

# Simulación diferenciando el rol de la materia bariónica que curva el espacio y el rol del CMB que lo expande

Alfredo Bennun  
Full Professor Graduate School of Rutgers University (retired) \*  
[www.alfredobennun.com.ar](http://www.alfredobennun.com.ar)

## Resumen

La premisa de un universo mas temprano, dominado por radiación, llevó a una simulación basada en que el decrecimiento en energía del *quanta primordial*, partícula Planck por radiación de cuerpo negro, generando un espectro detectable al presente como su residual o radiación de fondo de microondas (CMB por sus siglas en ingles), de 0.012-0.02 % del total de la energía inicial o critica.

Una caracterización de esto último, en términos de un continuo de energía-espacio-tiempo dinámicas dimensionales cuánticas, muestra que el decrecimiento en la densidad de energía de los fotones, con un incremento en la relación del radio vs. Tiempo de localización, es igual a  $c$ . Esta relación corresponde, con el incremento del radio cósmico vs. El tiempo del universo, conforme a  $c$ , velocidad de la luz.

La conversión paramétrica a la baja (PdC por sus siglas en ingles), encaja como un mecanismo de conservación de energía, cual permite una continua renovación del potencial disipativo, dividiendo un fotón en dos de la mitad de la *longitud de onda original*. Los fotones creados recientemente, emergen uniformemente estirando el espacio. Los cálculos muestran que el número de fotones CMB emergiendo por segundo por Mpc linealmente alineados, corresponden al valor de la constante de Hubble ( $H_0$ ). La velocidad de recesión  $\vec{v} = H_0 \times \vec{r}$ , como función del radio y tiempo del universo cuando  $r = r_U$  en unidades de Mpc, es igual a la velocidad de la luz sobre  $H_0$ :  $r_U[\text{Mpc}] = c / H_0$ .

En consecuencia, el modelo puede denominarse: **Energy Space-Time Relativistic Expansion** (E.S.TI.R.E) o S.T.R.E.T.C.H.: **Space-Time Relativistic Expansion Cosmological Hypothesis**.

División de fotones por PdC, a través de la magnificación del locus del espacio-tiempo de fotones, domina por sobre la escasa respuesta de CMB a la atracción gravitatoria. Más aun, desde que su masa, en términos de la masa total del cosmos es insignificante, la curvatura del cosmos puede considerarse como un mecanismo CMB independiente.

El trazado del continuo PdC de la elongación cuántica de CMB, cuando es escalado vs. El volumen del universo en expansión, muestra una curva rectilínea. Esta representa una continua relación termodinámica-expansiva, en la cual un fotón

entrando a un ciclo PdC, distribuye su energía original sobre un locus espacio-temporal incrementado 16 veces. Análogamente, esto podría considerarse como una predicción termodinámica equivalente a "plano", porque cualquier otra relación numérica, curva la relación observada entre el incremento en el número de fotones y el volumen del universo.

Los roles de las partículas y de la radiación serían complementarios, porque CMB dimensionaría el vacío y la recesión galáctica, mientras que la estructura cuántica no-continua de la materia, sería el efecto dominante sobre la configuración geometría de la curvatura del universo.

Por lo tanto, por su atracción gravitatoria, la materia pudo superar la recesión galáctica a través de un CMB-vacío uniforme, y estaría llevando a las galaxias a formar cúmulos. Sin embargo, el incremento de las distancias por la expansión, decrecería la intensidad de la atracción gravitatoria sobre CMB, y predeciría la aceleración observable de la tasa de expansión.

La inflación, en un universo autocontenido, podría corresponder al tiempo requerido para la cuantificación de una energía-espacio-tiempo desconocida, progresando desde una simple partícula Planck hasta alcanzar una masa crítica Planck quanta-constituida, y la aparición de las constantes fundamentales asociadas:  $m_{pl} = [(\hbar \times c)/G]^{1/2}$ .

El universo ha mantenido una energía potencial permitiendo la expansión y la vida; por lo tanto, todavía esta lejos de un equilibrio. Sin embargo, si el cosmos es autocontenido, no podría ser abierto. Esta aparente contradicción fue resuelta considerando que la elongación de los fotones jugaría un rol operador, reestructurando continuamente el potencial termodinámico disipativo cósmico.

Un estado constante fuera del equilibrio, cual se asemeja a un sistema abierto, podría ser obtenido reciclando a través del cuello de botella temporal del PdC, el fotón generado con menor energía. Estos, reentrarían dentro de la cadena de división del PdC, una y otra vez como un quanta de cada vez menor contenido energético.

## **Introducción**

Los parámetros para la cronología de los cambios en el espacio durante la Era inflacionaria del Big-Bang caliente, fueron desarrollados basados en el mecanismo de vacío positivo de Guth *et al* <sup>(1) (2) (3) (4)</sup> y Linde <sup>(5) (6) (7) (8) (9)</sup>. La hipótesis del Big-Bang caliente desarrolla una cronología termodinámica basada en partículas, con predicciones exitosas como la nucleosíntesis.

El objetivo de la simulación fue el de caracterizar el Big-Bang buscando descubrir las relaciones entre espacio-tiempo y energía, entre las estructuras termodinámicas de la radiación cuántica desde el Planck hasta el presente CMB <sup>(10)</sup>.

La evolución de la radiación cuántica, fue inferida como las dinámicas constituyendo ladrillos expansivos del espacio-tiempo, y de su reestructuramiento termodinámico intrínseco llevando a cabo inflación y expansión <sup>(11)</sup>.

Los parámetros de la simulación fueron desarrollados con el propósito de encajar o de testear los marcos teóricos, cuales pueden estar sujetos a verificación por datos observables. En consecuencia, las proposiciones de multi-universos fueron evitadas.

En vez de esto último, se asumió que la cronología del Big-Bang puede desarrollarse asumiendo una transición no-identificable, desde una estructura primordial no-cuántica, llevando a cabo la aparición de una estructura cuántico cósmica de la energía, y locus del espacio-tiempo <sup>(12) (13)</sup>.

La energía y el influjo de materia a través de sistemas termodinámicos, permite mantener potenciales energéticos sin llegar al equilibrio. La energía primordial podría caracterizarse como un precursor de la materia; por lo tanto, el influjo de las partículas Planck durante inflación, sería capaz de mantener el universo-cuántico incremental como abierto.

Sin embargo, luego de convertirse cuántico totalmente, y de alcanzar la energía crítica total, su densidad decrecería de repente, permitiendo a la entropía incrementarse y a la inflación terminar.

PdC y la Conversión Paramétrica a la alta (PupC, por sus siglas en ingles), fueron experimentalmente observadas como un proceso espontáneo de conservación de energía, pudiendo incrementar la entropía cósmica, decreciendo la densidad de energía.

## **Resultados**

La transición desde un estado no-cuántico, precediendo el Big-Bang, inicia relaciones describibles físicamente entre energía y espacio-tiempo. Esto resulta en la aparición del fenómeno de tiempo-asociado, resultando en la cronología que delimita las relaciones entre las constantes fundamentales por su equivalencia con la masa Planck:  $m_{pl} = [(\hbar \times c)/G]^{1/2} = 2.17645 \times 10^{-5} \text{g}$ ,  $G =$  constante gravitacional  $= 1.0692068 \times 10^{-13} \text{ cm}^5 / \text{MeV} \cdot \text{s}^4$ . La longitud Planck sería la indicada para un arco de circunferencia de  $2\pi r = \lambda$  y  $r = \lambda / 2\pi$ , por lo tanto,  $r = 1.61624 \times 10^{-33} \text{ cm}$ . Tiempo de localización para una partícula Planck:  $t_{p\text{-loc}} = r / c = 5.39121 \times 10^{-44} \text{ s}$ , el mismo valor es obtenido:  $t_{p\text{-loc}} = [hG / 2\pi c^5]^{1/2}$ .

$$G = \frac{t_{pl}^2 \times c^5}{\hbar} = \frac{\hbar \times c}{m_{pl}^2} \quad t_{pl}^2 \times m_{pl}^2 = \frac{\hbar^2}{c^4}$$

Las dinámicas de una función de onda de la energía primordial, fueron caracterizadas termodinámicamente como una frecuencia decreciente asociada a un incremento de su locus intrínseco de espacio-tiempo  $-\Delta\nu = -(\Delta E / h)$ .  $1 / \nu = t_{\lambda\text{-loc}}$ , tiempo de localización de onda. El último puede ser ilustrado por hecho de que si un diafragma se configura para mantenerse abierto, solamente para el  $t_{\lambda\text{-loc}}$  de un fotón violeta ( $400 \text{ nm} \approx 1.33 \times 10^{-15} \text{ s}$ ), permitiría el transito. Por lo tanto, conceptualmente  $\lambda$  no solo define longitud, sino que también el tiempo requerido para ser localizado fuera del diafragma. El tiempo requerido para el fotón violeta mas chico, sería corto por la aparición de un fotón rojo mas largo ( $700 \text{ nm} \approx 2.33 \times 10^{-15} \text{ s}$ ).

## Relaciones relativistas dimensionales de la dualidad onda-fotón

Las siguientes ecuaciones enfatizan que para la misma energía, la dualidad onda-fotón permite diferencias dimensionales del espacio-tiempo.

**Ec. 1:**  $E = h \times \nu \wedge t_{\lambda\text{-loc}} = 1/\nu \Rightarrow E \times t_{\lambda\text{-loc}} = h$ ,  $t_{\lambda\text{-loc}}$  tiempo de localización de onda,  $\nu$  frecuencia, y  $h = 4.1356674335 \times 10^{-21}$  MeV.s. Para el fotón:  $E \times t_{\gamma} = \hbar$ ,  $t_{\gamma\text{-loc}} = 1/2\pi\nu = 1/\omega$ ,  $\omega =$  frecuencia angular y  $\hbar = h/2\pi = 6.5821191503 \times 10^{-22}$  MeV.s.

$$\sqrt{\frac{\hbar c}{G}} = \sqrt{\frac{6.58 \times 10^{-22} \text{ MeV.s} \times 2.99 \times 10^{10} \frac{\text{cm}}{\text{s}}}{1.069 \times 10^{-13} \frac{\text{cm}^5}{\text{MeV.s}^4}}} = 13.585 \frac{\text{MeV}}{\frac{\text{cm}^2}{\text{s}^2}}$$

**Ec. 2. a)**  $\lambda / t_{\lambda\text{-loc}} = c$  (velocidad de la luz) =  $2.99792458 \times 10^{10}$  cm/s.

**Ec. 2. b)** De acuerdo con las mediciones de dispersión de Compton, la relación  $\lambda_{\text{CMB}}/2\pi = r_{\gamma}$ , relación entre radio del fotón y tiempo de localización:  $r_{\gamma} / t_{\gamma\text{-loc}} = c$

Por lo tanto,  $c$  no es solo el valor de la velocidad de propagación de la luz en el vacío, sino que también restringe a un nivel cuántico la inter-dependencia entre dimensiones espaciales como un radio vs. tiempo.

**Ec. 2. c):**  $\Delta r_U / \Delta t_{r_U\text{-loc}} = c$ . La relación muestra que la constante  $c$  también determina la relación cósmica que se aplica al vacío, como si correspondiera a la suma de su quanta constitutivo.

En la ec. 2 a) y 2 b), los términos son iguales a  $c$ , y por lo tanto, son iguales entre ellos.

$\lambda / t_{\lambda\text{-loc}} = r / t_{\gamma\text{-loc}}$ . Tiempo de localización =  $t_{\lambda\text{-loc}} / 2\pi = t_{\gamma\text{-loc}}$ .

**Ec. 3:** De la relación  $[\hbar c/G]^{1/2} = m_p =$  masa Planck =  $2.17645 \times 10^{-5}$ g, la masa puede reemplazarse en la ecuación de Einstein  $m = E/c^2$  <sup>(15)</sup> <sup>(16)</sup>, si  $E_p$  se asigna a  $E$ :  $[\hbar c/G]^{1/2} = E/c^2$ .

Puede reemplazarse  $c^2 = c \times c$  substituyendo cada  $c$  por sus equivalentes 2. b) ó 2. c) y la otra por 2. d).

$$\text{Ec. 4: } m_{Pl} = \frac{E_p}{\frac{r_{\gamma}}{t_{\gamma\text{-loc}}} \times \frac{r_U}{t_U}}$$

Por lo tanto, la fórmula  $h / 2\pi = E \times t_{\gamma\text{-loc}}$ , muestra que para mantener  $h$  invariante, la constante de Planck, un decrecimiento en la energía del fotón, tiene que ser compensado por un incremento en el tiempo de localización de fotones, que puede ser calculado  $\therefore c / r_{\gamma} = 1 / t_{\gamma\text{-loc}} = \nu \therefore c = \nu \times r_{\gamma}$ .

Además, para mantener  $c$  invariante, un decrecimiento en la frecuencia o en la energía del fotón  $E_{\gamma}$ , tiene que ser compensado con un incremento en el Compton- $r_{\gamma}$ .

## Inflación

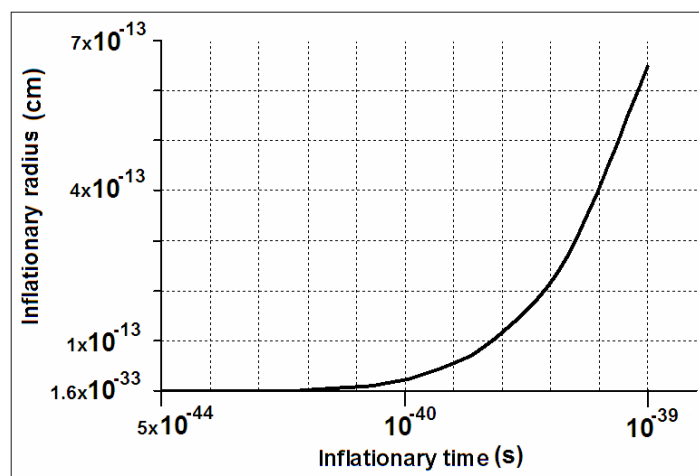
Las constantes de Planck y la velocidad de la luz delimitan una cronología cuántica de fotones, acoplando un decrecimiento en densidad de energía a un incremento expansivo de su locus espacio-temporal. El surgimiento del espacio-tiempo delimitado por las constantes fundamentales, dimensiona el estado inicial de cosmos como el requerido para un solo quanta Planck. El cosmos crecería como una función de la transición primordial de la era inflacionaria, añadiendo partículas Planck antes de alcanzar la energía crítica o total.

La primera fase de la inflación podría, por lo tanto, ser caracterizada como un cosmos creciente tetra-dimensional, cual a pesar de su rápido incremento en volumen por el incremento en el número contenido del quanta de Planck, se mantiene una densidad de energía constante sin incrementar la entropía.

La inflación pudo operar temporalmente como un sistema abierto <sup>(14)</sup>. Un sistema aislado, como un universo autocontenido, puede existir como un sistema abierto tanto como un cuello de botella no permita a su energía potencial disiparse a través de alcanzar el equilibrio.

Los límites Planck prevén eventos instantáneos, permitiendo a  $c$  configurar un cuello de botella uniendo el estrechamiento del espacio cuántico con su tiempo de localización.

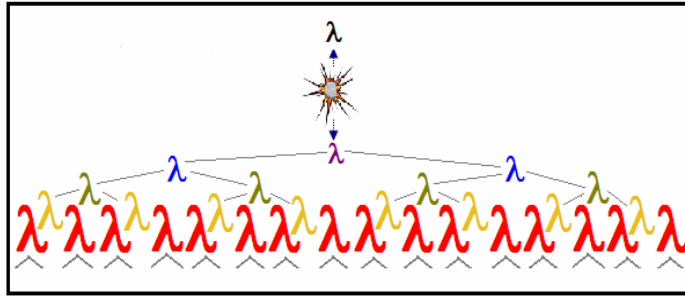
El valor de esta unión es  $c$ , cual se mantiene invariable a lo largo del periodo inflacionario y del expansivo.



**Fig.1: Influjos inflacionarios del Quanta Planck;** una fase invariante de entropía se mantendría constante incluso cuando el universo estructurado cuánticamente se expande dramáticamente, incrementando continuamente el número de fotones Planck. Los valores graficados resultan de asumir que el influjos de un quantum Planck expande su locus de espacio y volumen por otros 15 quanta cuales, a su vez, se someten al proceso PdC. Este proceso termina en la energía total contenida en el universo cuántico, con su espectro de radiación similar al de la emisión de cuerpo negro.

Fig. 1: La fase inflacionaria <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup> puede describirse como llevada a cabo a una velocidad mayor que la de la luz, porque el espacio-tiempo inicial para una partícula Planck habría crecido exponencialmente, como una función del Planck entrante mas multiplicación cuántica por PdC. Un uniforme desprendimiento de fotones permite un crecimiento en todas direcciones de la estructura cuántica del espacio-tiempo. Por lo tanto la velocidad, como el tiempo requerido para incrementar el radio del

universo, pudo haber sido más grande que  $c$ , incluso cuando cualquier valor alcanzado del radio dividido por su tiempo de localización es igual a  $c$ , la constante.

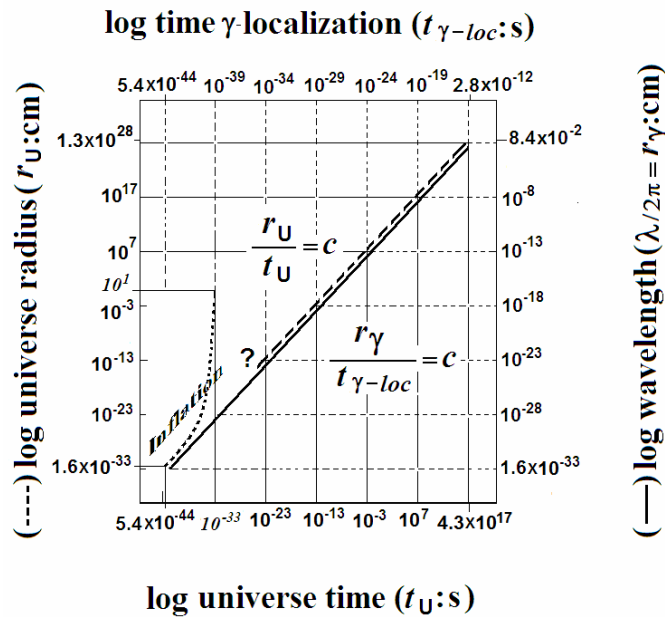


**Fig. 2: Esquema para la división PdC de fotones, incrementando su número y dimensión a múltiples sitios, incrementando uniformemente el espacio.**

Fig. 2: en las bases de la Conversión Paramétrica a la Baja <sup>(17)</sup>:  $1 \gamma \rightarrow 2\gamma$  cada 8 veces mayor: inicial  $V_\gamma \times 2\gamma = \text{total } 16 \times \text{inicial } V_\gamma$  por evento de la secuencia PdC. El número de progresión de fotones ilustra que el efecto de división de un solo fotón por PdC, produce dos fotones cuales incrementan en 8 su volumen y su espacio cuántico en expansión por 16, como se muestra a continuación en dos ciclos el espacio se expande por un factor de 256:

$$\gamma_{PI}, (E_{PI}) V_{\gamma PI} = 1.76 \times 10^{-98} \text{ cm}^3 \rightarrow \text{primer ciclo PdC} \rightarrow 2\gamma (E/2) 2V_{\gamma 2} \times 8 = 2.82 \times 10^{-97} \text{ cm}^3$$

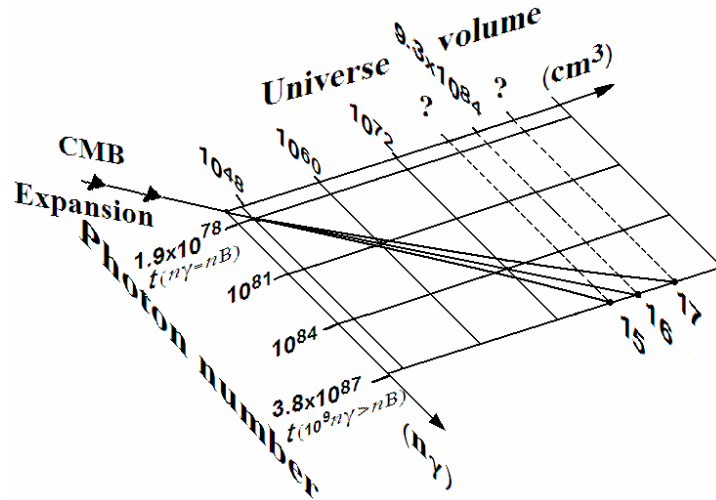
$$\text{cm}^3 \rightarrow \text{segundo ciclo PdC} \rightarrow 4\gamma (E_{PI}/4) = 4 V_\gamma \times 8^2 = 4.51 \times 10^{-96} \text{ cm}^3.$$



**Fig.3: Radio del universo ( $r_U$ : cm) durante inflación-expansión vs. tiempo del universo ( $t_U$ : s).** Las intersecciones muestran que el ratio entre el radio del universo presente y el tiempo del universo presente  $1.3 \times 10^{28} \text{ cm} / 4.351 \times 10^{17} \text{ s} = c$ , la velocidad de la luz. La curva resultante es mostrada correlacionada con el correspondiente incremento en la longitud de onda (de acuerdo a el radio reactivo de Compton:  $\lambda/2\pi = r_\gamma$ : cm) tiempo del universo ( $t_U$ : s) y vs. tiempo de  $\gamma$ -localización ( $t_{\gamma-loc}$ ) intersecciones muestran:  $r_\gamma/t_\gamma = c$ .

Fig. 3: Muestra una correlación entre la curva de elongación para CMB, calculado como un radio Compton ( $\lambda_c$ ), y el fotón decreciente en energía ( $E_\gamma$ ) <sup>(18)</sup>. El volumen presente del universo ( $V_U$ ), corresponde al número cósmico de fotones ( $n_\gamma$ ) multiplicado por el volumen de  $\lambda$ -localización ( $V_{\lambda-c-loc}$ ).

Este último, calculado de acuerdo a la longitud de onda Compton ( $\lambda_c$ ), medido por una colisión experimental entre un electrón y un fotón:  $V_{\lambda_c-\text{loc}} = 4/3 \times \pi \times \lambda_c^3$ .



**Fig.4: Elongación CMB dependiente del vacío expansivo.** La figura ilustra que la simulación se acerca a los valores observados desde la Era de igual número de fotones y bariones, al presente CMB. Muestra una radiación cuántica continua de energía decreciente, con un incremento en el número de fotones y en el volumen.

Fig. 4: Los valores  $(n_\gamma)$  fueron escalados para mostrar su incremento tiempo-dependiente desde la Era de igual número de fotones y bariones  $t_{(n_\gamma=nB)}$ ,  $n_\gamma = nB = 1.9 \times 10^{78}$  a  $2.391 \times 10^5$ s hasta  $t(10^9 n_\gamma > nB)$ ,  $n_{\gamma \text{pres.}} = 3.8 \times 10^{87}$  en la Era presente. El volumen inicial del fotón a  $t_{(n_\gamma=nB)}$   $V_{\gamma(n_\gamma=nB)} = 9.5 \times 10^{-31} \text{ cm}^3 \times n_\gamma$  es igual al volumen del universo  $V_{U(n_\gamma=nB)} = 1.5 \times 10^{48} \text{ cm}^3$ . El volumen PdC-dependiente se incrementa medido por el ratio de  $V_{U-\text{pres.}} / V_{U(n_\gamma=nB)} = 6.2 \times 10^{36}$ , requiere una secuencia de 31 ciclos PdC,  $\gamma$  eventos duplicados. Esta secuencia genera una curva de valor 16 respondiendo a una tendencia termodinámica relacionando un incremento en 16 división-PdC de  $\gamma$  volumen, con un incremento en 16 en el volumen del universo (¿plano?). La curva alta de valor 17, predice un mayor volumen del universo ( $1.3 \times 10^{89} \text{ cm}^3$ ), y la baja predice un universo mas chico ( $2.8 \times 10^{81} \text{ cm}^3$ ).

Concordantemente, la descripción de vacío como idéntica al espacio vacío, esta lejos de ser correcta y a su vez, puede inferirse que los fotones CMB constituyen una estructura cuántica denominada vacío <sup>(11)</sup>.

La Conversión Parametrica a la Baja divide un fotón en dos de la mitad de su longitud de onda, conservando energía y momento. Además, por ser espontáneo, no roza la barrera termodinámica para la dirección hacia atrás, y no crece mucho la entropía a nivel de fotones. Sin embargo, un incremento en entropía ocurre a un nivel de sistema, como resultado de esto, la densidad de energía decrece como una función del incremento del volumen cósmico. La conversión a la baja constituye el vector dirección, porque la división de uno hacia dos fotones, es un proceso cinético mas favorecido que la Conversión a la alta, cual requiere una reacción de segundo orden o, en otras palabras, una colisión entre dos fotones para emerger en un nivel de energía superior.

Sin embargo, puede predecirse que a lo largo de los parámetros de espacio-tiempo, las fluctuaciones entre las conversiones a la alta y a la baja, se resolverían en una relación de tasas que pueden mostrarse en el efecto Casimir, aparición y desaparición de fotones de energía más alta que el CMB. Estos fotones mas

estrechos  $\lambda$  son generados por CMB conteniendo el vacío (¿constituyendo?), y por lo tanto, podrían ser atribuidas inconsistentemente como emergiendo de la nada, una asunción reservada para la energía virtual, de acuerdo al principio de incertidumbre de Heisenberg.

### Relaciones dimensionales relativistas de la constante de Hubble

PdC continuamente esta generando nuevos fotones; la suma de sus diámetros en el presente fue calculado alcanzando una longitud de alrededor de 72 km/s por Mpc. Sin embargo, la tasa presente del PdC de la división del CMB dentro de un Mpc, fue encontrada equivalente a la de la constante de Hubble ( $H_0$ ). Esta velocidad, debido a que los fotones emergen uniformemente dentro del espacio, se agregaría como la suma de las velocidades de acuerdo al número de pársec que separan dos galaxias. El radio del universo dividido por el diámetro presente del CMB por fotón, es igual al número de fotones linealmente alineados para cubrir la distancia del radio del universo.

Cuando se multiplica por el diámetro del fotón, y se divide por el radio del universo expresado en Mpc, 4216.446, resulta el estrechamiento de cada Mpc por los fotones agregados recientemente, cuales representan la velocidad de recesión para cada Mpc o valor de  $H_0$ :

$$\frac{1.78 \times 10^{11} \gamma_{CMB} / s \times 1.68 \times 10^{-1} cm}{4216.446 Mpc} \approx 72 Km/s / Mpc \quad H_0, \text{ constante de Hubble.}$$

La velocidad de recesión corresponde a la simultánea y uniforme incorporación de fotones, agregando velocidades de  $H_0$  de acuerdo con el número de Mpc, porque este influjo de fotones estrecha cada segmento de Mpc de la distancia intergaláctica total.

Por lo tanto, la velocidad de recesión esta relacionada con  $H_0$  y proporcionalmente con la distancia  $r$ , y calculada como la distancia entre nosotros y el origen del Big-Bang (singularidad o locus Planck) de acuerdo con la ecuación:  $\vec{v} = H_0 \times \vec{r}$

$$\frac{72 \frac{Km}{s}}{1 Mpc} \times 4216.4 Mpc = 3 \times 10^5 \frac{Km}{s} \approx c$$

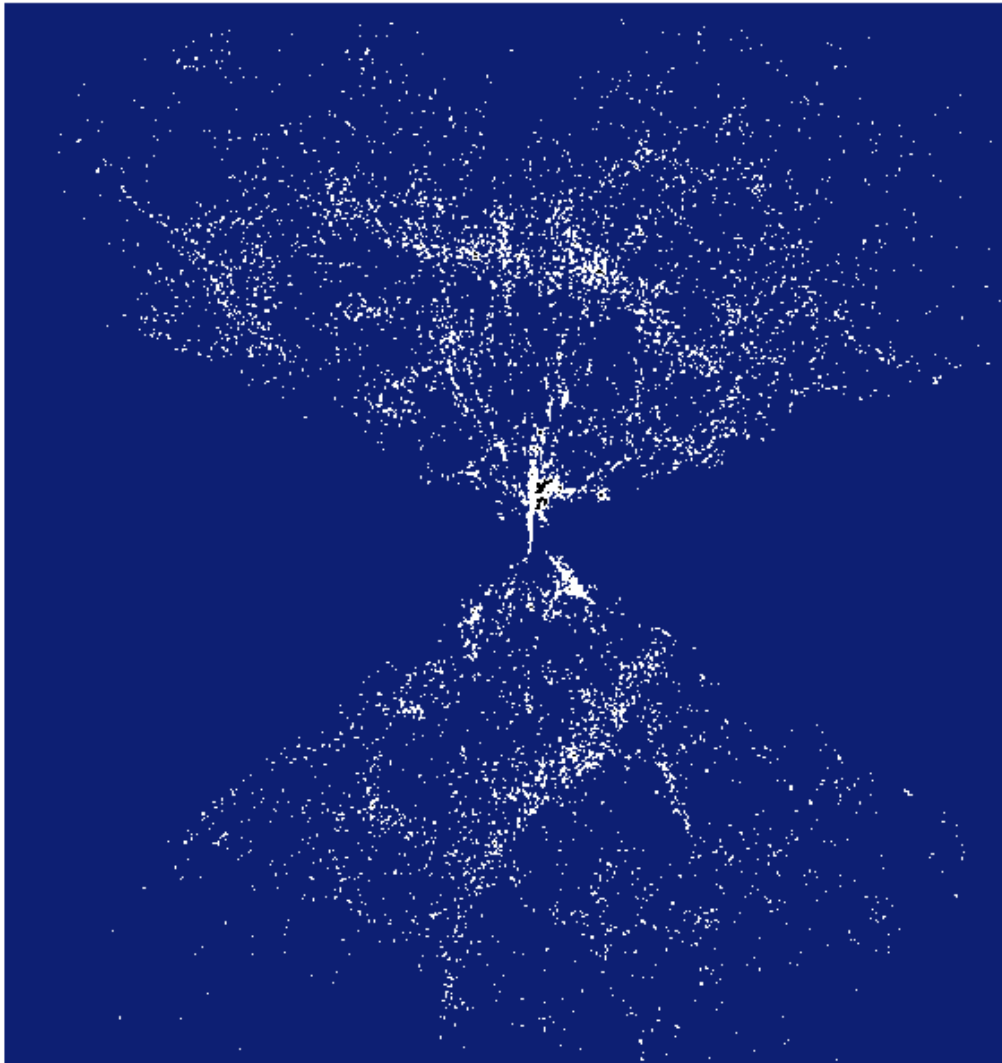
$$H_0 \times r_U [Mpc] = c$$

$$r_U [Mpc] = \frac{c}{H_0}$$

Concordantemente, el radio de la locación de la Tierra hasta el origen del universo, permite contacto causal debido a que la velocidad calculada como la suma de la recesión por Mpc, no excede  $c$ . La relación de  $c$  precede y persiste a lo largo del radio en expansión del universo, para cada longitud de tiempo abarcada porque el valor de  $H_0$  es una función del tamaño y tiempo del universo. La recesión pareciera estar acelerándose. Pregunta: ¿Es una mera casualidad que, en el tiempo presente hemos alcanzado el máximo valor relativista de la constante de Hubble, permitiendo una integración causal para el universo observable en el presente?

Por lo tanto, los cálculos muestran la equivalencia entre la expansión del CMB vacío y la recesión galáctica indicando que ambos resultarían del mismo proceso. PdC predice que, incluso si los fotones viajaran a la velocidad de  $c$ , su expansión del locus de espacio-tiempo es el mecanismo expandiendo el CMB vacío intergaláctico.

La prolongación o elongación del CMB, involucra un incremento en su tiempo de localización. Concordantemente, la distancia de recesión por Mpc se incrementaría y el número de prolongación de Mpc la circunferencia del universo también se incrementaría. Sin embargo, el incremento en tiempo requerido para los ciclos de PdC subsiguientes compensaría el creciente  $H_0$  tomando un tiempo mas largo para expansión y permitiendo una velocidad de recesión manteniéndose igual a  $c$ .



*Fig.5: Recesión cuántica-estructurada. La figura muestra racimo de galaxias CfA (cortesía José Hernández <http://astronomía.net/cosmología/galaxias.htm> ). El modelo E.S.T.I.R.E. (STRETCH) predice la expansión del CMB vacío por su multiplicación del quanta constituido y alargamiento del locus, respondiendo a la relación  $r\gamma/t\gamma_{loc} = c$ , velocidad de la luz. Esta última configura un continuo y uniforme estrechamiento del espacio-tiempo a través de los ciclos de división de fotones por PdC, incrementando el radio del universo ( $r_U$ ) y el tiempo del universo ( $t_U$ ), multiplicando por 2.52, y el volumen por un factor 16 por cada ciclo PdC. Los fotones CMB formados recientemente como resultado de su emerger uniforme, incrementaría los huecos galácticos a una mayor velocidad de recesión ( $\vec{v} = H_0 \times \vec{r}$ ) que para las distancias intergalácticas dentro de los racimos.*

Fig. 5: La formula muestra que un vacío galáctico de 50 Mpc de ancho se incrementaría por una velocidad de recesión 50 veces mayor que para una recesión intergaláctica para galaxias alejadas 1 Mpc.

Concordantemente, Fig.5 muestra que los huecos abarcan espacios más largos que a un nivel intergaláctico, los huecos permiten que emerjan una cantidad mayor de fotones que a espacios intergalácticos entre cúmulos. Por lo tanto, el estrechamiento de los huecos podría presionar galaxias cercanas hacia una mayor proximidad entre ellas. La gran densidad de galaxias observada, bordeando y cerrando los huecos, es observada como estructuras galácticas filamentosas y laminar.

Si  $r = r_U \therefore r_U [\text{Mpc}] \times H_0 = c$ . Por lo tanto,  $r_U = t_U \times c \therefore t_U \times H_0 = c \Rightarrow H_0 = 1 / t_U$ . Entonces,  $t_U$  se dimensiona por la estructura cuántica del CMB, restringiendo  $H_0$  al rol de ajustar la expansión al horizonte de causalidad  $c$ -dependiente.

## **Conclusiones**

Una simulación basada en la elongación de la longitud de onda por conversión paramétrica a la baja incrementando el número de fotones <sup>(10)</sup>, fue usada para graficar la evolución dimensional del universo como una función del decrecimiento de la frecuencia de la energía primordial. Además, contando el igual número entre la Era de radiación y de partícula hasta el presente, el número de fotones se incrementó sobre el de partículas alrededor de  $2^{31}$  (fig. 4).

La inter-conversión entre fotones de diferente  $\lambda$ , por la ocurrencia simultánea de eventos de PupC y de PdC <sup>(17)</sup>, es permitido porque ambos procesos son espontáneos, incluso cuando la dinámica de este equilibrio favorece la expansión cósmica y puede ser detectada como un ruido caótico y característico de las fluctuaciones de vacío.

CMB solo conserva 0.012% de la energía crítica inicial. Sin embargo fue asumido y usado como una corrección que, al final del periodo inflacionario <sup>(11)</sup>, la energía de la mayoría de los fotones primordiales ha sido convertida en materia oscura y ordinaria. Connes <sup>(19)</sup> postula la coexistencia geométrica entre un no-continuo y un continuo <sup>(20)</sup>. La simulación adaptó este concepto al de las estructuras termodinámicas coexistentes, en las cuales el no-continuo está constituido por materia oscura y ordinaria, y el continuo por la evolución del quanta de la radiación inicial y la energía oscura. Cuando se enunció la teoría relativista <sup>(15)</sup> <sup>(16)</sup>, CMB no había sido detectado, y por lo tanto, no pudo predecirse una dinámica de vacío quanta constituido, y un quanta dimensionando el espacio-tiempo, configurando la recesión galáctica.

La descripción de Einstein unificando el espacio, el tiempo y la energía como un continuo geométrico, podría reinterpretarse desde el análisis de los datos del CMB vacío implicando: la continua evolución de la estructura termodinámica cósmica del espacio-tiempo integrado cuánticamente.

Una hipótesis guía, siempre válida e iluminadora, cual leí del libro de Penrose <sup>21</sup>: "Lo fundamentalmente necesario, es un súbito cambio de perspectiva... algo que todos hemos pasado de largo". Por este consejo estoy agradecido.

## Referencias:

1. A. H. Guth, *Phys. Rev. D* **23**, 347 (1981).
2. A. H. Guth and S. Y. Pi, *Phys. Rev. Lett.* **49**, 1110 (1982).
3. A. H. Guth and P. J. Steinhardt, *Scientific American* **250**, 90 (1984).
4. A. H. Guth, *The Inflationary Universe: The Quest for a New Theory of Cosmic Origins* (1998) Publisher: Perseus Books; 1st edition (1998).
5. A. D. Linde, *Phys. Lett. B* **108**, 389 (1982).
6. A. D. Linde, *Phys. Lett. B* **129**, 177 (1983).
7. A. D. Linde, *Phys. Lett. B* **175**, 395 (1986).
8. A. D. Linde, *Scientific American*, November (1994).
9. A. D. Linde, Inflation, quantum cosmology and the anthropoid principle. arXiv:hep-th/0211048 (2002).
10. Smoot, G. and Scott, D., Cosmic Background Radiation, in Hagiwara, K. et al., *Physical Review D* **66**, 010001-1, 2002.
11. Bennun, A., The General Science Journal, A model dimensioning the space-time by Parametric Down Conversion, Sep. 05, 2007.
12. Bennun, A. The General Science Journal, Changes in Space-Time Configuration of CMB for a Role in Vacuum Fluctuations, Sep. 13, 2007.
13. Bennun, A. CMB and the Casimir effect, The General Science Journal, on line December 12<sup>th</sup> 2007.
14. Prigogine, I, *El Nacimiento del Tiempo*, Tusquets Editores, Buenos Aires (2006)
15. A. Einstein, *The Meaning of Relativity*, Princeton University Press, Princeton (1988).
16. Rindler, W., *Relativity special, general and cosmological*, Oxford University Press, (2001)
17. M. Torres Cisneros, J.W. Haus, P. Powers, P.Bojja, M. Scalora, M.J. Bloemer, N. Akozbek, L.A. Anguilera Cortes, R. Guzmán Cabrera, R.Castro Sánchez, M.A. Meneases Nava, J.A. Andrade Lucio y J.J. Sánchez Mondragon. *Conversion Parametrica en un Cristal fotónico no-lineal*. Revista Mexicana de Física **51**,pp 258-264 (2005).
18. Y.-S. Lee, T. Meade, M. DeCamp, T. B. Norris, y A. Galvanauskas, "Generation of Narrow-Band Terahertz Radiation via Optical Rectification in Periodically Poled-Lithium Niobate, *Applied Physics Letter*, 76, pp. 2505 (2000)
19. A. Connes and M. Marcolli, *International Math. Research Notices* **76**, 4073 (2004).
20. Dudley J. M., Genty G., Cohen S., "Supercontinuum Generation in Photonic Crystal Fiber", in *Review of Modern Physics*, Vol. 78, No 11, pages 1135-1184, October 4, 2006
21. R. Penrose, "The Road to Reality", publisher Jonathan Cape, London 2004. Spanish edition " El Camino a la Realidad", graficas Monte Albán, S.A. Mexico. pag. 1398

Dr. Alfredo Bennun. E-mail: [alfr9@hotmail.com](mailto:alfr9@hotmail.com)

Full Professor Graduate School of Rutgers University (retired) \*

[www.alfredobennun.com.ar](http://www.alfredobennun.com.ar)

Godoy Cruz 3046-Torre 2-Piso 8° Polo-(1425)-Ciudad de Buenos Aires

Tel: 0054-11-4775-7286/ Fax: 0054-11-4779-0944

**Simulación 1**  
**Dimensionalidad de la estructura cuántica iniciando el universo inflacionario**

PdC n <sup>o</sup> cuántica	Tiempo del universo inflacionario [s]	Radio del universo inflacionario [cm]	fotón primordial $n_\gamma = 16^n$	Inyección de energía $E_T = E_p \times \sum_{n=0}^n 2^{4n}$ [MeV]	Número de fotones $n_\gamma = \sum_{n=0}^n 2^{3n+K}$	Volumen del universo inflacionario [cm <sup>3</sup> ]
0*	5.39E-44*	1.616E-33	1	1.22E+22	1.07E+15	1.77E-98
1*	6.56E-44	4.180E-33	16	2.08E+23	9.60E+15	3.06E-97
2*	7.99E-44	1.081E-32	256	3.33E+24	7.78E+16	5.29E-96
3*	9.73E-44	2.796E-32	4096	5.33E+25	6.24E+17	9.16E-95
4*	1.18E-43	7.233E-32	6.6E+04	8.54E+26	4.99E+18	1.58E-93
5*	1.44E-43	1.871E-31	1.0E+06	1.37E+28	3.99E+19	2.74E-92
6*	1.76E-43	4.839E-31	1.7E+07	2.19E+29	3.19E+20	4.75E-91
7*	2.14E-43	1.252E-30	2.7E+08	3.50E+30	2.56E+21	8.21E-90
8*	2.60E-43	3.237E-30	4.3E+09	5.59E+31	2.04E+22	1.42E-88
9*	3.17E-43	8.373E-30	6.9E+10	8.95E+32	1.64E+23	2.46E-87
10*	3.86E-43	2.166E-29	1.1E+12	1.43E+34	1.31E+24	4.25E-86
11*	4.70E-43	5.601E-29	1.8E+13	2.29E+35	1.05E+25	7.36E-85
12*	5.72E-43	1.449E-28	2.8E+14	3.67E+36	8.37E+25	1.27E-83
13*	6.97E-43	3.747E-28	4.5E+15	5.87E+37	6.70E+26	2.20E-82
14*	8.49E-43	9.692E-28	7.2E+16	9.38E+38	5.36E+27	3.81E-81
15*	1.03E-42	2.507E-27	1.2E+18	1.50E+40	4.29E+28	6.60E-80
16*	1.26E-42	6.484E-27	1.8E+19	2.40E+41	3.43E+29	1.14E-78
17*	1.53E-42	1.677E-26	3.0E+20	3.84E+42	2.74E+30	1.98E-77
18*	1.87E-42	4.338E-26	4.7E+21	6.15E+43	2.20E+31	3.42E-76
19*	2.27E-42	1.122E-25	7.6E+22	9.84E+44	1.76E+32	5.92E-75
20*	2.76E-42	2.902E-25	1.2E+24	1.57E+46	1.40E+33	1.02E-73
21*	3.37E-42	7.506E-25	1.9E+25	2.52E+47	1.12E+34	1.77E-72
22*	4.10E-42	1.941E-24	3.1E+26	4.03E+48	8.99E+34	3.07E-71
23*	4.99E-42	5.022E-24	5.0E+27	6.45E+49	7.19E+35	5.30E-70
24*	6.08E-42	1.299E-23	7.9E+28	1.03E+51	5.75E+36	9.18E-69
25*	7.40E-42	3.359E-23	1.3E+30	1.65E+52	4.60E+37	1.59E-67
26*	9.01E-42	8.689E-23	2.0E+31	2.64E+53	3.68E+38	2.75E-66
27*	1.10E-41	2.247E-22	3.2E+32	4.23E+54	2.95E+39	4.76E-65
28*	1.34E-41	5.813E-22	5.2E+33	6.76E+55	2.36E+40	8.23E-64
29*	1.63E-41	1.504E-21	8.3E+34	1.08E+57	1.89E+41	1.42E-62
30*	1.98E-41	3.889E-21	1.3E+36	1.73E+58	1.51E+42	2.46E-61
31*	2.41E-41	1.006E-20	2.1E+37	2.77E+59	1.21E+43	4.26E-60
32*	2.94E-41	2.602E-20	3.4E+38	4.43E+60	9.65E+43	7.38E-59
33*	3.57E-41	6.729E-20	5.4E+39	7.09E+61	7.72E+44	1.28E-57
34*	4.35E-41	1.741E-19	8.7E+40	1.13E+63	6.18E+45	2.21E-56
35*	5.30E-41	4.502E-19	1.4E+42	1.82E+64	4.94E+46	3.82E-55
36*	6.45E-41	1.164E-18	2.2E+43	2.90E+65	3.95E+47	6.61E-54
37*	7.86E-41	3.012E-18	3.6E+44	4.65E+66	3.16E+48	1.14E-52
38*	9.57E-41	7.790E-18	5.7E+45	7.44E+67	2.53E+49	1.98E-51
39*	1.16E-40	2.015E-17	9.1E+46	1.19E+69	2.02E+50	3.43E-50
40*	1.42E-40	5.212E-17	1.5E+48	1.90E+70	1.62E+51	5.93E-49
41*	1.73E-40	1.348E-16	2.3E+49	3.05E+71	1.30E+52	1.03E-47
42*	2.10E-40	3.487E-16	3.7E+50	4.87E+72	1.04E+53	1.78E-46
43*	2.56E-40	9.018E-16	6.0E+51	7.80E+73	8.29E+53	3.07E-45
44*	3.12E-40	2.332E-15	9.6E+52	1.25E+75	6.63E+54	5.32E-44
45*	3.80E-40	6.033E-15	1.5E+54	2.00E+76	5.31E+55	9.20E-43
46*	4.62E-40	1.560E-14	2.5E+55	3.19E+77	4.25E+56	1.59E-41
47*	5.63E-40	4.036E-14	3.9E+56	5.11E+78	3.40E+57	2.75E-40
48*	6.85E-40	1.044E-13	6.3E+57	8.18E+79	2.72E+58	4.77E-39
49*	8.34E-40	2.700E-13	1.0E+59	1.31E+81	2.17E+59	8.25E-38
<b>9.9214*</b>	<b>1.00E-39</b>	<b>6.481E-13</b>	<b>1.3E+60</b>	<b>1.709E+82</b>	<b>1.51E+60</b>	<b>1.14E-36</b>
50*	1.02E-39	6.984E-13		3.671E+82	3.03E+60	1.43E-36

✓ “E” indica exponencial en base 10<sup>x</sup>

✓ \*Indica nivel de dimensión cuántica.

## Simulación 2 Dimensionalidad subsecuente del universo

	<b>Tiempo del universo</b> $r_U / t_U = c$ $t_U$ [s]	<b>Radio del universo</b> $U_r$ $r_U = [V_U \times 3/4\pi]^{1/3}$ [cm]	<b>Emisión media de cuerpo negro Paquetes de energía</b> $[E_\gamma = E\lambda]$ $E_\gamma = E_{pp} \times (1/2)^n$ [MeV] n actual = 105	<b>Longitud de onda Compton</b> $[\gamma = \lambda c = \lambda/2\pi]$ $r_\gamma = c \times h/2\pi E_\gamma$ [cm]	<b>Número de fotones</b> [ $n_\gamma$ ] $n_\gamma = \text{initial} \times (2)^n$ [photons]	<b>Volumen del universo</b> $V_U$ $V_U = V_{\lambda_c} \times n_\gamma$ [cm <sup>3</sup> ]
0	<b>1.00E-39</b>	<b>6.48E-13</b>	<b>3.493E+21</b>	<b>5.650E-33</b>	1.51E+60	1.14E-36
<b>Fin de inflación e inicio de expansión: caracterizada por <math>r_U / t_U = c</math></b>						
0 - 1	2.16E-33	6.48E-13	3.4928E+21	5.650E-33	1.51E+60	1.14E-36
1	3.29E-23	1.63E-12	1.746E+21	1.130E-32	3.02E+60	1.82E-35
2	1.37E-22	4.12E-12	8.732E+20	2.260E-32	6.04E+60	2.92E-34
3	3.46E-22	1.04E-11	4.366E+20	4.520E-32	1.21E+61	4.67E-33
4	8.72E-22	2.61E-11	2.183E+20	9.039E-32	2.42E+61	7.47E-32
5	2.20E-21	6.58E-11	1.091E+20	1.808E-31	4.83E+61	1.20E-30
6	5.53E-21	1.66E-10	5.457E+19	3.616E-31	9.66E+61	1.91E-29
7	1.39E-20	4.18E-10	2.729E+19	7.232E-31	1.93E+62	3.06E-28
8	3.51E-20	1.05E-09	1.364E+19	1.446E-30	3.87E+62	4.90E-27
9	8.86E-20	2.65E-09	6.822E+18	2.893E-30	7.73E+62	7.84E-26
10	2.23E-19	6.69E-09	3.411E+18	5.785E-30	1.55E+63	1.25E-24
11	5.62E-19	1.69E-08	1.705E+18	1.157E-29	3.09E+63	2.01E-23
12	1.42E-18	4.25E-08	8.527E+17	2.314E-29	6.18E+63	3.21E-22
13	3.57E-18	1.07E-07	4.264E+17	4.628E-29	1.24E+64	5.14E-21
14	9.00E-18	2.70E-07	2.132E+17	9.256E-29	2.47E+64	8.22E-20
15	2.27E-17	6.80E-07	1.066E+17	1.851E-28	4.95E+64	1.31E-18
16	5.71E-17	1.71E-06	5.330E+16	3.703E-28	9.89E+64	2.10E-17
17	1.44E-16	4.32E-06	2.665E+16	7.405E-28	1.98E+65	3.37E-16
18	3.63E-16	1.09E-05	1.332E+16	1.481E-27	3.96E+65	5.39E-15
19	9.14E-16	2.74E-05	6.662E+15	2.962E-27	7.92E+65	8.62E-14
20	2.30E-15	6.90E-05	3.331E+15	5.924E-27	1.58E+66	1.38E-12
21	5.80E-15	1.74E-04	1.665E+15	1.185E-26	3.17E+66	2.21E-11
22	1.46E-14	4.38E-04	8.327E+14	2.370E-26	6.33E+66	3.53E-10
23	3.68E-14	1.10E-03	4.164E+14	4.739E-26	1.27E+67	5.65E-09
24	9.29E-14	2.78E-03	2.082E+14	9.478E-26	2.53E+67	9.04E-08
25	2.34E-13	7.01E-03	1.041E+14	1.896E-25	5.07E+67	1.45E-06
26	5.90E-13	1.77E-02	5.205E+13	3.791E-25	1.01E+68	2.31E-05
27	1.49E-12	4.45E-02	2.602E+13	7.583E-25	2.03E+68	3.70E-04
28	3.74E-12	1.12E-01	1.301E+13	1.517E-24	4.05E+68	5.92E-03
29	9.43E-12	2.83E-01	6.506E+12	3.033E-24	8.11E+68	9.47E-02
30	2.38E-11	7.13E-01	3.253E+12	6.066E-24	1.62E+69	1.52E+00
31	5.99E-11	1.80E+00	1.626E+12	1.213E-23	3.24E+69	2.43E+01
31-32	<b>1.33E-10</b>	<b>4.00E+00</b>		<b>1.80E-23</b>	<b>4.00E+69</b>	<b>2.68E+02</b>
32	1.51E-10	4.52E+00	8.132E+11	2.426E-23	6.48E+69	3.88E+02
33	3.80E-10	1.14E+01	4.066E+11	4.853E-23	1.30E+70	6.21E+03
34	9.58E-10	2.87E+01	2.033E+11	9.706E-23	2.59E+70	9.93E+04
35	2.41E-09	7.24E+01	1.017E+11	1.941E-22	5.19E+70	1.59E+06
36	6.09E-09	1.82E+02	5.083E+10	3.882E-22	1.04E+71	2.54E+07
37	1.53E-08	4.60E+02	2.541E+10	7.765E-22	2.08E+71	4.07E+08
38	3.86E-08	1.16E+03	1.271E+10	1.553E-21	4.15E+71	6.51E+09
39	9.74E-08	2.92E+03	6.353E+09	3.106E-21	8.30E+71	1.04E+11
40	2.45E-07	7.36E+03	3.177E+09	6.212E-21	1.66E+72	1.67E+12
41	6.18E-07	1.85E+04	1.588E+09	1.242E-20	3.32E+72	2.67E+13
42	1.56E-06	4.67E+04	7.942E+08	2.485E-20	6.64E+72	4.27E+14
43	3.93E-06	1.18E+05	3.971E+08	4.969E-20	1.33E+73	6.83E+15
44	9.89E-06	2.97E+05	1.985E+08	9.939E-20	2.66E+73	1.09E+17
45	2.49E-05	7.47E+05	9.927E+07	1.988E-19	5.31E+73	1.75E+18
46	6.28E-05	1.88E+06	4.964E+07	3.976E-19	1.06E+74	2.80E+19
47	1.58E-04	4.74E+06	2.482E+07	7.951E-19	2.12E+74	4.47E+20
48	3.99E-04	1.20E+07	1.241E+07	1.590E-18	4.25E+74	7.16E+21
49	1.00E-03	3.01E+07	6.204E+06	3.180E-18	8.50E+74	1.15E+23
50	2.53E-03	7.59E+07	3.102E+06	6.361E-18	1.70E+75	1.83E+24
51	6.38E-03	1.91E+08	1.551E+06	1.272E-17	3.40E+75	2.93E+25

52	1.61E-02	4.82E+08	7.755E+05	2.544E-17	6.80E+75	4.69E+26
53	4.05E-02	1.21E+09	3.878E+05	5.089E-17	1.36E+76	7.51E+27
54	1.02E-01	3.06E+09	1.939E+05	1.018E-16	2.72E+76	1.20E+29
	<b>Tiempo del universo</b>	<b>Radio del universo</b>	<b>Emisión media de cuerpo negro Paquetes de energía</b>	<b>Longitud de onda Compton</b>	<b>Número de fotones</b>	<b>Volumen del universo</b>
	$r_U / t_U = c$		$[E_\gamma = E_\lambda]$	$[\gamma = \lambda c = \lambda / 2\pi]$	$[n_\gamma]$	$V_U$
	$tu$	$r_U = [V_U \times 3/4\pi]^{1/3}$	$E_\gamma = E_{p_i} \times (1/2)^n$	$r_\gamma = c \times h / 2\pi E_\gamma$	$n_\gamma = \text{initial} \times (2)^n$	$V_U = V_{\lambda_c} \times n_\gamma$
	[s]	[cm]	[MeV]	[cm]	[photons]	[cm <sup>3</sup> ]
			n actual = 105			
55	2.57E-01	7.71E+09	9.694E+04	2.035E-16	5.44E+76	1.92E+30
56	?	<b>Pasos subsecuentes (56-68)</b> <b>Involucra formación de materia desde el incremento de <math>n_\gamma</math> Asumiendo que Desde el original 1.7E+82 MeV Se mantiene 2.087E+78 MeV Como CMB Solo el 0.012%</b>	4.847E+04	4.071E-16	?	?
57	?		2.424E+04	8.142E-16	?	?
58	?		1.212E+04	1.628E-15	?	?
59	?		6.059E+03	3.257E-15	?	?
60	?		3.029E+03	6.514E-15	?	?
61	?		1.515E+03	1.303E-14	?	?
62	?		7.574E+02	2.605E-14	?	?
63	?		3.787E+02	5.211E-14	?	?
64	?		1.893E+02	1.042E-13	?	?
65	?		9.467E+01	2.084E-13	?	?
66	?		4.734E+01	4.169E-13	?	?
67	?		2.367E+01	8.337E-13	?	?
68	?		1.183E+01	1.667E-12	?	?
69	5.31E+03	1.59E+14	5.917E+00	3.335E-12	1.088E+77	1.69E+43
70	1.34E+04	4.01E+14	2.958E+00	6.670E-12	2.176E+77	2.70E+44
71	3.37E+04	1.01E+15	1.479E+00	1.334E-11	4.352E+77	4.33E+45
72	8.50E+04	2.55E+15	7.396E-01	2.668E-11	8.703E+77	6.92E+46
73	2.14E+05	6.42E+15	3.698E-01	5.336E-11	1.741E+78	1.11E+48
74	5.40E+05	1.62E+16	1.849E-01	1.067E-10	3.481E+78	1.77E+49
75	1.36E+06	4.08E+16	9.245E-02	2.134E-10	6.963E+78	2.84E+50
76	3.43E+06	1.03E+17	4.623E-02	4.269E-10	1.393E+79	4.54E+51
			<b>igual número de fotones y bariones: <math>n_\gamma = n_B</math></b>		<b>1.9E+79</b>	
77	8.63E+06	2.59E+17	2.311E-02	8.537E-10	2.785E+79	7.26E+52
78	2.18E+07	6.52E+17	1.156E-02	1.707E-09	5.570E+79	1.16E+54
79	5.48E+07	1.64E+18	5.778E-03	3.415E-09	1.114E+80	1.86E+55
80	1.38E+08	4.14E+18	2.889E-03	6.830E-09	2.228E+80	2.97E+56
81	3.48E+08	1.04E+19	1.445E-03	1.366E-08	4.456E+80	4.76E+57
82	8.77E+08	2.63E+19	7.223E-04	2.732E-08	8.912E+80	7.61E+58
83	2.21E+09	6.62E+19	3.611E-04	5.464E-08	1.782E+81	1.22E+60
84	5.57E+09	1.67E+20	1.806E-04	1.093E-07	3.565E+81	1.95E+61
85	1.40E+10	4.21E+20	9.029E-05	2.186E-07	7.130E+81	3.12E+62
86	3.54E+10	1.06E+21	4.514E-05	4.371E-07	1.426E+82	4.99E+63
87	8.91E+10	2.67E+21	2.257E-05	8.742E-07	2.852E+82	7.98E+64
88	2.25E+11	6.73E+21	1.129E-05	1.748E-06	5.704E+82	1.28E+66
89	5.66E+11	1.70E+22	5.643E-06	3.497E-06	1.141E+83	2.04E+67
90	1.43E+12	4.27E+22	2.821E-06	6.994E-06	2.282E+83	3.27E+68
91	3.59E+12	1.08E+23	1.411E-06	1.399E-05	4.563E+83	5.23E+69
92	9.05E+12	2.71E+23	7.054E-07	2.798E-05	9.126E+83	8.37E+70
93	2.28E+13	6.84E+23	3.527E-07	5.595E-05	1.825E+84	1.34E+72
	<b>1.19E+13*</b>	<b>Frontera de última dispersión, 3000 K=2.58E-07 MeV</b>				
94	3.92E+13	1.18E+24	2.585E-07	7.634E-05	1.846E+84	6.80E+72
95	5.30E+13	1.59E+24	2.409E-07	8.190E-05	3.691E+84	1.68E+73
96	1.34E+14	4.00E+24	1.205E-07	1.638E-04	7.383E+84	2.69E+74
97	3.36E+14	1.01E+25	6.024E-08	3.276E-04	1.476E+85	4.30E+75
98	8.48E+14	2.54E+25	3.012E-08	6.552E-04	2.953E+85	6.88E+76
99	2.14E+15	6.41E+25	1.506E-08	1.310E-03	5.906E+85	1.10E+78
100	5.38E+15	1.61E+26	7.530E-09	2.621E-03	1.181E+86	1.76E+79
101	1.36E+16	4.07E+26	3.765E-09	5.241E-03	2.362E+86	2.82E+80
102	3.42E+16	1.02E+27	1.882E-09	1.048E-02	4.725E+86	4.51E+81
103	8.61E+16	2.58E+27	9.412E-10	2.097E-02	9.450E+86	7.21E+82
104	2.17E+17	6.51E+27	4.706E-10	4.193E-02	1.890E+87	1.15E+84
105	<b>4.33E+17</b>	<b>1.30E+28</b>	<b>2.353E-10</b>	<b>8.38E-02</b>	<b>3.780E+87</b>	<b>9.34E+84</b>

\*379000 años luz.

\*\* Presente.

**Los cálculos para la emisión de energía media del espectro de cuerpo negro fueron realizados de acuerdo a:**

P es la cantidad de energía MeV a través de 1 cm<sup>3</sup> en vacío por segundo y se relaciona con  $\lambda$ :

$$P = \frac{2\pi c^2 h}{\lambda^5} \times \frac{1}{e^{hc/\lambda kT} - 1} \left[ \frac{\text{MeV}}{\text{cm}^3 \times \text{s}} \right]$$

k = constante de Stefan-Boltzman =  $8.616 \times 10^{-11}$  MeV/K

T = temperatura = 2.725 K