Función de onda gravitatoria de acción retardada entre partículas inicialmente Planck durante inflación

Dr. Alfredo Bennun & Néstor Ledesma

Abstract

El Big-Bang se lo puede parametrizar, mediante la acumulación de partículas Planck emergentes y con la distensión local del espacio uniformemente distribuido en el universo. Este proceso de acumulación de partículas progresa hasta que se alcanza la energía crítica.

Acumulación coopera durante inflación con la elongación de las ondas-partículas, para expandir uniformemente el espacio que ocupa el conjunto de partículas emergentes a velocidad superior a *c*.

Así, se obtiene un comienzo de potencial disipativo que conforma un continuo termodinámico abierto, por escape de la energía de punto cero que no participa del equilibrio. Permitiendo una cinética basada en el que el tiempo funciona como una restricción, tipo cuello de botella.

En el cuanto de energía Planck, en el tiempo Planck, las fuerzas fundamentales están superpuestas y con la misma magnitud, por estar definidas por las constantes fundamentales. La escala de tiempo que involucra la Era Planck, es tan pequeña que limita al período de emisión cuántica, requerido para completarse como una oscilación en el espacio-tiempo.

Si se restringe el análisis de las fuerzas interactuando entre dos partículas, las funciones de onda que se obtienen de la ecuación de Schrödinger, asociadas a gravitación y electromagnetismo, arrojan naturalmente un tiempo de localización para la interacción entre partículas Planck mayor que el correspondiente cronológico.

Se estudian dos sistemas de dos partículas y en ambos períodos se obtiene que la primera oscilación, supera la distancia entre las partículas. En el primer caso, dos Planck de masa m_P, separados por una longitud Planck *lp,* requieren para una oscilación una distancia de alrededor de 10.5 *lp*.

En el segundo caso, el período inflacionario que abarca desde 10^{-35} hasta 10^{-33} segundos, la interacción entre dos masas equivalentes a 10^{28} Kelvin, separados por 3×10^{-25} metros requieren un espacio de 3×10^{-22} metros para completar la primera oscilación.

Estos sistemas, muestran que la longitud de onda gravitacional, en el Big-Bang, se dimensiona retardando su efecto. Así, este se puede manifestar naturalmente como discernible a nivel cuántico. Esto permite al sistema en función de la cronología emerger en vez de colapsar y determina la flecha de tiempo.

Palabras claves: inflación cuántica, gravitación cuántica retardada, función de onda gravitacional, unidades Planck.

Introducción

Este estudio del origen del universo y los parámetros de energía-espacio-tiempo [1, 2], se restringen en este trabajo a las partículas Planck. De las dimensiones Planck, se puede conjeturar un inicio del cosmos, como un proceso cooperativo entre acumulación de nuevas partículas Planck y la disipación de cada una de ellas en partículas de menor energía [3, 4].

En el cual, la energía de cada partícula Planck se reconfigura, incrementando el espacio de confinamiento, al formar partículas de menor energía y con conservación de energía en el sistema. Así, hasta alcanzar el valor de energía total o crítica del universo [5, 6].

Este proceso se lo puede identificar con la Era inflacionaria [7, 8], ya que se asume que el espacio se puede expandir a mayor velocidad que la luz *c* como resultado de la Cooperatividad creada por la sumatoria de la emergencia de las partículas y sus elongaciones locales [4].

La emergencia uniforme de las partículas Planck a lo largo del Big-Bang permite que la densidad del universo permanezca por debajo de la densidad crítica [9]. Lo cual resultaría que la disipación de cada partícula Planck podría ser con geometría plana, pero el conjunto de todas estas partículas adjuntas, resultaría en una geometría que permita expansión.

La partícula Planck inherentemente es la fuente de las cuatro fuerzas, el campo de cada una se propaga a la velocidad *c* [10]. Sin embargo, se puede conjeturar que son distintos los tiempos que tardan en completar una oscilación, cada una de las funciones de onda de las partículas mediadoras. Así, por ejemplo, un obturador óptico se puede ajustar para que deje pasar un fotón azul, dicho tiempo no permite que atraviese uno de menor energía como uno rojo.

Resultados

La ecuación de Schrödinger [11, 12] permite caracterizar la relación energía-espacio-tiempo que se obtiene de las propiedades de una oscilación cuántica. Estas, en conjunto pueden expresar niveles de energía o temperatura en función de la cronología.

Así, se examinan las fuerzas electromagnética y gravitacional, a partir de la ecuación de Schrödinger, teniendo en cuenta energía-masa definida mediante temperatura en distintos estadios que caracterizan inflación.

Se debe considerar que la interacción entre partículas tiene asociado una distancia y un tiempo en que tarda el campo de una partícula en conectarse con otra. Así, por ejemplo, el tiempo de localización o de emisión $t_{loc} = h / E$ de cada especie de partícula, dependiente de su energía-masa, está condicionado a la distensión del espacio-tiempo.

El tiempo cronológico inicial, también tiene asociado estadios de energía y por lo tanto numéricamente comparables con los tiempos de emisión.

1. Función de onda gravitatoria para un sistema de dos partículas en el período primordial

Se conjetura que la extrapolación del Lagrangiano [13] hacia la Era inflacionaria se distorsiona debido a una asimetría primordial inherente del espacio-tiempo. Para describir esto, se analiza un sistema compuesto por dos partículas Planck, de masa Planck $m_P = 2.17645 \times 10^{-8}$ Kg, separados por la distancia inicial Planck $l_P = 1.61624 \times 10^{-35}$ m.

La construcción de la función de onda gravitacional $\psi_{(r)}$, asociada a este sistema, a partir de la ecuación de Schrödinger $-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2\psi}{dx^2} + \mathrm{V}\,\psi = \mathrm{E}\,\psi$, requiere las siguientes consideraciones.

La energía E de una partícula, sometida a una fuerza proveniente de un potencial V, con energía cinética E_C, se relaciona como $\mathrm{E} = \mathrm{E_C} + \mathrm{V}$. En este caso, el potencial V es el potencial gravitacional: $\Phi_{(|r|)} = -\frac{\mathrm{G\,m\,M}}{|r|}$, donde $\mathrm{G} = 6.67428 \times 10^{-11}\ \mathrm{N\,m^2/Kg^2}$ es la constante gravitacional ý r el módulo del radio vector que separa las masas m y M.

En este sistema se cumple que $\mathrm{m} = \mathrm{M} = m_P$ y se supone sólo el caso unidimensional, un solo axis x. Por lo cual, el potencial es $\Phi_{(\mathrm{x})} = -\mathrm{G}\frac{{m_P}^2}{|\mathrm{x}|}$ y está definido como

$$\Phi_{(\mathrm{x})} = \begin{cases} \Phi_0 \text{ si } & 0 < \mathrm{x} < \mathrm{a} \\ 0 \text{ si } & \mathrm{x} = 0 \wedge \mathrm{x} = \mathrm{a} \end{cases}.$$

Así, la ecuación de Schrödinger para este caso es $-\frac{\hbar^2}{2\,m_P}\frac{d^2\psi_{(x)}}{dx^2}-\mathrm{G}\frac{{m_P}^2}{x}\psi_{(x)}=\mathrm{E}\,\psi_{(x)}$, donde se impone $\mathrm{E}=0$, ya que es el valor que permite obtener una curvatura plana del espacio.

Reordenando la expresión se obtiene $\frac{d^2\psi_{(x)}}{dx^2}=-\frac{2\mathrm{G}\,{m_P}^3}{\hbar^2 x}\psi_{(x)}$, es decir, $\frac{d^2\psi_{(x)}}{dx^2}=-\frac{k^2}{x}\psi_{(x)}$, donde $k^2=-\frac{2\,\mathrm{G}\,{m_P}^3}{\hbar^2}$. En términos de las constantes fundamentales, la masa Planck se expresa como $m_P=(\hbar c/G)^{1/2}$, también el equivalente de la masa Planck en temperatura es $T_P=m_P c^2/k=\left(\hbar c^5/Gk^2\right)^{1/2}$, luego, $k^2=2\frac{c^{3/2}}{\hbar^{1/2}\,\mathrm{G}^{1/2}}$, $\boxed{k=3.51771\times10^{17}\frac{1}{\mathrm{m}^{1/2}}}$.

La solución de la ecuación diferencial (14) $\frac{d^2\psi_{(x)}}{dx^2}=-\frac{k^2}{x}\psi_{(x)}$ es:

$$\boxed{\psi_{(x)}=k\sqrt{x}\ \mathrm{BesselJ}[1,2k\sqrt{x}\,]\,\mathrm{C}[1]+\mathrm{i}\,2\,k\sqrt{x}\ \mathrm{BesselY}[1,2\,k\sqrt{x}\,]\,\mathrm{C}[2]}$$

Donde $\mathrm{C}[1]$ y $\mathrm{C}[2]$ son constantes.

Se normaliza integrando la función de probabilidad $\mathrm{P}=\int_{x_1}^{x_2}\psi^*\psi\ dx=1$, entre los valores x_1 y x_2.

$$\boxed{\mathrm{P}=\int_{x_1}^{x_2}\left[\left(k\sqrt{\mathrm{x}}\ \mathrm{BesselJ}[1,2k\sqrt{\mathrm{x}}\,]\,\mathrm{C}[1]\right)^2-\left(i\,k\sqrt{\mathrm{x}}\mathrm{BesselY}[1,2k\sqrt{\mathrm{x}}\,]\,\mathrm{C}[1]\right)\right]\,dx=1}$$

Físicamente x_1 no puede ser cero, es la longitud Planck l_P, y x_2 sería el doble $2\,l_P$. Se puede formar un sistema de ecuaciones que permita normalizar la función de onda, sabiendo que: $\mathrm{P}=\int_{l_P}^{2l_P}\psi^*\psi\ dx=1$, $\psi_{(l_P)}=0$ y $\psi_{(2\,l_P)}=0$.

La solución de este sistema de ecuaciones es $\mathrm{C}[1]=1.78357\times10^{17}$ y $\mathrm{C}[2]=1.30674\times10^{17}\ i$. Implica finalmente que la ecuación de onda gravitacional que describe el sistema de dos partículas Planck, de $1.22\times10^{19}\ \mathrm{GeV}$, separadas por la distancia que tarda en recorrer la luz en el tiempo Planck: $5.39121\times10^{-44}\ \mathrm{s}$, es:

$$\boxed{\psi_{(x)}=6.2741\times10^{34}\sqrt{x}\ \mathrm{BesselJ}[1,7.03543\times10^{17}\sqrt{x}\,]-9.1935\times10^{34}\sqrt{x}\ \mathrm{BesselY}[1,7.03543\times10^{17}\sqrt{x}\,]}$$

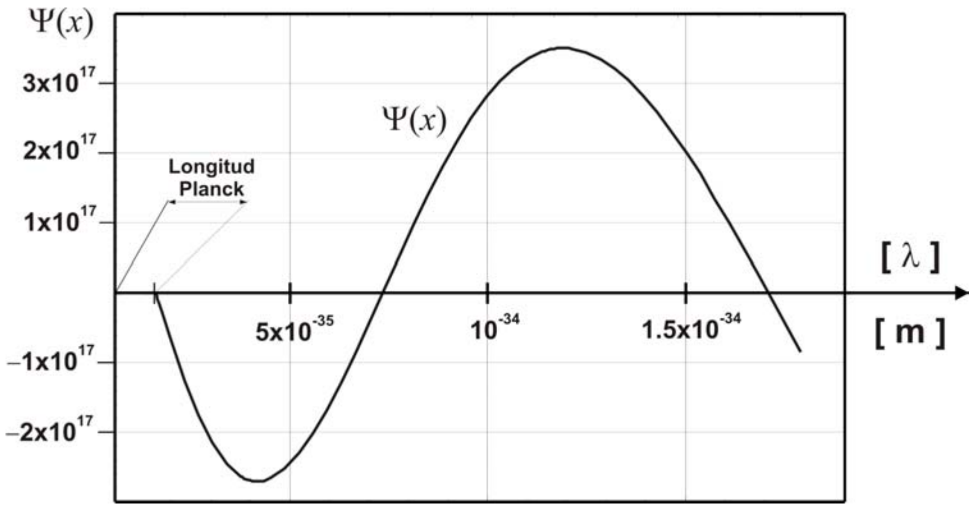

Gráfico 1: Función de onda gravitacional para un sistema de dos partículas Planck: La figura ilustra que la primera oscilación de la función de onda equivalente a 2π, asociada a las dos partículas Planck, requeriría aproximadamente 10,5 longitudes Planck. Este valor sería la mínima distensión del espacio-tiempo para que se manifieste gravedad como fuerza. Completar la segunda oscilación requiere 30 longitudes Planck, la tercera 60 longitudes Planck, etc.

La función de onda de este sistema requiere un tiempo mayor que el Planck para configurarse como tal, como muestra el gráfico 1. Esto produce un efecto retardado de gravedad, lo que es equivalente a ausencia en el momento primordial y permite al sistema emerger en vez de colapsar.

2. Función de onda electromagnética para un sistema de dos partículas con cargas Planck en el período primordial

Se plantea el sistema compuesto por dos partículas Planck, cargadas eléctricamente con cargas q_P y $-q_P$, donde $|q_P| = 1.8755459 \times 10^{-18}$ C (Coulombios), separadas por la distancia inicial Planck $l_P = 1.61624 \times 10^{-35}$ m. La energía potencial electrostática es $V_{(|r|)} = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1\, q_2}{|r|}$, donde q_1 y $-q_2$ son dos cargas estáticas opuestas separadas por la distancia $|r|$.

Aquí, se supondrá nuevamente el caso unidimensional con axis x, con lo cual, se obtiene: $V_{(x)} = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_P\, q_P}{x}$. Donde, el potencial queda definido como $V_{(x)} = \begin{cases} V_0 \text{ si } & 0 < x < a \\ 0 \text{ si } & x = 0 \wedge x = a \end{cases}$.

La ecuación de Schrödinger queda planteada como $-\dfrac{\hbar^2}{2m_P}\dfrac{d^2\psi}{dx^2}-\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{{q_P}^2}{|r|}\psi = \mathrm{E}\,\psi$,

donde se considerar que $\mathrm{m}=m_P$ ý $\mathrm{E}=0$. Por lo cual, $\dfrac{d^2\psi_{(\mathrm{x})}}{dx^2}=-\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{2m_P\,{q_P}^2}{\hbar^2 x}\psi_{(\mathrm{x})}$,

es decir, $\dfrac{d^2\psi_{(\mathrm{x})}}{dx^2}=-\dfrac{k^2}{x}\psi_{(\mathrm{x})}$, donde $k^2=-\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{2m_P\,{q_P}^2}{\hbar^2}$.

Teniendo en cuenta que las unidades Planck se expresan a partir de las constantes fundamentales: $m_P=\dfrac{\hbar^{1/2}\,c^{1/2}}{\mathrm{G}^{1/2}}$ y $q_P=(4\pi\varepsilon_0)^{1/2}\,c^{1/2}\,\hbar^{1/2}$, entonces, $k^2=2\dfrac{c^{3/2}}{\hbar^{1/2}\,\mathrm{G}^{1/2}}$, $\boxed{k=3.51771\times10^{17}\,\dfrac{1}{\mathrm{m}^{1/2}}}$.

La función de onda que se obtiene es:

$$\boxed{\psi_{(x)}=6.2741\times10^{34}\sqrt{x}\ \mathrm{BesselJ}[1{,}7.03543\times10^{17}\sqrt{x}]-9.1935\times10^{34}\sqrt{x}\ \mathrm{BesselY}[1{,}7.03543\times10^{17}\sqrt{x}]}$$

Es la misma solución obtenida para gravitación, esto podría explicarse suponiendo que las dos interacciones tienen la misma intensidad hacia el origen del universo. De esta manera, este tratamiento de cuantización primordial, equivalente al estado inicial del cosmos, concuerda con los resultados obtenidos por otros estudios, que sugieren que en el inicio todas las fuerzas convergen.

También se puede interpretar que la primera oscilación electromagnética se retarda en forma similar a la gravitacional. Esto hace innecesario graficarla, por ser la misma función de onda que la ilustrada en la figura 1.

Durante este tiempo que tarda en completarse la primera oscilación, el estado del sistema podría ser el análogo al estado de energía de punto cero, el cual tiene las propiedades de expandir el espacio en forma independiente de gravitación. Por lo cual, la presión *P* tendría las mismas características que las del vacío: $P_\mathrm{v}=\omega_\mathrm{v}\,\varepsilon_\mathrm{v}=-\varepsilon_\mathrm{v}$, donde ε_v es la densidad del vacío y $\omega_\mathrm{v}=-1$ es un escalar, y tendría el carácter de fuerza expansiva.

Ambas funciones, la electromagnética y la gravitatoria, convergen a una oscilación inicial de igual magnitud. Luego, cada fuerza evolucionaría conforme a su particular relación con el espacio. Pero, su encuadramiento cosmológico permite enunciar un efecto tardío de las fuerzas sobre su entorno y una flecha del tiempo.

3. Función de onda gravitatoria para un sistema de dos partículas en el período inflacionario

La Era inflacionaria, desde el punto de vista del Proceso cuántico de acoplamiento de partículas Planck, se superpondría con el período donde se acoplan la mayor cantidad de partículas Planck. Esta abarcaría desde los 10^{-35} segundos, con una energía de 10^{15} GeV por partícula ó 8.62×10^{27} K, hasta los 10^{-33} segundos. El equivalente en masa por la relación entre masa y temperatura $m = k_B\ \mathrm{T}/c^2$, permite obtener para 10^{15} GeV un valor de masa media por cada partícula igual a $m = 1.7827\times10^{-12}\,\mathrm{Kg}$.

La ecuación de Schrödinger gravitacional para este caso es $-\frac{\hbar^2}{2\,m}\frac{d^2\psi_{(x)}}{dx^2} - \mathrm{G}\frac{m^2}{x}\psi_{(x)} = \mathrm{E}\,\psi_{(x)}$, donde se impone m=M y $\mathrm{E}=0$, ya que es el valor que permite obtener una curvatura plana del espacio. Por lo cual, $\frac{d^2\psi_{(x)}}{dx^2} = -\frac{2\mathrm{G}\,m^3}{\hbar^2 x}\psi_{(x)}$, o sea, $\frac{d^2\psi_{(\mathrm{x})}}{dx^2} = -\frac{k^2}{x}\psi_{(\mathrm{x})}$, donde $k^2 = \frac{2\mathrm{G}\,m^3}{\hbar^2}$, $\boxed{k = 2.6077\times10^{11}\,\frac{1}{\mathrm{m}^{1/2}}}$.

La solución de la ecuación diferencial $\frac{d^2\psi_{(x)}}{dx^2} = -\frac{k^2}{x}\psi_{(x)}$ es:

$$\boxed{\psi_{(x)} = k\sqrt{x}\ \mathrm{BesselJ}[1, 2k\sqrt{x}]\,\mathrm{C}[1] + \mathrm{i}\,2\,k\sqrt{x}\ \mathrm{BesselY}[1, 2\,k\sqrt{x}]\,\mathrm{C}[2]}$$

Donde $\mathrm{C}[1]$ y $\mathrm{C}[2]$ son constantes.

Se normaliza integrando la función de probabilidad $\mathrm{P} = \int_{x_1}^{x_2} \psi^*\psi\ dx = 1$, entre los valores x_1 y x_2.

$$\boxed{\mathrm{P} = \int_{x_1}^{x_2} \left[\left(k\sqrt{\mathrm{x}}\ \mathrm{BesselJ}[1, 2k\sqrt{\mathrm{x}}]\,\mathrm{C}[1]\right)^2 - \left(i\,k\sqrt{\mathrm{x}}\mathrm{BesselY}[1, 2k\sqrt{\mathrm{x}}]\,\mathrm{C}[1]\right)\right] dx = 1}$$

Se puede formar un sistema de ecuaciones que permita normalizar la función de onda, sabiendo que: $\mathrm{P} = \int_{x_1}^{x_2} \psi^*\psi\ dx = 1$, $\psi_{(x_1)} = 0$ y $\psi_{(\mathrm{x}_2)} = 0$.

La solución de este sistema de ecuaciones es $\mathrm{C}[1] = 1.5623\times10^{14}$ y $\mathrm{C}[2] = -4.99732\times10^{10}\ i$. Implica finalmente que la ecuación de onda gravitacional que describe el sistema de dos partículas de 10^{15} GeV, ubicadas a 10^{-35} segundos, separadas por la distancia que tarda en recorrer la luz en 10^{-33} segundos:

$$\boxed{\psi_{(x)} = 3.23037\times10^{25}\sqrt{x}\ \mathrm{BesselJ}[1{,}4.1354\times10^{11}\sqrt{x}] + 2.06659\times10^{22}\sqrt{x}\ \mathrm{BesselY}[1{,}4.1354\times10^{11}\sqrt{x}]}$$

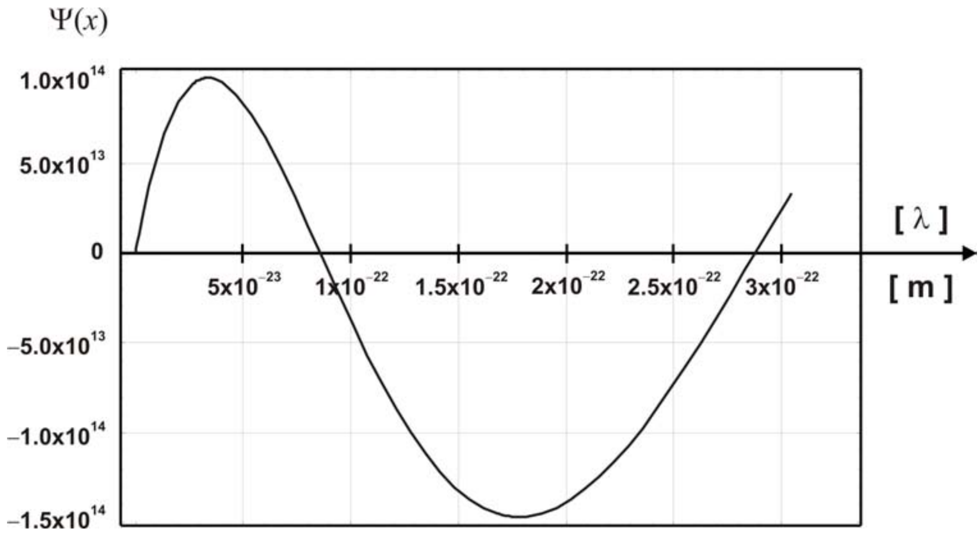

Gráfico 2: Función de onda gravitacional para un sistema de dos partículas en el período inflacionario: La figura ilustra la primera oscilación de la función de onda equivalente a 2π, asociada a dos partículas en el período inflacionario. El evento comienza a los 10^{-35} segundos, y se supone que están separadas inicialmente por la distancia que recorre la luz en 10^{-33} segundos. La energía es de 10^{15} GeV ó temperatura de 8.62×10^{27} K, para el cual, el equivalente en masa de ambas partículas es: $m = 1.7827\times10^{-12}\,\mathrm{Kg}$. La primera oscilación se completaría para una distancia de 3×10^{-22} metros.

La distancia en que se completa la primer onda se estima es 3×10^{-22} metros. Su puede conjeturar que este sería el valor próximo, a partir del cual la interacción entre energía y gravedad configurarían masa y así la energía se vuelve confinable en partículas, como ser: quarks y gluones.

4. Semionda y energía de punto cero Planck

El gráfico 1, muestra que la oscilación conecta causalmente dos partículas Planck, en el tiempo de $5.66\times10^{-43}\,\mathrm{s}$, que tarda la luz en recorrer 10.5 longitudes Planck.

Se puede suponer que mientras no se completa la primera oscilación, el sistema Planck se comporta como análogo al estado de energía de punto cero ó ZPE (Zero Point Energy, en sus siglas en inglés). Lo cual implica, la imposibilidad de extraer energía de la partícula Planck, pero si que fluya sin resistencia dentro del espacio.

Teniendo en cuenta esto, se aplica el condensado de Bose-Einstein [15], al sistema compuesto por dos partículas Planck, con temperatura Planck $\mathrm{T}_P = 1.41679\times10^{32}\,\mathrm{K}$, que deriva de las constantes fundamentales: $\mathrm{T}_P = \sqrt{\frac{\hbar c^5}{\mathrm{G}\,k^2}}$. Aunque el resultado es el mismo si se trata el sistema como una sola partícula Planck, por el hecho de que la densidad es la misma.

Para calcular la energía E_0 de punto cero $E_0 = kT_0$, donde T_0 es la temperatura del condensado, se supone a la partícula Planck como contenida en el volumen que genera su longitud de onda λ de De Broglie $V_\lambda = \frac{\pi}{6}\lambda^3$, donde $\lambda = l_P$ se considera un diámetro. Por lo tanto, $E_0 = kT_0 = \frac{1}{Z\,[3/2]^{2/3}} \frac{h^2}{2\pi\, m}\left(\frac{N}{V}\right)^{2/3}$ $\Rightarrow$

$E_0 = kT_0 = \frac{1}{Z\,[3/2]^{2/3}} \frac{h^2}{2\pi\, m}\left(\frac{6}{\pi}\frac{1}{\lambda^3}\right)^{2/3}$ $E_0 = kT_0 = \frac{1}{Z\,[3/2]^{2/3}} \frac{h^2}{2\pi\, m}\left(\frac{6}{\pi}\frac{k_B{}^3 T_P{}^3}{h^3 c^3}\right)^{2/3}$, que al simplificarse: $E_0 = kT_0 = \frac{3^{2/3} k^2 \mathrm{T}^2 N^{2/3}}{Z\,[3/2]^{2/3} 2^{1/3} c^2 m \pi^{5/3}}$, se obtiene: $\boxed{T_0 = 1.829 \times 10^{31}\ \mathrm{K}}$.

En la cual, T_0 es la temperatura de punto cero del sistema Planck, expresable en términos de energía no extraíble entre dos niveles cuánticos consecutivos, iterativamente decreciente pero manteniendo dicha propiedad.

El comportamiento de ZPE como una semi-onda del sistema, no configurable como un cuanto de energía, no está sujeta a ciertas interacciones termodinámicas. Caracterizable como energía de vacío, es capaz de contribuir con presión P de acuerdo a: $P_\mathrm{V} = \omega_\mathrm{V}\, \varepsilon_\mathrm{V} = -\varepsilon_\mathrm{V}$, donde ε_V es la densidad del vacío y $\omega_\mathrm{V} = -1$ es un escalar, expandiendo tensorialmente el espacio en forma independiente de gravitación.

Discusión

La relación entre los parámetros que emergen de relatividad general y mecánica cuántica desaparece al nivel de la formación de un agujero negro, por lo que las dimensiones de un mínimo agujero negro también son las que corresponde a la partícula Planck.

La partícula se evapora en el tiempo Planck, con emisión de su contenido energético sobre un espacio mayor. Por lo tanto, se puede asumir que se puede evaluar un tiempo de emisión, por la distancia creada por la longitud de onda del fotón emergente.

Esta conformación de espacio-tiempo-energía descripta para un Planck no puede ocurrir en el contexto de un estado inicial conteniendo el total de la energía del universo porque violaría la densidad Planck. Por lo cual, el proceso de inflación no puede ser simultáneo para todos los cuantos emergentes.

Asumir transición de energía entre dos estados requiere una distribución de energía en la cual todos los cuantos se encuentran a diferentes niveles de energía, por lo cual, el Big-Bang requeriría una secuencia temporal tipo cuello de botella. Esta se puede asimilar a reacción en cadena en la cual la oscilación-fotón inicial se propaga por el acoplamiento-creación de las transiciones de 1.6×10^{60} Planck durante el período inflacionario.

La separación de las fuerzas asociada a nivel primordial asume que los campos se propagan a la velocidad de la luz. Esta propagación implica un tren de fluctuaciones de carácter particular para cada campo. La frecuencia específica que caracteriza a cada uno, se configura por un tiempo mínimo de localización, cuyo valor depende del tipo de fuerza y que permite una oscilación completa.

El considerarse elongación, si los productos son una secuencia de fotones, donde el espacio-tiempo-energía se reconfigura, la reversibilidad es termodinámicamente y cinéticamente dependiente. La secuencia de transiciones implica que cronológicamente los tiempos de elongación sean cada vez mayores.

Así, los eventos integrados por transiciones no pueden ser reversibles si una primera transición se disipa antes, en una secuencia de relaciones sustrato-producto y por lo tanto el producto solo puede integrarse en la siguiente transición.

Este tratamiento permite caracterizar la relación que existe entre un decrecimiento de la energía del fotón y un tiempo asociado que se incrementa. Dicha relación es perceptible en el transcurso de la cronología cósmica ya que el decrecimiento de la densidad de energía no sólo está asociado a un aumento del espacio sino también del tiempo que tarda en formarse la onda t_{loc}.

En términos de radiación, densidad se vuelve una función que puede ser descripta por la onda térmica de De Broglie. Entonces, el Big-Bang puede ser descripto en términos del tiempo mínimo para su localización o de emisión $t_{loc} = h / E$, de cada especie de partícula. La función de onda respectiva relaciona su energía-masa en función de la distensión del espacio-tiempo.

El tiempo cronológico inicial, también tiene asociado estadios de energía y por lo tanto numéricamente comparables con los tiempos de emisión. Todos los campos de fuerzas se propagan con velocidad *c*, sin embargo, son distintos los tiempos que tardan en completar una oscilación la función de onda atribuible a cada una de las partículas mediadoras.

Así, el tiempo de transición inicial existe en un tiempo menor, o sea, más inestable que los subsecuentes. La relación de estos cambio, si ocurre con generación de ZPE, configura una flecha del tiempo, ya que el equilibrio no puede mantenerse, porque el ZPE al no poder completar una oscilación se desacopla del sistema. Este sería la energía mínima del estado oscilante que define al cuanto de energía-radiación.

ZPE tiende a ocupar el "estado vacío" y permite la emergencia de un espacio-tiempo distendido. Se puede dar una expresión geométrica diciendo que: "Una oscilación completa de la función de onda del producto de una transición, es siempre de menor energía que su estado anterior. Así, configurándose en una caja de Schrödinger más grande, distendida por ZPE y no superponible con la del sustrato de mayor energía confinada en una caja más pequeña".

La función de onda Planck permite definir una constante $k^2 = \frac{2G}{\hbar^2} m_P{}^3$ en términos de las constantes fundamentales y que representa un valor definido para la función de onda primordial. Si m ≠ M, significa que uno de los valores puede ser Planck y el otro menor que este, implica la ruptura de dicha simetría y requiere un espacio mayor que el dado por la suma de los valores Planck.

Esto permite que las relaciones de causa-efecto se configuren cinéticamente irreversibles. Emisión y retroceso ocurren con distensión temporal y por lo tanto espacial. La imposibilidad intrínseca de definir magnitudes complementarias y observables, estaría constreñida a que los tiempos observables son enormemente más grandes que el de Planck

Por lo cual, su efecto es tardío y la idea de curvatura dependiente de gravedad no emergerá en el sistema hasta el devenir de la sopa de quarks. Solo a partir de la Era del Bosón Higgs, alrededor de 10^{-27} segundos, se hará notable la influencia gravitacional.

El efecto retardado de gravedad, durante este lapso de tiempo, evita que la energía en forma de radiación colapse. Esto se mantiene mientras el proceso de acumulación de masa no domine el entorno de la radiación. Así, el Big-Bang en sí, está en un estado anti-gravitatorio que hace posible el estado de dominancia inicial de la radiación.

Este efecto se puede asimilar a la emergencia del primer fotón creando asimetría espacio-temporal. La misma es observable cuando una antena emite radiación porque esta no puede re-capturarla.

La densidad de energía alcanzada a los 10^{-27} segundos permitiría que los fotones generaran quarks y estos absorberían fotones para generan más quarks. Estos, conformarían un tejido gravitatorio pero que dejaría 1/25000 de la energía inicial en forma de radiación cósmica de fondo residual ó CMB (Cosmic Background Radiation, en inglés).

Conclusiones

Las funciones de onda que se obtienen de la ecuación de Schrödinger, asociadas a gravitación y electromagnetismo, arrojan naturalmente un tiempo de localización para la interacción entre partículas Planck mayor que el cronológico, que sugieren un efecto tardío de las fuerzas primordiales. Aunque, inicialmente sus magnitudes sean iguales, concordando con los resultados de otros trabajos, que sugieren dicha convergencia.

En el Big-Bang, el tiempo de localización o de emisión $t_{loc} = h / E$ de cada especie de partícula, dependiente de su energía-masa, está condicionado a la distensión del espacio-tiempo. Esto se puede ejemplificar con una rendija, ajustada solo para el pasaje de fotones azules, donde los de color rojo no pueden hacerlo porque el tiempo de formación de una oscilación excede al del azul. El tiempo cronológico inicial, también tiene asociado estadios de energía y por lo tanto numéricamente comparables con los tiempos de emisión.

Todos los campos de fuerzas se propagan con velocidad *c*, sin embargo, son distintos los tiempos que tardan en completar una oscilación cada función de onda, de cada una de las partículas mediadoras.

Con respecto al sistema conformado de dos partículas Planck separados por la distancia Planck, la función de onda gravitacional, muestra que la primera oscilación-onda requiere 10 longitudes Planck, la segunda requiere 30 longitudes Planck, la tercera a 60 longitudes Planc, etc. La expansión del espacio, que configura cada partícula como un cuanto de energía, fusiona los distintos campos. Esto produce un efecto retardado de gravedad, lo que es equivalente a ausencia en el momento primordial y permite al sistema emerger en vez de colapsar.

El sistema definido por dos partículas de 10^{15} GeV de masa, a los 10^{-35} segundos separadas por la distancia que recorre el campo gravitacional en 10^{-33} segundos, muestra que la función de onda requiere $3 10^{-22}$ metros para que su acción se consolide. Por lo cual, en inflación se produce un efecto retardado de gravedad cuya naturaleza radica en que su función de onda necesita un espacio-tiempo mayor que las funciones de las otras fuerzas para interaccionar con su entorno.

Se puede caracterizar la energía de punto cero (ZPE) como una semi-onda del sistema, no configurable como un cuanto de energía, por lo cual escapa de las interacciones termodinámicas. Durante este tiempo que tarda en completarse la primera oscilación el estado podría del el de punto cero, por lo cual, la presión P tendría las mismas características que las del vacío: $P_V = \omega_V \, \varepsilon_V = -\varepsilon_V$, donde ε_V es la densidad del vacío y $\omega_V = -1$ es un escalar, expandiendo tensorialmente el espacio en forma independiente de gravitación.

Las cuatro fuerzas se diferenciarían de acuerdo al período en que su localización fuera una función de onda completa. Esta asimetría inicial del universo permitiría que aunque la fuerza fuerte sea superior a la electromagnética como luz no lo es con respecto a la alta energía inicial. Subsecuentemente, la fuerza fuerte puede configurarse como quarks-gluones y recién dar lugar a que la fuerza gravitatoria tenga efecto sobre los mismos.

Esto sugiere que el Big-Bang es en sí un estado cuántico conjunto con propiedades no-gravitatorias, que hace posible que expansión esté dominada por radiación. Durante el transcurso de transición radiación-materia, frecuencia permite definir mejor las relaciones termodinámicas pero en la Era de la materia conviene propiedades de conjunto como temperatura.

Se propone entonces que esta relación permite el escape de la radiación, porque la creación del espacio-tiempo antecede a la configuración gravitatoria, que emana de la presencia de masa. Esta, se manifestaría después del período inflacionario, ya sea a través del campo de Higgs, donde se produciría la transformación del momento angular de bosones en momento orbital-intrínseco (espín) de fermiones.

El proceso de inflación desde la perspectiva del proceso de acumulación y elongación local de los cuanto, es progresiva y uniforme, con una secuencia temporal tipo cuello de botella que permitiría una curvatura plana.

Referencias

1. Einstein, A. & W. de Sitter, "On the Relation between the Expansion and the Mean Density of the Universe," *Proceedings of the National Academy of Sciences* **18**, 213 (1932). [reprinted, with commentary, in Lang, Kenneth R. & Owen Gingerich, eds., *A Source Book in Astronomy & Astrophysics, 1900-1975* (Harvard Univ. Press, 1979), 849-50.]
2. Liddle, A. R., and Lyth, D. H., "*Cosmological Inflation and Large-Scale Structure*", Cambridge University Press, Cambridge 2000.

3. Bennun, Alfred , "Parámetros de Inflación-Expansión: Multiplicación y elongación de fotones", Matemática, Física, Astronomía, www.casanchi.com, 15 pág., 14 de junio, 2008.
4. Bennun, Alfred; Ledesma, N., "Simulación de la dinámica del espacio-tiempo en función de la relación Planck: temperatura-espectro de emisión", Matemática, Física, Astronomía, www.casanchi.com, 17 pág., 9 de agosto, 2008.
5. Weinberg, S., "*Gravitation and Cosmology*", New York, John Wiley. (1972)
6. Penrose Roger, "*El camino a la realidad*", Randon House Mondadori, Barcelona, (2006)
7. A. H. Guth, *The Inflationary Universe: The Quest for a New Theory of Cosmic Origins* (1998) Publisher: Perseus Books; 1st edition (1998).
8. A. D. Linde, Inflation, quantum cosmology and the anthropoid principle. arXiv:hepth/0211048 (2002).
9. A.A.Grib, V.Yu.Dorofeev, Creation of particles in the early Friedmann Universe. Proc. of the Second A.A.Friedmann Intern. Seminar on Gravitation and Cosmology, 117 (1994).
10. A. Einstein, *The Meaning of Relativity*, Princeton University Press, Princeton (1988).
11. Eisberg, R y Resnick, R; "Física cuántica". Ed. Limusa Wiley, S.A. México (2008).
12. Argüello, L. R,; "Física Moderna", Answer Just in Time S.R.L. Buenos Aires, Argentina (2004).
13. Moreschi, O.; "Fundamentos de la Mecánica de Sistemas de Partículas", Ed. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina (2000).
14. Software Mathematica 7, Wolfram Research.
15. Levich, V. G., Vdovin, I.A., Miamlin V. A. "Curso de Física Teórica, Volumen 4: Estadística Cuántica y Cinética Física", Ed. Reverté S.A., Buenos Aires, Argentina (1978).

Alfredo BENNUN
alfr9@hotmail.com
Nestor LEDESMA
nestorledesma78@hotmail.com