = \frac{1}{c^2} \nabla^2 V$. Pero aceptando el cálculo del Laplaciano escalar ϕ^2 de la ecuación [2.12], tenemos:

$$\frac{m_\phi \phi^2}{c^2} = -\frac{1}{8\lambda} T_{00} \qquad \Longrightarrow \qquad -\frac{c^4}{8\lambda m_\phi \phi^2} \tag{4.15}$$

Si igualamos primero ahora el resultado con lo obtenido en la ecuación [3.14]:

$$-\frac{c^4}{8\lambda m_\phi \phi^2} = -\frac{1}{32\pi^3 \epsilon_0^2 c} \qquad \Longrightarrow \qquad -\frac{32\pi^3 \epsilon_0^2 c^5}{8\lambda m_\phi \phi^2} \tag{4.16}$$

Y después, este mismo resultado, lo igualamos por la constante de Einstein $8\pi G$, teniendo en cuenta que c^4 ya aparece en los cálculos, y como el objetivo de este artículo es obtener el valor aproximado de G_N y de otras dos constantes, tenemos finalmente el valor de lambda λ:

$$\lambda = -\frac{4\pi^2\epsilon_0^2c^3}{8m_\phi/c^2} \tag{4.17}$$

Sustituimos λ en la ecuación [4.9] y simplificamos, quedando de esta manera:

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}R - \frac{1}{4}g_{\mu\nu}F_{\mu\nu}F^{\mu\nu} = \frac{m_\phi/c^2}{\pi^2\epsilon_0^2c^3} \tag{4.18}$$

Y finalmente, si aceptamos que $m_\phi/c^2 = m_H = 125\text{Gev}/c^2$ [9], entonces, conociendo el valor más exacto de la masa del bosón de Higgs, podremos aproximar enormemente el valor de G_N:

$$G_{Newton} \simeq \frac{125\text{Gev}/c^2}{\pi^2\epsilon_0^2c^3} = 6{,}6712819049 \times 10^{-11} \tag{4.19}$$

5 La constante cosmológica, el bosón de Higgs y la expansión acelerada del universo.

Que el bosón de Higgs tenga relación con la expansión acelerada del universo puede parecer difícil de demostrar. Sin embargo, dado que ya hemos establecido su relación con la gravedad, tiene sentido considerar una posible conexión con la constante cosmológica y la expansión acelerada del universo. Esta relación se presenta de manera inversamente proporcional a la gravedad. Para demostrarlo, es necesario utilizar los resultados del experimento de Michelson-Morley. Este experimento es fundamental para sostener firmemente la idea de que la contracción longitudinal experimentada por los brazos del interferómetro es análoga a una reinterpretación de la gravedad como un efecto de contracción espacio-temporal. Esta interpretación resulta mucho más intuitiva y coherente desde el punto de vista físico.

El desfase de tiempo calculado y esperado por Michelson y Morley de la velocidad de la luz con respecto al Éter, debía ser un resultado $\Delta \boldsymbol{t} \neq 0$ diferente de cero.[10]

$$\Delta \boldsymbol{t} = \frac{2\left(\boldsymbol{L}_1 + \boldsymbol{L}_2\right)}{c}\left[\frac{1}{1 - V^2/c^2} - \frac{1}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}\right] \tag{5.1}$$

Al obtener en todos los intentos, un resultado contrario al esperado, y por lo tanto $\Delta \boldsymbol{t} = 0$, significaba que el experimento era un total fracaso. Pero una solución al problema, se les ocurrió al neerlandés Lorentz y de manera independiente al irlandés George Francis Fitz-Gerald, consistente en la contracción del brazo del interferómetro en la dirección del movimiento la cantidad justa para obtener un resultado $\Delta \boldsymbol{t} = 0$.

Entonces para que esto sea cierto:

$$\left[\frac{1}{1 - V^2/c^2} - \frac{1}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}\right] = 0 \tag{5.2}$$

La longitud del brazo del interferómetro en dirección al movimiento, debe experimentar una contracción en un factor $\sqrt{1 - V^2/c^2}$, quedando entonces $\Delta \boldsymbol{t}$ expresado de esta manera:

$$\Delta \boldsymbol{t} = \frac{2\left(\boldsymbol{L}_1 + \boldsymbol{L}_2\right)}{c}\left[\frac{1}{\sqrt{1 - V^2/c^2}} - \frac{1}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}\right] \tag{5.3}$$

Ahora si igualamos $\Delta \boldsymbol{t}$ con el resultado de la ecuación [4.19], podremos obtener un valor aproximado para asociarlo con la constante cosmológica, entonces:

$$\frac{2\left(\boldsymbol{L}_1 + \boldsymbol{L}_2\right)}{c\Delta \boldsymbol{t}} = \frac{125\text{Gev}/c^2}{\pi^2 \epsilon_0^2 c^3} \qquad \Longrightarrow \qquad \frac{\left(\boldsymbol{L}_1 + \boldsymbol{L}_2\right)}{\Delta \boldsymbol{t}} = \frac{125\text{Gev}/c^2}{2\pi^2 \epsilon_0^2 c^2} \simeq 0{,}01 \tag{5.4}$$

6 Modelo teórico de deformación por contracción espacio-temporal inversamente proporcional a la densidad de un planeta: Un enfoque análogo basado en la Relatividad General

Consideremos un modelo hipotético en el cual la densidad máxima de un planeta provoca una deformación por contracción del espacio-tiempo en su entorno. Supongamos que la deformación del espacio-tiempo es inversamente proporcional a la densidad del volumen total del planeta.

La densidad del planeta está relacionada inversamente con la contracción o curvatura del espacio-tiempo que se genera a su alrededor. Al ser gravedad cero en el núcleo del planeta, donde se encuentra su densidad máxima, la contracción del espacio-tiempo se vuelve más pronunciada cerca de la superficie del planeta. Esta relación inversa se puede definir simplemente por una función matemática que describe la relación porcentual entre la densidad del planeta y la contracción espacio-temporal.

La función matemática utilizada en este enfoque modela la relación inversa entre la densidad del planeta y la contracción del espacio-tiempo. Puede ser una función como $f(k) = 1/d$, donde $f(k)$ representa la contracción del espacio-tiempo en un punto dado, d es la densidad total porcentual de volumen del planeta en ese punto para toda escala de deformación. Es decir, $f(K) = 1/100$.

En este modelo, el 1 % del volumen total del planeta marca el punto máximo de contracción espacio-temporal. Es decir, que la densidad del planeta que corresponde al 1 % del volumen total, contrae el espacio-tiempo de forma inversamente proporcional en ese punto.

Si consideramos este enfoque como real y posible, entonces podemos pensar que la densidad máxima del planeta y su relación porcentual inversa con la contracción o curvatura del espacio-tiempo, se puede describir mediante una función matemática que modela la deformación espacio-temporal de forma inversamente proporcional.

Asumiendo este enfoque, es posible definir matemáticamente el valor aproximado de la constante de gravitación universal de Newton $\mathbf{G}$, donde de forma inversa y proporcional, introduciendo la constante de expansión multipolar y distribución de la carga del electromagnetismo, también es posible definir el valor aproximado de la constante de Hubble $\mathbf{H_{(0)}}$ para la expansión acelerada del universo. Y si consideramos que $\mathbf{G}$ y $\mathbf{H_{(0)}}$ deben ser inversamente proporcionales, entonces Λ_- no debe describir la contracción del universo, sino la contracción del espacio tiempo: La gravedad. Y por otro lado Λ_+, deberá describir la expansión acelerada del universo.

Ahora bien, asumiendo que $\Lambda_\pm$ es una constante que tiene dos componentes cuyos valores son inversamente proporcionales entre sí, impondremos valores exactos de $\Lambda_\pm$ para calcular $\mathbf{G}$, $\Lambda_+ = 10^2$ y $\mathbf{H_{(0)}}$. Solo asumiendo esto, es posible llegar a una solución para responder sobre la materia oscura, la energía oscura y la misma gravedad, donde se cree en la existencia de una fuerza gravitacional ordinaria que resulta de partículas pasajeras y anti-partículas con masa, las cuales frenan la expansión del Universo y la fuerza repulsiva que resulta de la energía oscura del vacío, la cual se cree como la responsable de la expansión acelerada del universo.

$$\Lambda = \Lambda_- + \Lambda_+ = 10^{-53} m^{-2} \approx 0 \tag{6.1}$$

Paul Davies, un físico, escritor y locutor británico reconocido a escala internacional. Especula que la fuerza gravitacional ordinaria que resulta de la existencia pasajera de partículas y anti-partículas con masa ordinaria, tiene el siguiente valor:

$$\Lambda_+ \approx 10^{-53}(1 + 10^{51}) \approx 10^{-51} + 10^{-2} = (1 + 10^{-51})^{*} 10^{-2} m^{-2} \tag{6.2}$$

Y en la siguiente ecuación, especula definiendo la contribución del componente repulsivo Λ_- y m_ϕ como la masa del bosón de Higgs.[11]

$$\Lambda_- = -\pi G m_\phi^2 / \sqrt{2c^4 g_w} = -10^{-2} m^{-2} \tag{6.3}$$

$$\Lambda_\pm = \frac{\Lambda_-}{\Lambda_+} = \frac{\Lambda - \Lambda_-}{\Lambda_+} = \frac{10^{-53} - (-10^{-2})}{1 + 10^{-51}(10^{-2})} = 0{,}01 \tag{6.4}$$

Por lo tanto, asumiendo valores aproximados para $\Lambda_{\pm}$ como $\Lambda_{-} = 10^{-2}$ y $\Lambda_{+} = 10^{2}$, podemos encontrar soluciones para la métrica en las mediciones cosmológica como también para la métrica tensorial que define la gravedad.

6.1 Tensión de Hubble y Gravedad, una relación sorprendente: Explorando las Constantes Fundamentales y la Métrica del Universo

La Tensión de Hubble hace referencia a la discrepancia observada en la medición de la constante $H(0)$, que representa la tasa de expansión del universo, mediante dos métodos distintos. Un método sugiere una expansión más rápida, mientras que otro indica una expansión más lenta. Aunque la diferencia numérica podría parecer insignificante, su importancia astronómica y cosmológica resulta crucial para el estudio del universo.

Si consideramos la gravedad, la fuerza más fundamental de la naturaleza, como una atracción convergente hacia el centro de masa de un objeto masivo, podemos imaginar que la fuerza que acelera y expande el universo lo ha hecho de forma divergente en las tres dimensiones espaciales desde un punto inicial. Bajo esta perspectiva, es factible considerar que la fuerza que impulsa la expansión del universo y la gravedad sean fuerzas inversamente proporcionales. Esto significa que la constante de Hubble $H(0)$ y la constante universal de gravitación Newtoniana G_N podrían estar inversamente relacionadas, siempre y cuando se establezca un sentido para la diferencia de magnitudes.

Para llegar a esta relación sorprendente, es necesario describir y relacionar la métrica del paralaje utilizada en astronomía y cosmología, que emplea unidades de medida como el *"Parsec"* y la unidad astronómica *"UA"*, con la unidad de medida del Sistema Internacional, el *"Metro"*, pero de una manera especialmente única.

Entonces sabemos que un 1 Pársec = 206264.80624548031ua = 3,2616 años luz = $3{,}0857\times10^{16}m$, es decir:

$$1pc = \frac{1}{Tan(1'')} = 206264{,}80624548031\text{UA} \tag{6.5}$$

Y ahora transformando la tangente para un valor al $\Lambda_{-} = 0{,}01$, tenemos lo siguiente:

$$\frac{1}{Tan(0{,}01'')} \simeq 100pc \qquad \rightarrow \qquad \frac{1}{Tan(\Lambda''_{-})} = \Lambda_{+}pc \tag{6.6}$$

Entonces podemos decir también que $1metro = 3{,}241 \times 10^{-17}parsecs$, donde también $1parsec = 3{,}0857 \times 10^{16}metros$, e intercambiando las magnitudes tenemos que:

$$3{,}0857 \times 10^{17} \;\times\; 3{,}241 \times 10^{-16} \simeq 100 \tag{6.7}$$

Donde el resultado de $\Lambda_+ \simeq 100$ pueden ser unidades en Parsecs o Metros, según el interés de nuestra medida.

Entonces, si tomamos la ecuación [4.8] para añadir sumando otra constante desconocida λ, podemos escribir la ecuación de esta manera:

$$\delta S\left[g\right] = \lambda \left[R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}R - \frac{1}{4}g_{\mu\nu}F_{\mu\nu}F^{\mu\nu}\right] + \lambda + \frac{1}{2}T_{\mu\nu} = 0 \tag{6.8}$$

Reorganizamos y simplificamos términos para llegar a la siguiente ecuación:

$$G_{\mu\nu} - F_{\mu\nu} - \frac{\lambda}{4} + \frac{1}{2}T_{\mu\nu} = 0 \qquad \Longrightarrow \qquad G_{\mu\nu} - F_{\mu\nu} - \frac{1}{4} = -\frac{1}{2\lambda}T_{\mu\nu} \tag{6.9}$$

Ahora, considerando la propagación de una onda electromagnética en el vacío, donde no hay densidad de carga ni corriente, entonces podemos igualar la ecuación $G_{\mu\nu} - F_{\mu\nu} - \frac{1}{4}$ de esta forma:

$$G_{\mu\nu} - F_{\mu\nu} - \frac{1}{4} = \frac{4\pi\epsilon_0}{c} \qquad \Longrightarrow \qquad G_{\mu\nu} - F_{\mu\nu} - \frac{c}{16\pi\epsilon_0} \tag{6.10}$$

Entonces, perfectamente podemos escribir la ecuación de esta manera:

$$G_{\mu\nu} - F_{\mu\nu} - \frac{c}{16\pi\epsilon_0} = -\frac{1}{2\lambda}c^2 \qquad \rightarrow \qquad G_{\mu\nu} - F_{\mu\nu} = 8\pi\epsilon_0 c \tag{6.11}$$

7 Desafío a las mediciones sobre la expansión acelerada del universo: Valor aproximado para la constante de Hubble.

Las mediciones realizadas por el equipo de Adam G.Riess, premio nobel en el descubrimiento de la expansión acelerada del universo junto a Saul Perlmutter y Brian P.Schmindt, obtuvieron un valor de $H(0) = 73,02 \pm 1,79$ $Km/s/Mpc$ con una incertidumbre del $2,4\,\%$. Se usaron para la medición la cámara WFC3 (Wide Field Camera 3) del telescopio Hubble de la Nasa. La importancia de este valor difiere en 3 sigmas del obtenido gracias al fondo de microondas:[12].

$$H(0) = 67,6 \pm 0,6 \ Km/s/Mpc$$
$$(Planck\Pi + LowP + BA0)$$

Resultados obtenidos em 2015, pero estimaciones posteriores obtenidas por SPT-3G, permite estimar la constante de Hubble en:

$$H(0) = 67,24 \pm 0,54 \ Km/s/Mpc$$

Ahora, considerando la expansión acelerada del universo inversamente proporcional a la gravedad, y teniendo en cuenta dicha expansión en todas las direcciones espaciales, entonces escribimos el resultado como:

$$G_{\mu\nu} - F_{\mu\nu} = 8\pi\epsilon_0 c\Lambda_+^3 = \frac{2c}{k_e}\Lambda_+^3 = \frac{2c\,(100)^3}{1/4\pi\epsilon_0} \simeq 66,71281903495602 \ Km/s/Mpc \tag{7.1}$$

Para dar consistencia a estos resultados y tomando en cuenta que existe una estrecha relación de forma inversamente proporcional entre la constante de Hubble y la constante universal de Newton, podemos igualar el término $\frac{1}{16\pi\epsilon_0 c}$ con la constante magnética de la ley de Biot-Savart de esta manera:

$$-\frac{1}{16\pi\epsilon_0 c} = -\frac{\mu_0}{4\pi} \qquad \Longrightarrow \qquad G_{\mu\nu} - F_{\mu\nu} = 2\mu_0\epsilon_0 c\Lambda_- = \frac{2\,(0{,}01)}{c} \simeq G_{Newton} \tag{7.2}$$

8 Conclusiones

Las ecuaciones del campo gravitatorio, que son descritas por la Relatividad General, se presentan como ecuaciones diferenciales no lineales de una gran complejidad tanto en el ámbito matemático como en el físico. Esta complejidad históricamente sin precedentes plantea un desafío fundamental: la unificación de la gravedad con la mecánica cuántica. La exploración que hemos presentado en este artículo abre puertas de dimensiones inmensas para arrojar luz sobre las cuestiones más trascendentales de la física moderna.

Nuestro enfoque abre la posibilidad de interpretar la energía oscura como una manifestación del universo en una caída libre multidireccional en el espacio-tiempo. Además, proponemos que la materia oscura, aunque problemática para desarrollar una teoría coherente con las observaciones, podría hallar su explicación en la compresión constante del espacio-tiempo desde el centro hacia el exterior de las galaxias. Esta compresión espacio-temporal, un fenómeno descrito por la Relatividad General, podría estar impulsando el movimiento de la materia en las galaxias, eliminando la necesidad de recurrir a una materia oscura invisible e inerte.

La presencia de agujeros negros en el núcleo de la mayoría de las galaxias cobra relevancia en este contexto. La rotación de estos agujeros negros puede estar comprimiendo el espacio-tiempo de manera que simula la existencia de materia oscura, ofreciendo así una explicación alternativa a la curva de rotación constante observada en las galaxias. Esta interpretación se encuentra en fuerte contraste con la búsqueda infructuosa de una materia oscura elusiva.

Es crucial reconocer que las rotaciones de los sistemas planetarios, como el nuestro, no son análogos adecuados para justificar la existencia de la materia oscura. Los patrones de rotación en sistemas planetarios difieren significativamente de las galaxias, donde la compresión espacio-temporal es un factor dominante.

Animamos a la comunidad científica a explorar y desarrollar ecuaciones que respalden esta perspectiva innovadora. Nuestro compromiso inquebrantable con esta nueva dirección de investigación nos impulsa a buscar una comprensión más profunda de la física, incluido el enigma del entrelazamiento cuántico. Alentamos la colaboración y la discusión en torno a estas ideas, con la esperanza de que nuestro trabajo inspire avances significativos en nuestra comprensión de la naturaleza fundamental del universo.

En resumen, nuestra investigación presenta un enfoque provocador que invita a reconsiderar la naturaleza de la energía y la materia oscura, desafiando las suposiciones convencionales y abriendo nuevas vías para la exploración científica en la intersección de la gravedad, la mecánica cuántica y la Relatividad General.

Referencias

[1] Albert Einstein. *On the electrodynamics of moving bodies. Annalen der physik*, 17(10) 1905.

[2] Einstein, Albert (1905a), *≪Zur Elektrodynamik bewegter Körper≫, Annalen der Physik* 322 (10): 891-921

[3] *The Higgs boson, The Brout-Englert-Higgs mechanism*, CERN

[4] Michelson, Albert A.; Morley, Edward W. (1887). *≪On the Relative Motion of the Earth and the Luminiferous Ether≫*

[5] Rindler, Wolfgang (2001). Relativity: *Special, General and Cosmological.*

[6] Javier García *"Curso de Relatividad General"*. https://youtu.be/HI3m80zLo24

[7] *Ruptura espontánea de simetría Quiral.* https://es.m.wikipedia.org/wiki/Ruptura_espontnea_de_simetra

[8] *Quiralidad de la materia bariónica* https://es.m.wikipedia.org/wiki/Quiralidad_(Fisica)

[9] Experimento CMS, CERN, 4 de julio de 2012 *"Observación de una nueva partícula con una masa de 125 GeV"*.

[10] A. A. Michelson and E.W. Morley, *Philos. Mag* (1887)http://www.aip.org/history/gap/PDF/michelson.pdf.

[11] Paul Davies *The Accidental Universe* (1984) **p.** 107.

[12] Junio de 2016 *Una determinación de 2.4% del valor local de la constante de Hubble* Adam G. Riess, Lucas M. Macri, Samantha L. Hoffmann, Dan Scolnic, Stefano Casertano, Alexei V. Filippenko, Brad E. Tucker, Mark J. Reid, David O. Jones, Jeffrey M. Silverman, Ryan Chornock, Peter Challis, Wenlong Yuan, Peter J. Brown, and Ryan J. Foley https://arxiv.org/pdf/1604.01424.pdf