

# Emisión-absorción de energía Cuántica-relativista

Alfredo Bennun\* & Néstor Ledesma\*\*

## Abstract

En el horizonte primordial, Era inflacionaria, emerge en primera instancia una partícula Planck, de dimensión inicial de *mini*-agujero negro, insuflando el espacio-tiempo en  $5 \times 10^{-44}$  segundos. Por emisión de radiación de cuerpo negro, aumenta sucesivamente el número de fotones y la longitud de onda, sin exceder la velocidad de la luz  $c$ . El resto de partículas Planck que van completando la energía total del universo, siguen la misma pauta de comportamiento. El trabajo conjunto y cooperativo de estos estira el espacio en forma exponencial sin violar  $c$ . Por lo tanto, los valores Planck tienen el rol delimitante de iniciar la cronología de sucesos.

Un agujero negro irradia fotones con una temperatura que es inversamente proporcional a su masa. Para describir el proceso de *emisión* de energía se inició el estudio del proceso inverso: *absorción de energía*. A partir de la fórmula de Einstein se valora el incremento de masa inercial de una partícula, de momento  $p$ , por medio del incremento de energía cinética:  $E_c = p \times c$ . Se considera que una partícula de masa  $m$  tiene límite máximo de absorción de energía cuando alcanza la energía Planck:  $E_T = \sqrt{p^2 c^2 + m^2 c^4} = \gamma \times m c^2 \leq E_{pl}$ .

En esta conceptualización, se puede diferenciar un proceso continuo de uno cuántico, aplicando el coeficiente de dilatación  $\gamma$  en términos de la función de onda  $\Psi$  de una partícula en una caja de Schrödinger (caja-S). La partícula incluida en la caja-S, simula aumento de masa inercial, o aumento de energía cinética, mediante la disminución del ancho de la caja "a", generando una función de onda que colapsa cuando la velocidad de la partícula ( $v$ ) se acerca a  $c$ , o cuando alcanza la masa Planck.

La normalización de la función de onda, mediante la determinación de la densidad de probabilidad, muestra que los valores de expectación tienen sentido físico solamente para valores enteros del parámetro  $\gamma$ . *Cuantificándolo, se logra conciliar la Función de onda y su Densidad de probabilidad cuántica con La Relatividad Restringida*. Esto, implica que la absorción está cuantizada y el incremento de masa inercial  $\gamma \times m$ , se puede evaluar como cuántico y el parámetro de dilatación queda restringido para no ser infinito.

Así, la termodinámica del *locus* de energía, permite que la partícula Planck se comporte como generador de un espectro de emisión de cuerpo negro, desde el inicio mismo del tiempo. Estas conjeturas permiten contribuir al desarrollo de una hipótesis Relativista-Cuántica unitaria, porque emisión y absorción de energía aparecen naturalmente cuantificadas.

La secuencia que se aprecia en la imagen de la proyección topográfica de la función de onda unidireccional, sugiere una estructura *quasi*-Fractal. Esta, en la dirección de absorción, manifiesta niveles de energía cada vez mayores con mayor curvatura restringiendo el espacio de localización, hasta que se dimensiona hasta el límite Planck.

La secuencia inversa, o emisión, caracteriza una correlación proporcional entre masa relativista y curvatura del espacio. La evolución de este potencial energético en emisión incrementando entropía por aumento del área. Este efecto, lleva a decrecer la curvatura de la partícula, lo cual se revela por la tendencia de las líneas de fuerza de su contorno, a hacerse paralelas.

Por extrapolación y suponiendo que recesión permite evaluar la inmediatez de las partículas, entonces la caja-S dimensionando el locus local de energía, también podría afectar al conjunto de partícula y el espaciotiempo en el que están inmersas. Es decir, el universo mismo, respondiendo al aumento de entropía con una expansión plana.

## Introducción

La caja-S, relaciona las paredes coulombicas con la generación de un locus de resonancia. Esta conceptualización, permite asignar valores oscilatorios a la densidad de probabilidad. Así, también como describir una función de onda como fluctuaciones en los valores de densidad energética en relación con su locus, ya sea cuando se propaga como onda ( $\lambda$ ) o en su confinamiento como partícula (equivalencia con su radio:  $r = \lambda/2\pi$ ) dentro del espaciotiempo. <sup>(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)</sup>

Los valores obtenidos muestran paralelismo entre las propiedades oscilatorias de probabilidad y frecuencia ( $\nu$ ). Esta última, está restringida en el espaciotiempo:  $c/\lambda = \nu$ , relación que puede ser aplicada a la evolución cósmica como una función de densidad de probabilidad  $P(x)$ .

### Parametrización de masa Relativista en función del Límite Planck

La fórmula  $E_T = \sqrt{p^2 c^2 + m^2 c^4} = \gamma \times m c^2$  <sup>(6, 7, 8)</sup> describe la absorción de energía cinética  $p \times c$ , con momento lineal  $p$ , en forma de masa inercial  $\gamma \times m$ , donde: el coeficiente de dilatación es  $\gamma = (1 - v^2/c^2)^{-1/2}$ ,  $v$  es la velocidad de la partícula y  $c$  la velocidad de la luz. Matemáticamente si  $v$  se acerca al valor de  $c$ , esto genera que  $\gamma$  tienda a infinito.

Sin embargo, si se adopta el concepto de que la absorción de energía cinética, en forma de masa inercial, tiene un límite teórico que es la energía Planck  $E_{Pl} = \sqrt{\hbar c^5 / G}$  <sup>(9)</sup>, implica que  $E_{Pl} = E_T$ . Tanto la Relatividad como la Mecánica Cuántica aceptan un *límite superior de energía para una partícula*, que no permite que  $v$  pueda alcanzar a  $c$ . Si este se constituye como límite Planck, entonces se puede evaluar la evolución termodinámica de una partícula.

## Resultados

Reemplazando en la fórmula de Einstein la energía total  $E_T$  por la de Planck, se obtiene la siguiente expresión:

$$\boxed{\sqrt{\frac{\hbar c^5}{G}} = \sqrt{(m v)^2 c^2 + (m)^2 c^4} = \gamma \times m c^2} \quad [1]$$

El límite impuesto a la fórmula no contradice la interpretación Relativista sobre el aumento de masa inercial y el acortamiento de la longitud de la partícula en la dirección de su movimiento (6, 7, 8).

Pero, si la transferencia de energía no afecta sólo una dimensión, podría implicar un cambio de frecuencia angular dada por la expresión  $E_{pl} = \omega \times \hbar$ , por lo tanto, en un acortamiento del radio (8, 10, 11). Este efecto se evidencia en el electrón, experimentalmente se muestra como una partícula en rotación. Su aplicación en microscopia electrónica permite aumentar resolución por contracción del diámetro de la partícula.

### Incorporación de masa en función de la dualidad onda-partícula

En términos de la hipótesis de De Broglie (12) toda masa  $m$ , tiene asociada una longitud de onda  $\lambda$ , mediante la ecuación  $m v = 2\pi\hbar/\lambda$   $\vee$   $m v = h/\lambda$ . Siguiendo con el razonamiento propuesto al inicio, surge consecuentemente la idea de introducir esta relación en la expresión [1].

#### 1<sup>ra</sup> Evaluación

$$\sqrt{\frac{\hbar c^5}{G}} = \sqrt{(m v)^2 c^2 + (m)^2 c^4} = \gamma \times m c^2 \Rightarrow \sqrt{\frac{\hbar c^5}{G}} = m c \sqrt{v^2 + c^2}$$

$$\sqrt{\frac{\hbar c^5}{G}} = \frac{2\pi\hbar c}{\lambda} \frac{\sqrt{v^2 + c^2}}{v} \text{ Despejando } v \text{ se obtiene } \boxed{v = \frac{2\pi c \sqrt{G\hbar}}{\sqrt{c^3 \lambda^2 - 4\pi^2 G\hbar}}}$$

Se observa que se debe cumplir la siguiente condición

$$c^3 \lambda^2 - 4\pi^2 G\hbar > 0 \therefore \lambda > 2\pi \sqrt{\frac{G\hbar}{c^3}}$$

$$\boxed{\lambda > 2\pi \times l_{pl}}$$

Esto indica la relación entre el diámetro de la partícula y la longitud de onda correspondiente.

#### 2<sup>da</sup> Evaluación

$$E_{pl} = \sqrt{(m v)^2 c^2 + (m)^2 c^4} = \gamma \times m c^2$$

$$E_{pl} = m c \sqrt{v^2 + c^2}$$

$$E_{pl} = \frac{hc}{\lambda} \frac{\sqrt{v^2 + c^2}}{v} \text{ Donde } \boxed{v = \frac{hc^2}{\sqrt{E_{pl}^2 \lambda^2 - c^2 h^2}}}$$

Debe cumplir lo siguiente:  $E^2\lambda^2 - c^2h^2 > 0 \therefore \lambda > \frac{ch}{E_{Pl}}$

Numéricamente  $\lambda > \frac{2.9979 \times 10^{10} \text{ cm/s} \times 4.1357 \times 10^{-21} \text{ MeV.s}}{1.221 \times 10^{22} \text{ MeV}} \Rightarrow$

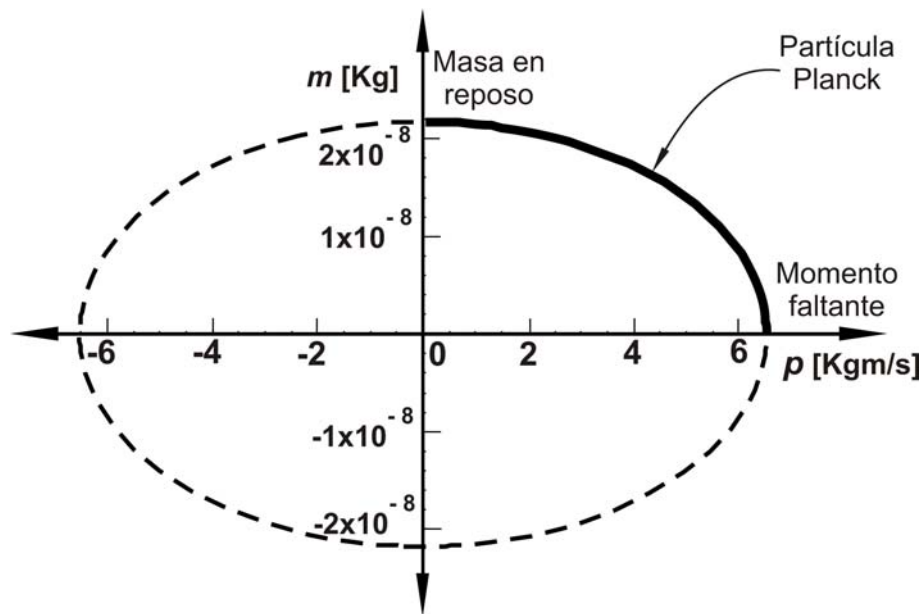
$\lambda > 1.015 \times 10^{-32} \text{ cm}$

**Relación entre el momento lineal y masa en reposo**

$$\sqrt{\frac{\hbar c^5}{G}} = \sqrt{p^2 c^2 + m^2 c^4} = \gamma \times m c^2 \Rightarrow \frac{\hbar c^5}{G} = p^2 c^2 + m^2 c^4 = \gamma^2 \times m^2 c^4 \Rightarrow$$

$$1 = \frac{p^2 c^2 G}{\hbar c^5} + \frac{m^2 c^4 G}{\hbar c^5} = \frac{\gamma^2 \times m^2 c^4 G}{\hbar c^5} \Rightarrow 1 = \frac{p^2}{p_{Pl}^2} + \frac{m^2}{m_{Pl}^2} = \gamma^2 \frac{m^2}{m_{Pl}^2} \Rightarrow 1 = \frac{p^2}{p_{Pl}^2} + \frac{E^2}{E_{Pl}^2} = \gamma^2 \frac{m^2}{m_{Pl}^2}$$

$p_{Pl} = m_{Pl} \times c \Rightarrow p_{Pl} = 2.17645 \times 10^{-8} \text{ Kg} \times 2.9979258 \text{ m/s} \quad p_{Pl} = 6.525 \text{ Kg} \times \text{m/s}$



**Figura 1: Relación entre masa y momento.** En el eje de ordenadas, para cada valor de masa en reposo de una partícula, le corresponde un valor de momento faltante, sobre el eje de abscisas, para dimensionarse como una partícula Planck, con momento:  $p_{Pl} = m_{Pl} \times c \Rightarrow p_{Pl} = 2.18 \times 10^{-8} \text{ Kg} \times c \therefore p_{Pl} = 6.525 \text{ Kg} \times \text{m/s}$ . Línea: **oscura**) valores físicos, **de trazo**) valores matemáticos

**Parametrización cuántica de la variación Relativista de masa mediante la caja de Shrödinger**

El tratamiento relativista se puede homologar al cuántico, asumiendo que la caja de Shrödinger, con un electrón dentro, responde al incremento de energía cinética. Por lo cual, al

aplicar una fuerza capaz de redimensionar la caja, también redimensiona al electrón. Así, la transformación de energía cinética debe cumplir con el aumento de masa y la contracción de la longitud, mediante el coeficiente de dilatación relativista  $\gamma$  <sup>(6)</sup>:  $m = \gamma \times m_0 \wedge l = \frac{l_0}{\gamma}$ .

Partiendo de esta concepción relativista, relacionamos cuánticamente espaciotiempo con la absorción de la energía debida al incremento de velocidad, mediante el parámetro de dilatación  $\gamma$ . Dentro de la caja la partícula tiene la energía cuantificada en niveles  $n$ , donde “ $a$ ” es la longitud de la caja:  $E_n = \frac{n^2 h^2}{8m a^2}$ . Supongamos que la longitud de la caja coincide con el diámetro de la

partícula  $\emptyset$ , entonces:  $E_n = \frac{n^2 \cdot h^2}{8m \cdot \emptyset^2}$ . Aplicando un trabajo en la dirección del eje que contiene el

ancho de la caja y consideraciones relativistas, se obtiene:  $E_n = \frac{n^2 h^2}{8(\gamma m_0) \left(\frac{\emptyset}{\gamma}\right)^2} \therefore E_n = \gamma \frac{n^2 h^2}{8m_0 \emptyset^2}$

Así, sometida a una aceleración  $a = dv/dt$  relaciona la energía final  $E_{n-f}$  e inicial  $E_{n-i}$  del siguiente modo:  $\frac{E_{n-f}}{E_{n-i}} = \gamma$ .

### Partícula en una caja: pozo de potencial $V(x)$ infinito

$$[1] V(x) = \begin{cases} \infty & \text{si } x < -a/2 \text{ ó } x > a/2 \\ 0 & \text{si } -a/2 < x < a/2 \end{cases}$$

La partícula no puede existir fuera del pozo, porque su energía cinética sería negativa:  $E_c = E - V$ .

### Aplicando la ecuación de Schrödinger

#### 1) Región externa al pozo

$$[2] \nabla^2 \psi + \frac{2m}{\hbar^2} (E - \infty) \psi = 0 \text{ cuya solución es la trivial } \psi = 0$$

#### 2) Región interna al pozo

$$[3] \frac{d^2 \psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} E \psi(x) = 0 \wedge -a/2 < x < a/2, \text{ haciendo } [4] k^2 = \frac{2mE}{\hbar^2} \Rightarrow \frac{d^2 \psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} E \psi(x) = 0$$

La solución es la expresión:  $\psi(x) = A \text{ sen}[kx] + B \text{ cos}[kx]$

Como el electrón queda definido dentro del intervalo  $-a/2 < x < a/2$  debe cumplir con las condiciones de contorno:  $\psi(-a/2) = 0 \wedge \psi(a/2) = 0$ . Por lo tanto, resulta  $B = 0$  y  $\psi(x) = A \text{ sen}[k \cdot a] = 0$ .

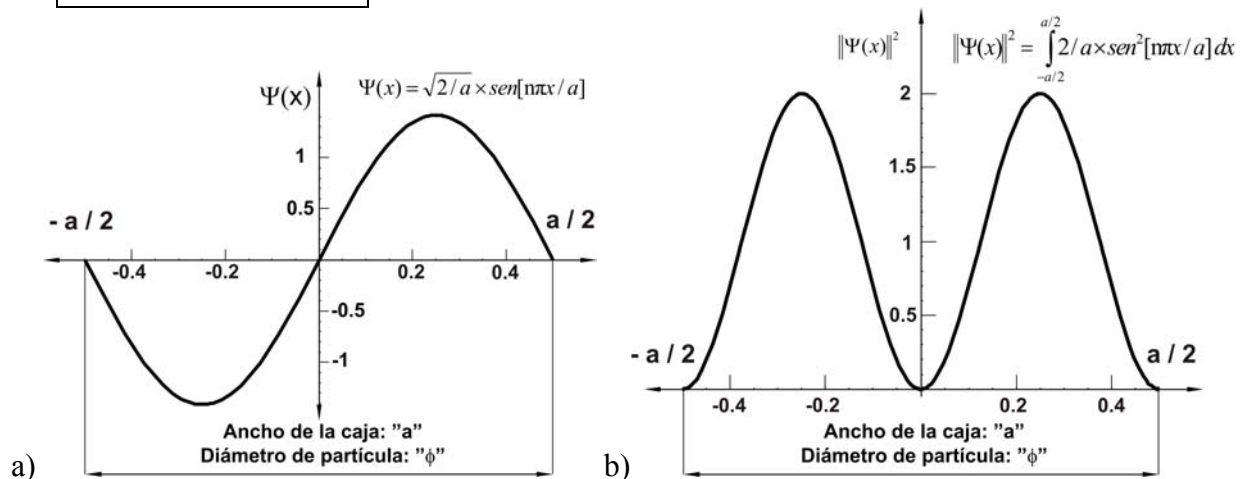
Como debe ser  $A \neq 0$ , entonces  $k \cdot a = n \cdot \pi$ , es decir: [5]  $k = \frac{n \pi}{a}$ .

De la expresión [4] se obtiene  $k^2 = \frac{n^2 \pi^2}{a^2} = \frac{2mE}{\hbar^2}$ , con  $n = 1, 2, 3 \dots$  el electrón no puede tener cualquier valor de energía [5]  $E = \frac{n^2 \pi^2 \hbar^2}{2ma^2} = \frac{n^2 \hbar^2}{8ma^2}$ .

La función de onda es  $\Psi_n(x, t) = A \text{sen}\left[\frac{n\pi}{a}x\right] e^{-i\frac{E}{\hbar}t}$  con  $-a/2 \leq x \leq a/2$  y  $\Psi_n(x, t) = 0$  en  $x < -a/2$  ó  $a/2 < x$ .

**Renormalización:** la ecuación de onda  $\int_{-a/2}^{a/2} \Psi_n^*(x, t) \Psi_n(x, t) dx = 1$ , resulta  $\int_{-a/2}^{a/2} A^2 \text{sen}^2\left(\frac{n\pi}{a}x\right) dx = 1$ , conociendo la relación  $\text{sen}^2\theta = \frac{1}{2}(1 - \cos 2\theta)$ , la solución es:  $\frac{a A^2}{2} = 1 \therefore A = \sqrt{\frac{2}{a}}$ . Reemplazando en [5] resulta  $\Psi_n(x, t) = \sqrt{\frac{2}{a}} \text{sen}\left[\frac{n\pi}{a}x\right] e^{-i\frac{E}{\hbar}t}$ . Imponiendo que sea independiente del tiempo:

$$[6] \quad \Psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \text{sen}\left[\frac{n\pi}{a}x\right]$$



**Figura 2: a) Función de onda de la partícula.** La ecuación de Schrödinger se aplica de manera que "a" represente el diámetro de la partícula entre  $-a/2$  y  $a/2$ , y amplitud normalizada  $\sqrt{2/a}$ . **b) Densidad de probabilidad asociada.** La densidad de probabilidad, para el total de energía  $E$  de la partícula, se valora entre  $-a/2$  y  $a/2$ , donde se observa que la distribución se concentra en la periferia.

Si consideramos al electrón contenido en una caja potencial infinita unidimensional, moviéndose a lo largo del intervalo de la caja  $-a/2 \leq x \leq a/2$ , se puede imaginar que la longitud  $a$  sea tan pequeña como se quiera hasta alcanzar al diámetro del electrón  $\phi_e$ . Lo que equivale decir que se introduce la energía equivalente a la del electrón en una caja, cuyo ancho corresponde a su propio diámetro.

$$\Psi_n(x, t) = \sqrt{\frac{2}{\phi_e}} \text{sen}\left[\frac{n\pi}{\phi_e}x\right]$$

## Función de onda y parámetro relativista

En la condición inicial [1], se puede suponer que “ $a$ ” varía conforme lo hace el parámetro  $\gamma$ , por la relación relativista  $a = \frac{a_0}{\gamma}$ . Reformulando mediante esta idea la condición [1] se obtiene:

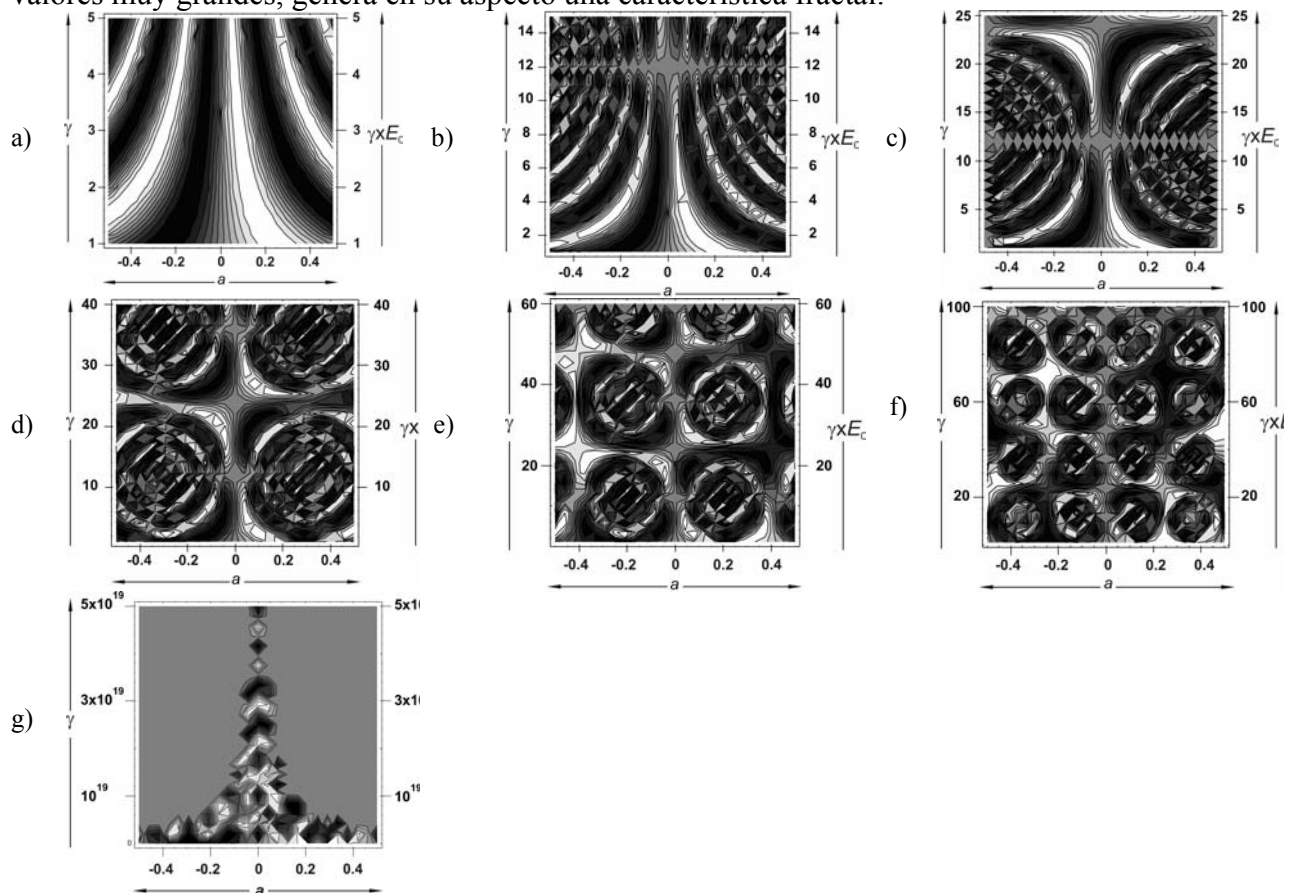
$$V(x) = \begin{cases} \infty & \text{si } x < 0 \text{ ó } x > \frac{a_0}{\gamma} \\ 0 & \text{si } 0 < x < \frac{a_0}{\gamma} \end{cases} \quad \text{Operando } V(x\gamma) = \begin{cases} \infty & \text{si } x < 0 \text{ ó } x\gamma > a_0 \\ 0 & \text{si } 0 < x\gamma < a_0 \end{cases}$$

Haciendo un cambio de variable  $x\gamma = u$ , se llega a la misma conclusión [6]:

$$\Psi_n(u, t) = \sqrt{\frac{2}{a}} \text{sen}\left[\frac{n\pi}{a}u\right] \text{ es decir: } \Psi_n(x\gamma, t) = \sqrt{\frac{2}{a_0}} \text{sen}\left[\frac{n\pi}{a_0}x\gamma\right]$$

La función de onda dependiente del parámetro  $x$  y  $\gamma$ , se la describe con  $n$  constante. Sin embargo, dicha función describe una evolución, como si el nivel de energía determinado por la frecuencia fuera cambiando, es decir, sin poder distinguir entre el valor de  $n$  y el de  $\gamma$  [figura 3.a)].

El parámetro  $\gamma = (1 - v^2/c^2)^{-1/2}$  es función de la velocidad del electrón en relación a  $c$ , lo que hace que su dominio matemático varíe  $1 < \gamma < \infty$ , pero no alcanza el valor infinito por la restricción que impone la energía límite Planck. La variación del parámetro  $\gamma$  desde 1 hasta valores muy grandes, genera en su aspecto una característica fractal.



**Figura 3. a), b), c), d), e), f), g). Secuencia de la proyección topográfica de la función de onda unidireccional.** Aplicando sobre el plano  $a \times \gamma$ , donde densidad está representada por zonas oscuras para los valles y las claras para las cimas de la onda. La energía ó la masa relativista  $E = \gamma \times E_0$  ó  $m = \gamma \times m_0$  es directamente proporcional al parámetro  $\gamma$ : a)  $m = 5 \times m_0$ ; b)  $m = 15 \times m_0$ ; c)  $m = 25 \times m_0$ ; d)  $m = 40 \times m_0$ ; e)  $m = 60 \times m_0$ ; f)  $m = 100 \times m_0$ ; g)  $m = 5 \times 10^{19} m_0$

La figura sugiere una continua reproducción a distinta escala de la imagen inicial, que se puede interpretar un como pseudo-fractal <sup>(13, 14)</sup>. El fractal tiene la característica de retroalimentarse, donde se puede conjeturar que la energía configura a la energía, como si se escalara una sucesión infinita de valores. El sustrato  $E_1$  da como producto  $E_2$ , suponiendo una función iterada para la energía  $E_2 = f(E_1)$  <sup>(10, 15)</sup>, para luego transformarse en sustrato de la siguiente fase, pero esta se interrumpe al llegar a la escala Planck <sup>(16,17,18,19,20)</sup>.

El sistema termodinámico, partícula y energía entrante, configuran un aumento en cascada de la energía dentro de la partícula, con aumento de entalpía y de entropía, que en teoría siempre reproduciría potenciales cuánticamente separados. Por analogía, se puede inferir que la energía está cuantificada, sin diferencia con los niveles atómicos, con orbital como energía potencial. El proceso de cuantificación, con retención de la configuración a menor escala, relaciona el incremento de la curvatura con el incremento de la masa inercial.

Por lo tanto, se observa que cuando la caja-S se contrae, hasta alcanzar los valores Planck <sup>(8, 9)</sup> del espaciotiempo, colapsa en un mini-agujero negro. En cual, se derrumban las leyes físicas y es posible asumir que desaparece la densidad de la probabilidad.

Esta vía hace que resulte, como muestra la caja-S Planck, una constante dependencia del proceso de cuantificación, relacionando la densidad de la energía con probabilidad. Por lo tanto, la densidad de la probabilidad entre dos valores del espacio-tiempo, se podría mirar como resultado de los niveles de energía múltiples dentro del mismo espacio (ejemplo: átomo) o como cronología cósmica de la probabilidad dentro del espacio que se amplía.

La persistencia del momento angular y la gravedad, posteriormente a un colapso, implica relación entre el aumento de masa y el momento angular. La información necesaria para reproducir la estructura termodinámica en forma fractal podría ser una propiedad gravitatoria debida a un tipo de contorno cuántico especial de la caja-S.

Cuando la estructura colapsa gravitacionalmente, la atracción entre los niveles internos de energía se superponen reconfigurando la partícula en función de la disminución de la distancia. El colapso en el horizonte Planck, no impide como remanente tres posibles parámetros: gravedad, carga y momento angular, siendo observable <sup>(21, 22, 23)</sup> en el espaciotiempo real.

La conjetura de un universo cuántico puede ser desarrollada <sup>(24)</sup> asumiendo un horizonte primordial denominado Planck o cuántico, del cual emergen en sucesión partículas de máxima curvatura <sup>(10)</sup>. La energía que emiten como espectro de radiación conforma un potencial disipativo <sup>(25, 26, 27)</sup>, permitiendo a la estructura interna que evolucione por decrecimiento de curvatura, como una función proporcional al crecimiento de entropía. Así, revertiendo la dirección en la figura 3 de g) hasta a).

Mediante la fórmula de Hawking <sup>(24)</sup>:  $S = \frac{\pi c^3 k}{2hG} A$  ó  $S = \frac{c^3 k}{4\hbar G} A$ , donde S es la entropía y A es el área del horizonte donde la energía no puede escapar del agujero negro (alternativamente tampoco puede hacerlo del universo mismo), se puede interpretar que dicha área es proporcional a la curvatura  $\alpha$ , o sea,  $A \propto \alpha$ .

Dicha área tiene sólo dos mecanismos para poder aumentar, una es absorbiendo masa y la otra es por radiación de Hawking, con disminución del momento angular. Si el agujero negro grande no absorbe energía, entonces por emisión de la radiación de Hawking aumenta la entropía y por lo tanto el área.

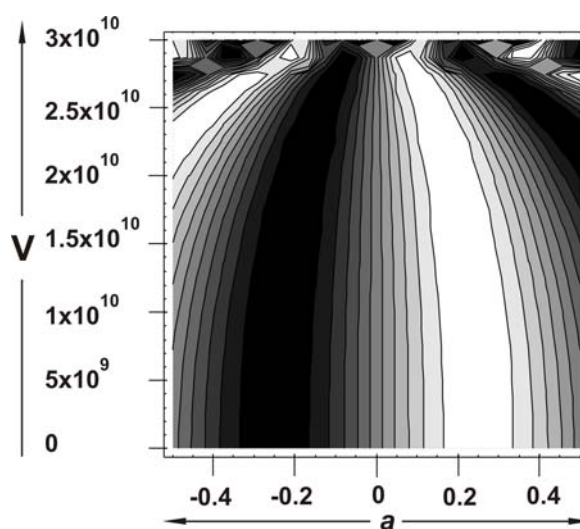
Considerando el crecimiento del área por agregación de agujero negros, se evalúa el mismo fenómeno con un conjunto mini-agujeros negros Planck, o sea partículas Planck. El tiempo de vida de estas como singularidades es  $10^{-44}$  segundos <sup>(10)</sup>, evaporándose totalmente por radiación de hawking. En nuestra escala tiempo dicho proceso sería considerado una explosión. Sin embargo, en la escala Planck el tiempo se observaría como un proceso gradual. Incluso se puede acusar una disminución del momento angular de cada partícula, con aumento de entropía y por lo tanto con aumento del área del locus de energía. Por lo cual, la geometría tendería hacia la planitud del espaciotiempo en su conjunto <sup>(21)</sup>.

Esta secuencia inversa, o emisión, caracteriza una correlación proporcional entre niveles de potencial y curvatura del espacio <sup>(28, 29, 30, 31, 32, 33)</sup>. La evolución, figura 3. a), ilustra como sí las líneas de fuerzas del entorno tienden a ser paralelas. Por extrapolación y escala relativa de la inmediatez de las fuerzas electromagnética y gravitacional de las partículas, la caja-S dimensionando el locus local de energía, también afectaría al conjunto de partícula y el espaciotiempo en el que están inmersas. Es decir, el universo mismo, respondiendo al aumento de entropía con una expansión plana.

### El parámetro $\gamma$ en función de la velocidad (v)

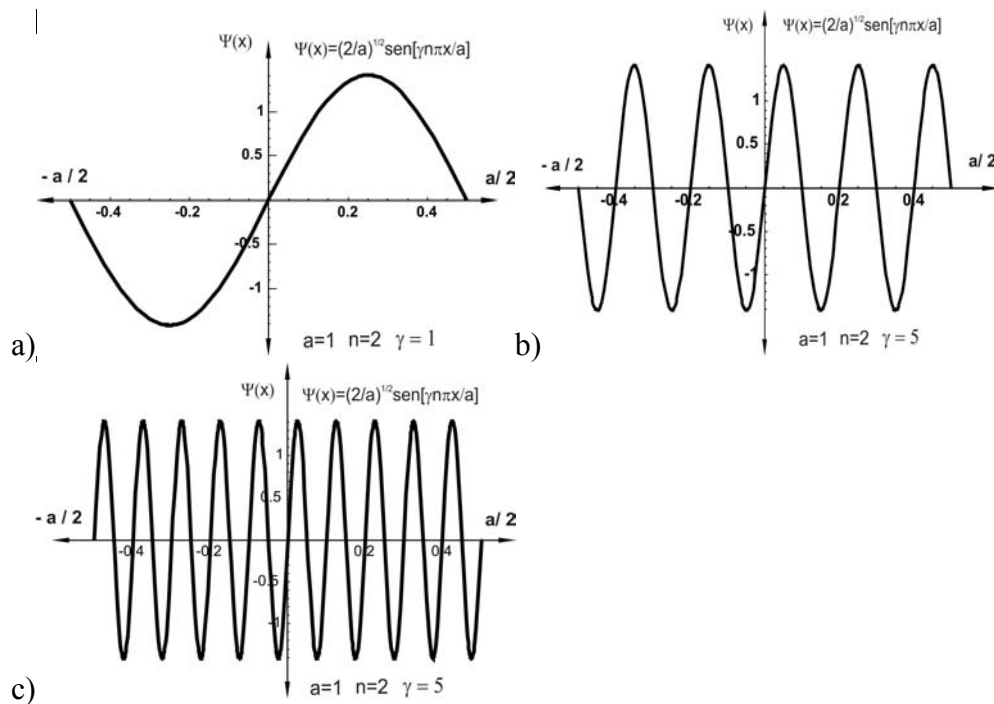
Para visualizar como la velocidad se acerca a la de la luz, se expresa el parámetro  $\gamma$  en función de v.

$$\Psi_n(x, \gamma, t) = \sqrt{\frac{2}{a_0}} \operatorname{sen}\left[\frac{n\pi}{a_0} x \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}\right]$$



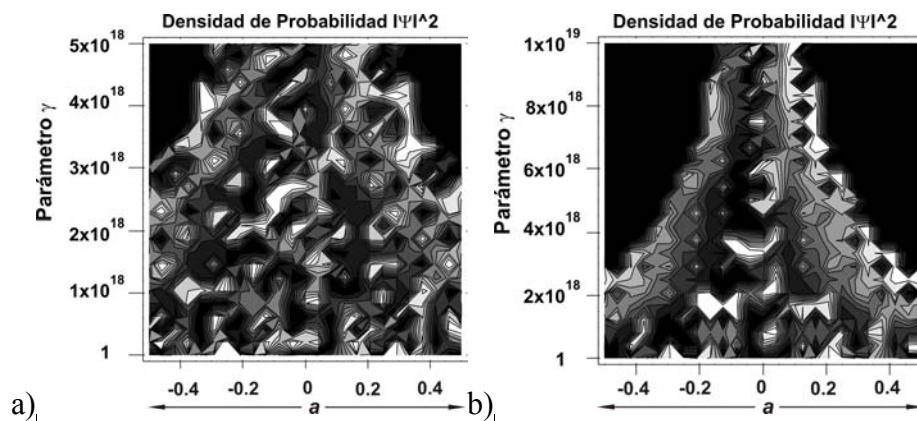
**Figura 4.** Proyección topográfica sobre el plano  $a \times v$  para  $\Psi$  en función de velocidad, donde densidad está representada por zonas oscuras para los valles y las claras para las cimas de la onda. El eje y incluye todo el rango que muestra la secuencia de la figura 3 desde a) hasta g).

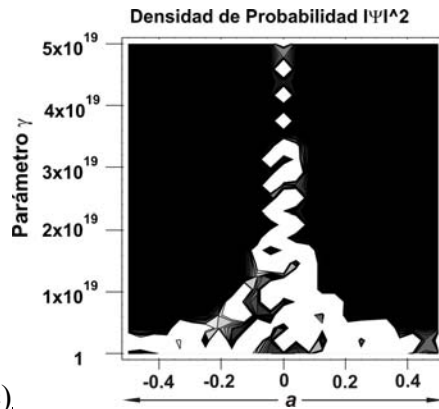
Sin embargo, porque la velocidad no está explícitamente cuantificada como resultó el parámetro  $\gamma$ , las líneas se muestran continuas.



**Figura 5, a,b,c) secuencia del incremento de la frecuencia por absorción de energía. Al absorber energía cinética la función de onda se configura como un incremento de la frecuencia asociada a la partícula.**

En base a la función de onda [6] se obtiene la densidad de probabilidad.





c),

**Figura 6, a), b), c).** Proyección topográfica de la densidad de probabilidad de la función de onda sobre el plano  $a \times \gamma$ , donde las zonas oscuras corresponde al valor cero y las claras para valores por encima de cero a uno.

La topografía de la función onda de la partícula fig. 3. g) y su correspondiente densidad de probabilidad fig. 6.c) en los intervalos  $0 < x < a_0$ ,  $1 < \gamma < 5 \times 10^{19}$ , muestra que la energía cinética absorbida genera una contracción del espaciotiempo intrínseco de la partícula. Esto implica que la densidad de energía aumenta acercándose a la densidad Planck [ $120 \text{ MeV/cm}^3$ ] tendiendo a desaparecer como lo haría al formarse un mini-agujero negro Planck. Es decir, la tendencia de concentración de la energía se aprecia en la densidad de probabilidad de la función, dimensionando un locus que arrastra consigo la estructura de energía hacia un espaciotiempo, dentro de su horizonte y fuera del alcance de la observación física.

## Valores de expectación

### Función de onda asociada a un electrón dentro de un pozo de potencial cuadrado infinito

La función de onda contiene información acerca del comportamiento de la partícula asociada, mediante lo que se denomina valor de expectación (valor promedio) <sup>(5)</sup> de la coordenada  $x$  de la partícula al instante  $t$ , estará dado por:

$$\bar{x} = \int_{-\infty}^{\infty} x P(x, t)$$

Este integrando es el valor de la coordenada  $x$  pesado por la probabilidad de observar dicho valor. En términos de la función de onda,

$$\bar{x} = \int_{-\infty}^{\infty} \Psi^*(x, t) x \Psi(x, t)$$

Es evidente que una expresión de la misma forma sería apropiada para la evaluación del valor de expectación de cualquier función de  $x$ . Esto es,

$$\overline{f(x)} = \int_{-\infty}^{\infty} \Psi^*(x, t) f(x) \Psi(x, t)$$

Para la función de onda  $\Psi_n(x, t) = \sqrt{\frac{2}{a}} \text{sen}\left[\frac{n\pi}{a} x\right]$  con  $-a/2 \leq x \leq a/2$  y  $\Psi_n(x, t) = 0$  en  $x < -a/2$  ó  $a/2 < x$ .

### Operador posición

$$\overline{x^2} = \int_{-a/2}^{a/2} \sqrt{\frac{2}{a}} \text{sen}\left[\frac{\pi}{a} x\right] x^2 \sqrt{\frac{2}{a}} \text{sen}\left[\frac{\pi}{a} x\right] dx \Rightarrow \overline{x^2} = \frac{6 + \pi^2}{12\pi^2} a^2 \Rightarrow \overline{x} = \sqrt{\frac{6 + \pi^2}{12}} \frac{a}{\pi} \Rightarrow \overline{x} = 0.37 \times a$$

### Operador impulso lineal

$$\overline{p^2} = -\hbar^2 \int_{-a/2}^{a/2} \sqrt{\frac{2}{a}} \text{sen}\left[\frac{\pi}{a} x\right] \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left( \sqrt{\frac{2}{a}} \text{sen}\left[\frac{n\pi}{a} x\right] \right) dx$$

$$\overline{p^2} = \hbar^2 \int_{-a/2}^{a/2} \sqrt{\frac{2}{a}} \text{sen}\left[\frac{\pi}{a} x\right] \sqrt{2} \left(\frac{1}{a}\right)^{5/2} \pi^2 \text{sen}\left[\frac{\pi}{a} x\right] dx \Rightarrow \overline{p^2} = \frac{\hbar^2 \pi^2}{a^2} \Rightarrow \overline{p} = \frac{\hbar \pi}{a}$$

### Verificación de la incertidumbre

$$\overline{x} \times \overline{p} \geq \frac{\hbar}{2} \Rightarrow \overline{x} \times \overline{p} = \sqrt{\frac{6 + \pi^2}{12}} \hbar \geq \frac{\hbar}{2}$$

## Operador momento cinético

$$\bar{L} = \bar{r} \times \bar{p} \Rightarrow \hat{L} = \hat{r} \times \hat{p} = -i\hbar \hat{r} \times \nabla$$

$$\hat{L}_x = -i\hbar \left( y \frac{\partial}{\partial z} - z \frac{\partial}{\partial y} \right) \quad \hat{L}_y = -i\hbar \left( z \frac{\partial}{\partial x} - x \frac{\partial}{\partial z} \right) \quad \hat{L}_z = -i\hbar \left( x \frac{\partial}{\partial y} - y \frac{\partial}{\partial x} \right)$$

Teniendo en cuenta el operador

$$\bar{L}_x = - \int_{-a/2}^{a/2} \sqrt{\frac{2}{a}} \operatorname{sen}\left[\frac{\pi}{a}x\right] i\hbar \left( y \frac{\partial}{\partial z} - z \frac{\partial}{\partial y} \right) \sqrt{\frac{2}{a}} \operatorname{sen}\left[\frac{\pi}{a}x\right] dx \Rightarrow \text{Con respecto al eje x: } \boxed{\bar{L}_x = 0}$$

$$\bar{L}_y^2 = \int_{-a/2}^{a/2} \sqrt{\frac{2}{a}} \operatorname{sen}\left[\frac{\pi}{a}x\right] (-i\hbar)^2 \left( z \frac{\partial}{\partial x} - x \frac{\partial}{\partial z} \right)^2 \sqrt{\frac{2}{a}} \operatorname{sen}\left[\frac{\pi}{a}x\right] dx$$

$$\bar{L}_y^2 = \int_{-a/2}^{a/2} \frac{\hbar^2 \pi^2 z^2}{a^3} \left( 1 - \cos\left[\frac{2\pi}{a}x\right] \right) dx \Rightarrow \text{Con respecto al eje y: } \boxed{\bar{L}_y = \frac{\hbar \pi z}{a}}$$

$$\bar{L}_z^2 = \int_{-a/2}^{a/2} \sqrt{\frac{2}{a}} \operatorname{sen}\left[\frac{\pi}{a}x\right] (-i\hbar)^2 \left( x \frac{\partial}{\partial y} - y \frac{\partial}{\partial x} \right)^2 \sqrt{\frac{2}{a}} \operatorname{sen}\left[\frac{\pi}{a}x\right] dx$$

$$\bar{L}_z^2 = \int_{-a/2}^{a/2} \frac{\hbar^2 \pi^2 y^2}{a^3} \left( 1 - \cos\left[\frac{2\pi}{a}x\right] \right) dx \Rightarrow \text{Con respecto al eje z: } \boxed{\bar{L}_z = \frac{\hbar \pi y}{a}}$$

## Operador energía cinética

$$\hat{T} = -\frac{\hbar^2}{2m} \Delta \text{ Donde } \Delta \text{ es el Laplaciano equivalente a } \nabla^2.$$

$$\bar{T} = \int_{-a/2}^{a/2} \sqrt{\frac{2}{a}} \operatorname{sen}\left[\frac{\pi}{a}x\right] \left( -\frac{\hbar^2}{2m} \right) \Delta \left( \sqrt{\frac{2}{a}} \operatorname{sen}\left[\frac{\pi}{a}x\right] \right) dx$$

$$\bar{T} = \int_{-a/2}^{a/2} \frac{\hbar^2 \pi^2}{2m a^3} \left( 1 - \cos\left[\frac{2\pi}{a}x\right] \right) dx \Rightarrow \text{Energía cinética: } \boxed{\bar{T} = \frac{\hbar^2 \pi^2}{2m a^2}}$$

## Absorción de energía: Progreso de la partícula hacia el Planck

A partir de la función de onda que incluye el parámetro de dilatación relativista

$$\Psi_n(x, \gamma) = \sqrt{\frac{2}{a_0}} \operatorname{sen}\left[\frac{n\pi}{a_0} x \gamma\right]$$

**Renormalización:** Se obtiene la función de densidad de probabilidad para el intervalo  $-a/2 < x < a/2$  que debe ser igual al valor  $P(x) = 1$ .

$$P_{(x)} = \int_{-\infty}^{\infty} \Psi(x)^* \Psi_n(x) dx = \int_{-a/2}^{a/2} \left( \sqrt{\frac{2}{a_0}} \sin\left[\frac{\pi}{a_0} x \gamma\right] \right)^2 dx$$

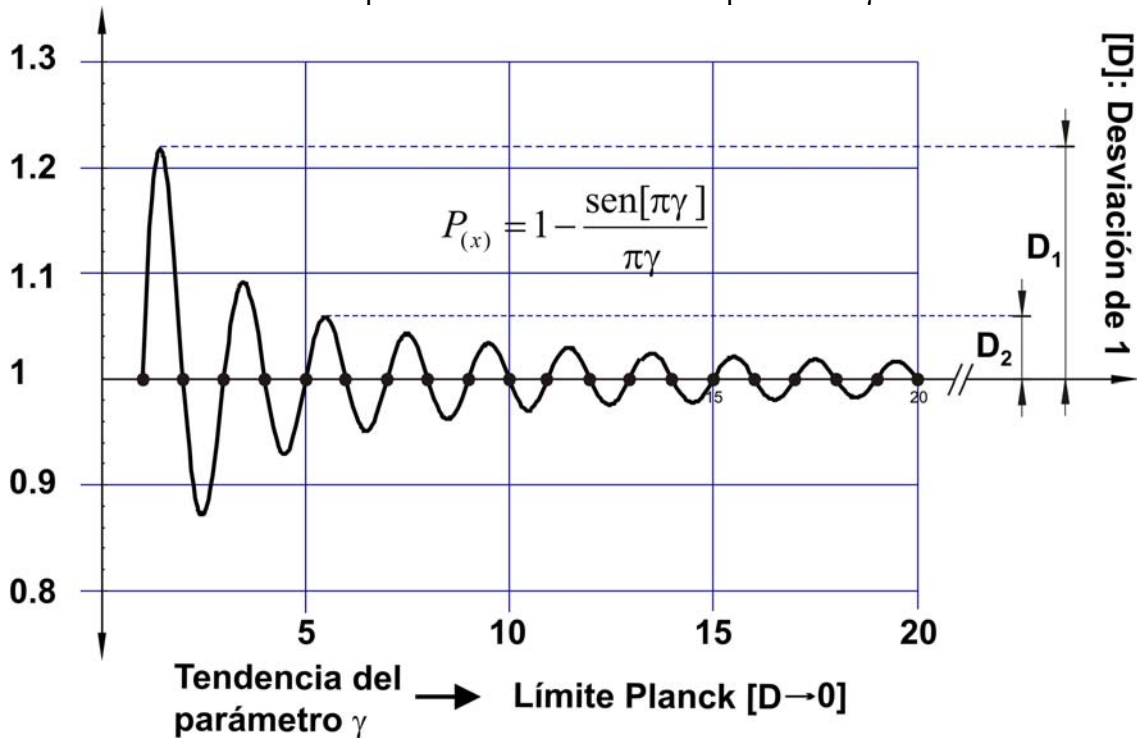
$$P_{(x)} = \frac{1}{a_0} \int_{-a/2}^{a/2} (1 - \cos\left[\frac{2\pi}{a_0} x \gamma\right]) dx \Rightarrow P_{(x)} = 1 - \frac{\text{sen}[\pi\gamma]}{\pi\gamma} = 1$$

De la condición  $P(x) = 1$ , por ser todo el intervalo, se deduce que  $\text{sen}[\pi\gamma] / \pi\gamma = 0$ . Por lo tanto,  $\pi\gamma$  debe ser distinto de cero, condición antes vista, y de la forma  $n\pi$ . Esto implica que el parámetro  $\gamma$  toma valores discretos  $1, 2, 3, \dots, n$ , redefiniéndolo en el sentido cuántico por  $\gamma_{(n)}$ . Por lo tanto, la energía total de la partícula está conformada por la masa en reposo y la energía cinética absorbida en forma cuántica.

$$E_{T(n)} = \sqrt{p_{(n)}^2 c^2 + m^2 c^4} = \gamma_{(n)} \times mc^2$$

**La cuantificación del parámetro  $\gamma$ , logra conciliar la función de onda y su densidad de probabilidad cuántica con la Relatividad Restringida.**

Graficando la densidad de probabilidad en función del parámetro  $\gamma$  se obtiene



**Figura 7. Densidad de probabilidad vs parámetro  $\gamma$ .** Muestra que la probabilidad sólo tiene sentido físico cuando los valores de  $\gamma$  son enteros. Esto implica que el parámetro de absorción es cuántico y por lo tanto, la energía interna tendería a configurarse por estratos ó niveles. Los puntos de intersección con la curva horizontal corresponden al valor de probabilidad  $P(x)=1$ , para la partícula localizada totalmente dentro de la caja-S. Cualquier punto fuera de la línea carece de causalidad física. La línea puede interpretarse, desde la física clásica como un continuo [-] y los puntos [•] representan la interpretación-aproximación cuántica. La tendencia

del parámetro  $\gamma$ , muestra que el incremento de masa inercial reduce la desviación  $[D]$ , de la tendencia hacia la causalidad física, que se vuelve mínima o cercana a cero en el límite Planck.

### Operador posición relativista

$$\overline{x^2} = \int_{-a/2}^{a/2} \sqrt{\frac{2}{a}} \operatorname{sen}\left[\frac{\pi \gamma}{a} x\right] x^2 \sqrt{\frac{2}{a}} \operatorname{sen}\left[\frac{\pi \gamma}{a} x\right] dx$$

$$\overline{x^2} = \frac{a^2(\pi^3 \gamma^3 - 6\pi\gamma \cos[\pi\gamma] + (6 - 3\pi^2 \gamma^2) \operatorname{sen}[\pi\gamma])}{12\pi^3 \gamma^3}$$

Cualquiera sea el valor discreto de  $\gamma(n)$  se cumple que  $\cos[\pi\gamma] = 1$  y  $\operatorname{sen}[\pi\gamma] = 0$ . Por esto, la expresión queda simplificada del siguiente modo.

$$\overline{x^2} = \frac{a^2(\pi^2 \gamma^2 - 6)}{12\pi^2 \gamma^2} \Rightarrow \boxed{\overline{x} = \sqrt{\frac{\pi^2 \gamma^2 - 6}{12}} \frac{a}{\pi \gamma}}$$

### Operador impulso lineal relativista

$$\overline{p^2} = -\hbar^2 \int_{-a/2}^{a/2} \sqrt{\frac{2}{a}} \operatorname{sen}\left[\frac{\pi}{a} \gamma x\right] \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left( \sqrt{\frac{2}{a}} \operatorname{sen}\left[\frac{\pi}{a} \gamma x\right] \right) dx$$

$$\overline{p^2} = \hbar^2 \int_{-a/2}^{a/2} \sqrt{\frac{2}{a}} \operatorname{sen}\left[\frac{\pi}{a} x\right] \sqrt{2} \left(\frac{1}{a}\right)^{5/2} \pi^2 \operatorname{sen}\left[\frac{\pi}{a} x\right] dx$$

$$\overline{p^2} = \hbar^2 \int_{-a/2}^{a/2} \frac{\pi^2 \gamma^2}{a^3} \left(1 - \cos\left[\frac{2\pi}{a} \gamma x\right]\right) dx \quad \overline{p^2} = \frac{\hbar^2 \pi \gamma (\pi \gamma - \operatorname{sen}[\pi \gamma])}{a^3}$$

$$\Rightarrow \overline{p^2} = \frac{\hbar^2 \pi^2 \gamma^2}{a^2} \Rightarrow \boxed{\overline{p} = \gamma \frac{\hbar \pi}{a}}$$

### Verificación de la incertidumbre relativa

$$\overline{x} \times \overline{p} \geq \frac{\hbar}{2} \Rightarrow \overline{x} \times \overline{p} = \sqrt{\frac{\pi^2 \gamma^2 - 6}{12}} \frac{a}{\pi \gamma} \frac{\hbar \pi \gamma}{a} \geq \frac{\hbar}{2} \Rightarrow \forall \gamma \in \mathbb{N} : \boxed{\sqrt{\frac{\pi^2 \gamma^2 - 6}{12}} \hbar \geq \frac{\hbar}{2}}$$

### Operador momento cinético relativo

$$\overline{L_x} = - \int_{-a/2}^{a/2} \sqrt{\frac{2}{a}} \operatorname{sen}\left[\frac{\pi}{a} \gamma x\right] i\hbar \left( y \frac{\partial}{\partial z} - z \frac{\partial}{\partial y} \right) \sqrt{\frac{2}{a}} \operatorname{sen}\left[\frac{\pi}{a} \gamma x\right] dx \Rightarrow \text{Con respecto al eje } x: \boxed{\overline{L_x} = 0}$$

$$\overline{L_y^2} = \int_{-a/2}^{a/2} \sqrt{\frac{2}{a}} \operatorname{sen}\left[\frac{\pi}{a} \gamma x\right] (-i\hbar)^2 \left( z \frac{\partial}{\partial x} - x \frac{\partial}{\partial z} \right)^2 \sqrt{\frac{2}{a}} \operatorname{sen}\left[\frac{\pi}{a} \gamma x\right] dx$$

$$\overline{L_y^2} = \int_{-a/2}^{a/2} \frac{\hbar^2 \pi^2 \gamma^2 z^2}{a^3} \left(1 - \cos\left[\frac{2\pi}{a} \gamma x\right]\right) dx \Rightarrow \overline{L_y^2} = \frac{\hbar^2 \pi \gamma z^2 (\pi \gamma - \operatorname{sen}[\pi\gamma])}{a^2}$$

$$\Rightarrow \text{Con respecto al eje } y: \boxed{\overline{L}_y = \gamma \frac{\hbar \pi z}{a}}$$

$$\overline{L}_z^2 = \int_{-a/2}^{a/2} \sqrt{\frac{2}{a}} \operatorname{sen}\left[\frac{\pi}{a} \gamma x\right] (-i\hbar)^2 \left(x \frac{\partial}{\partial y} - y \frac{\partial}{\partial x}\right)^2 \sqrt{\frac{2}{a}} \operatorname{sen}\left[\frac{\pi}{a} \gamma x\right] dx$$

$$\overline{L}_z^2 = \int_{-a/2}^{a/2} \frac{\hbar^2 \pi^2 \gamma^2 y^2}{a^3} \left(1 - \cos\left[\frac{2\pi}{a} \gamma x\right]\right) dx \Rightarrow \overline{L}_z^2 = \frac{\hbar^2 \pi \gamma y^2 (\pi \gamma - \operatorname{sen}[\pi \gamma])}{a^3}$$

$$\Rightarrow \text{Con respecto al eje } z: \boxed{\overline{L}_z = \gamma \frac{\hbar \pi y}{a}}$$

### Operador energía cinética relativa

$$\hat{T} = -\frac{\hbar^2}{2m} \Delta \text{ Donde } \Delta \text{ es el Laplaciano equivalente a } \nabla^2.$$

$$\overline{T} = \int_{-a/2}^{a/2} \sqrt{\frac{2}{a}} \operatorname{sen}\left[\frac{\pi}{a} \gamma x\right] \left(-\frac{\hbar^2}{2m}\right) \Delta \left(\sqrt{\frac{2}{a}} \operatorname{sen}\left[\frac{\pi}{a} \gamma x\right]\right) dx$$

$$\overline{T} = \int_{-a/2}^{a/2} \frac{\hbar^2 \pi^2 \gamma^2}{2m a^3} \left(1 - \cos\left[\frac{\pi}{a} \gamma x\right]\right) dx \Rightarrow \text{Energía cinética: } \boxed{\overline{T} = \frac{\hbar^2 \pi \gamma (\pi \gamma - \operatorname{sen}[\pi \gamma])}{2m a^2}}$$

$$\Rightarrow \boxed{\overline{T} = \gamma^2 \frac{\hbar^2 \pi^2}{2m a_0^2}}$$

### Disipación de energía: Evolución de la partícula Planck

Siguiendo un razonamiento similar a la deducción de la función de onda relativista, *a priori*, se consigue la función de onda que incluye a la partícula Planck atrapada dentro de una caja unidimensional que aumenta su tamaño a lo largo del tiempo.

$$\Psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{a_0}} \operatorname{sen}\left[\frac{n\pi x}{a_0 y}\right]$$

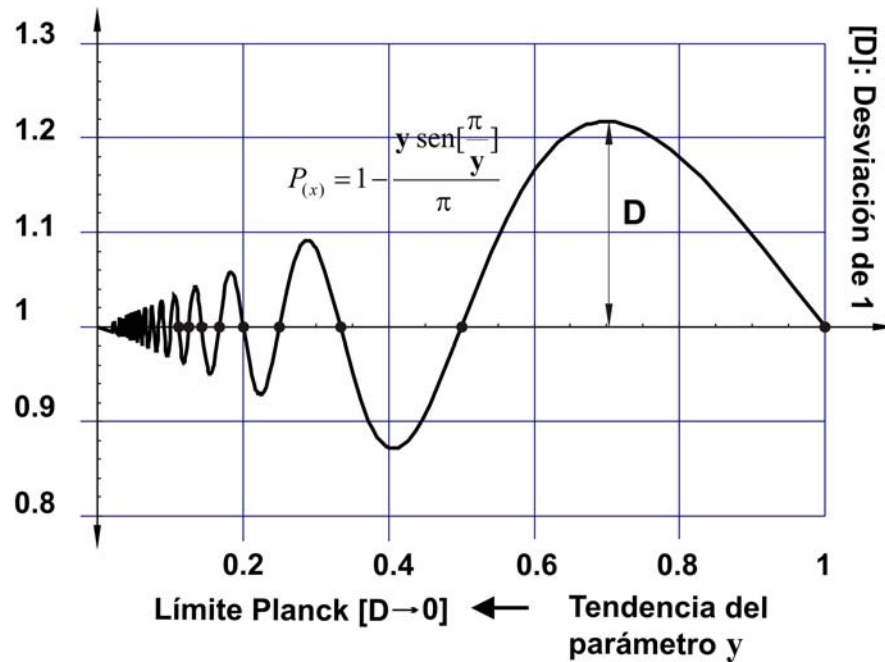
Se obtiene la función de densidad de probabilidad para el intervalo  $-a/2 < x < a/2$  que debe ser igual al valor  $P(x) = 1$ .

$$P_{(x)} = \int_{-\infty}^{\infty} \Psi(x)^* \Psi_n(x) dx = \int_{-a/2}^{a/2} \sqrt{\frac{2}{a_0}} \operatorname{sen}\left[\frac{\pi x}{a_0 y}\right] dx \Rightarrow$$

$$P_{(x)} = \frac{1}{a_0} \int_{-a/2}^{a/2} \left(1 - \cos\left[\frac{2\pi x}{a_0 y}\right]\right) dx \Rightarrow P_{(x)} = 1 - \frac{y \operatorname{sen}\left[\frac{\pi}{y}\right]}{\pi} = 1$$

De la condición  $P(x) = 1$ , se deduce que  $y \times \operatorname{sen}[\pi/y] = 0$ . Por lo tanto,  $y$  toma valores  $1/1, 1/2, 1/3, \dots, 1/n$ , redefiniéndolo en el sentido cuántico por  $y_{(n)}$ .

Por lo tanto, durante emisión...



**Figura 8.** Gráfico de la densidad de probabilidad, en emisión de fotones, en función del parámetro- $y$ . La densidad de probabilidad en el intervalo  $- a/2 < x < a/2$ , debe verificar  $P(x) = 1$ . De la condición  $P(x) = 1$ , se deduce que  $y \times \text{sen}[\pi/y] = 0$ . Por lo tanto,  $y$  toma valores  $1/1, 1/2, 1/3 \dots, 1/n$ , redefiniéndolo en el sentido cuántico por  $y_{(n)}$ .

### Discusión

La termodinámica define como un sistema abierto al que permite entrada y salida de materia y energía <sup>(25)</sup>. El énfasis de distinguir entre materia y energía, como entidades separadas, tiene sentido en biología, pero se pierde en física por la equivalencia entre masa-energía. Se decidió examinar absorción de energía en un contorno diferenciado del de emisión, para lo cual, se estudió la fórmula de Einstein como si ocurriera a nivel de un acelerador de partículas, mientras que emisión dentro del contexto de Cosmología.

A nivel de acelerador de partículas, la velocidad de la partícula depende de la energía suministrada. Donde una partícula tiene la energía Planck como límite máximo capaz de alcanzar. Esto permite considerarla termodinámicamente, como sistema abierto a la absorción, y cerrado a la emisión. En este caso, la formulación de Einstein se puede aplicar como un proceso de acumulación de energía en masa y momento <sup>(6, 29)</sup>.

Al llegar al límite Planck o mini-agujero negro, independientemente de la partícula con que se inició el proceso, el ente queda definido solo por los parámetros: masa, momento angular y carga, más entropía en función de área <sup>(24)</sup>. El proceso inverso de transformación de masa en energía,  $T = \frac{hc^3}{16\pi^2 Gmk}$  <sup>(24)</sup>, se puede asumir cosmológicamente sujeto a energía de activación <sup>(10)</sup>.

Que en términos de temperatura se vuelve espontáneo, para la masa Planck con la temperatura Planck  $10^{32}$  K <sup>(21)</sup>, generando las condiciones que llevan a producir espectro de radiación, insuflando el espacio mismo. Este proceso, en términos de temperatura se vuelve espontáneo, con equivalencia de masa a temperatura Planck  $10^{32}$  K, disipando masa por emisión de cuerpo negro, estirando el espacio. Esto crea una flecha del tiempo termodinámica, reforzada por

diferentes escalas de espectros, con decrecimiento de tendencia a superposición que agrega la irreversibilidad.

Los máximos de dispersión electromagnética, identificable como índices de longitud de onda del electrón, predice la conducta ondulatoria de la materia en movimiento y analizable conceptualmente por una caja de Schrödinger (caja-S). Entonces, ésta por dilatación de su ancho simula emisión de energía y por contracción, absorción; escalonada como potenciales o niveles de energía, por disminución o aumento de entalpía. Configurado por el aumento de entropía como disminución de curvatura del espacio.

Es pertinente esperar que absorción genera niveles subyacentes de energía en el electrón y en el límite Planck su disipación sea emisión de cuerpo negro. Esto indica que lo determinante es la estructura termodinámica. Si esta es abierta como por ejemplo un láser, la continua inyección de electricidad mantiene nivelado el potencial de flujo y la emisión de fotones, con longitud de onda constante.

La masa inercial tiende al reposo radiando fotones, con disipación de potencial. Este efecto se puede generalizar a la radiación en si misma por la equivalencia masa-energía. Termodinámicamente, temperatura constante resulta cuando emisión y absorción están en equilibrio.

Idealizar el Big-Bang como una explosión <sup>(34)</sup> no debe ser considerado incompatible generación de un espectro por emisión de cuerpo negro, porque la escala es un factor determinante para definir eventos termodinámicos abruptos <sup>(26, 27)</sup>. En consecuencia, la idea de una progresión de disipación de energía podría ser enlazada a inflación-expansión.

Si la estructura termodinámica es cerrada, la disipación se podría dar en forma explosiva o gradual. La emisión de cuerpo negro es la de progresiva disipación del potencial de energía entre dos temperaturas. El universo como sistema cerrado y energía total constante, pierde potencial o temperatura compensando la expansión. Dando lugar, por disminución de frecuencia, a un espectro cuya longitud de onda incrementa conforme disminuye el potencial entre niveles de energía.

Cosmológicamente, al elongarse  $\lambda$  decrece la frecuencia mediante la relación  $\lambda \times \nu = c$ , estableciéndose menos oscilaciones en mayor espacio. De este modo, el ajuste de la energía en el espaciotiempo sugiere una evolución termodinámica con  $c$  como cuello de botella cinético. Obligando al CMB, como emisor de cuerpo negro, a generar nuevos espectros de radiación, que por elongación e incremento de fotones mantiene la energía total constante, con decrecimiento de entalpía y aumento de entropía, reconfigurando potenciales sucesivamente menores, siempre fuera del equilibrio hasta el fin de la cronología del universo.

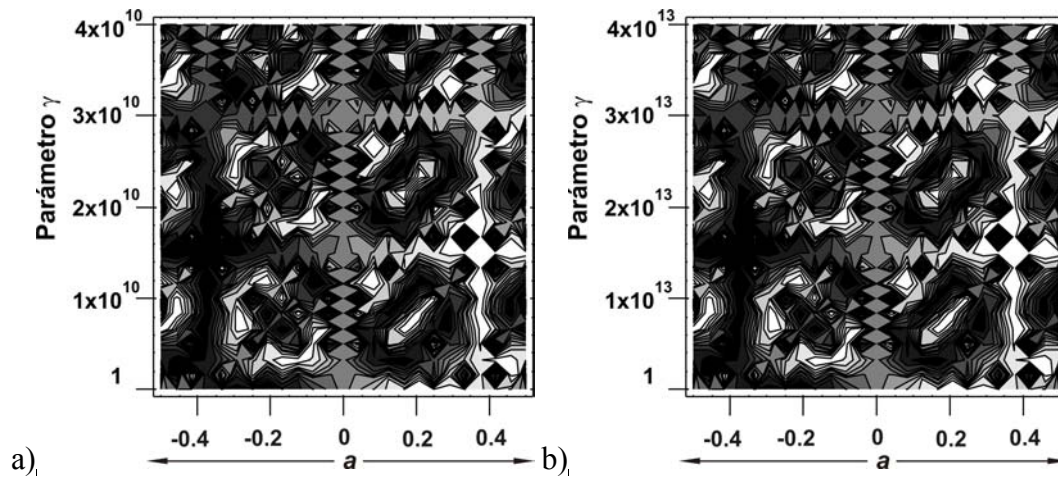
## **Espectro fractal**

La recreación de estructuras a diferentes escalas <sup>(35)</sup> se observa en fractales. Estas se desarrollan a través de retroalimentación o mediante la conservación del estado inicial de información. En las estructuras biológicas, por ejemplo, por fotosíntesis-dependencia, produce periodicidad en los cambios en los niveles de energía o en su equivalente ATP <sup>(36, 37)</sup>.

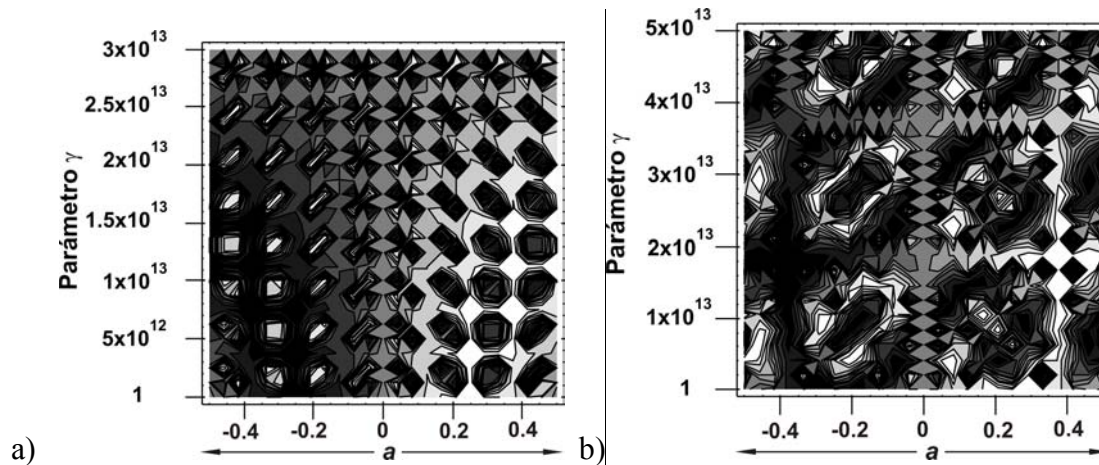
**Análisis:** la caja-S se utilizó para investigar si era posible detectar auto-similitud, en relación a la periodicidad en las diferentes escalas de los niveles de la absorción o emisión. De la ecuación de onda se puede deducir lo siguiente:

$$\Psi_n(x, \gamma, t) = \sqrt{\frac{2}{a_0}} \text{sen}\left[\frac{n\pi}{a_0} x \gamma\right] \quad a_0 = 1, \quad n = 2, \quad 1 < \gamma < \text{"dígito"} \times 10^{\text{exp.}}$$

$$\Psi_2(x, \gamma, t) = \sqrt{2} \text{sen}\left[\overbrace{(2\pi \times 10^{\text{exp.}})}^{\text{INVARIANTE}} \times \text{"dígito"} \times x\right]$$



**Figura 9: a) y b).** Los valores exponenciales  $2\pi \times 10^{\text{exp.}}$ , reflejan periodicidad o intervalos para reproducir a diferentes escalas la misma imagen. Por ejemplo, con un dígito (mantisa) igual a 4 y el parámetro  $\gamma$  variando desde  $10^{10}$  (a) a  $10^{13}$  (b), muestra imágenes invariantes pero el eje de ordenadas muestra diferentes escalas [a) y b)].



**Figura 10, a) y b).** La expresión "dígito"  $\times x$  relaciona valores de intervalos, para distintas formas o imágenes. Por ejemplo, si el dígito "dígito"  $\times x$  varía de 3 a 5, [a) y b), respectivamente], manteniendo constante el parámetro  $\gamma$  igual a  $10^{13}$ , se muestran dos imágenes distintas.

Las imágenes pseudo-fractales obtenidas mediante la simulación de absorción de energía cinética como masa, a través del procedimiento de confinar un electrón dentro de una caja

elástica de Schrödinger, indican una posible relación entre la emisión cuántica y la termodinámica fractal, que no es del todo evidente, pero es posible un estudio fractal de la relación temperatura y el espectro.

Si en elongación de  $\lambda$ , emitido como espectro de radiación de cuerpo negro, subyace una periodicidad fractal, estaría involucrada la reproducción del espectro, a distintas escalas, a lo largo de la cronología de inflación-expansión. La conservación del total de energía, incrementa el número de fotones emitidos, permitiendo una pseudo-reproducción de imagen-parámetro.

Un incremento de mil en el número de fotones, entre el tiempo de última dispersión y el presente, generaría un fenómeno similar a holografía. Esto resultaría en mil imágenes difusas, cuya menor resolución se formaría a partir de la original. Al ser dispersada uniformemente en el espacio, permitiría la observación de la Era de Última Dispersión <sup>(39, 40, 41, 42)</sup> en cualquier dirección.

El incremento del número de fotones, desde la energía crítica primordial (equivalente a  $1.4 \times 10^{60}$  Planck) hasta la energía residual de la radiación cósmica de fondo ( $10^{87}$  fotones), es función del tiempo cronológico. De este modo, mediante una sucesión de espectros de emisión de frecuencia decreciente y el correspondiente aumento del número de fotones, se obtendría un potencial estructurado termodinámicamente.

## Conclusión

La absorción de energía cinética transformable en masa inercial, por la TRR de Einstein, se estudió mediante una función de onda  $\Psi$  mecano-cuántica. El análisis revela que el parámetro relativista  $\gamma$ , actúa en forma cuantizada, tanto en contracción como en dilatación. Además, opera como nivelador de la energía absorbida, supliendo al factor  $n$ , que expresa los niveles de energía de la función  $\Psi$ . Y por lo tanto, reestructura en la partícula el locus de energía en estratos concéntricos.

Esto fue idealizado simulando la partícula por medio de la caja de Schrödinger (caja-S), cuyo ancho representa su diámetro. La absorción de energía cinética, se representa por la contracción en la dirección de propagación del ancho de la caja, incrementando la energía dentro de la partícula y estabilizándola como masa inercial o relativista.

Aparece paralelamente, a los niveles de energía interior de la partícula, potenciales asociados. Por lo tanto, la caja-S puede simular por contracción una partícula sometida a un acelerador de partículas o un amplificador de potencial. La dirección de formación de potencial, tiene que estar asociada a una ganancia neta de entalpía.

El proceso de acumulación de masa inercial y emisión de energía, genera un aumento y una disminución de potencial, respectivamente. Ambos casos requieren un entorno asimétrico, en el primer caso, inyección de energía (ejemplo: acelerador de partículas), en el segundo, radiación de cuerpo negro. En ambas direcciones el proceso se convierte en espontáneo pero son vías asimétricas porque absorción requiere el acoplamiento a una fuente de energía. Emisión, por el contrario es termodinámicamente favorable por que la temperatura decrece en función de espectros de energía decreciente.

La dirección para un incremento de potencial, tiene que estar asociado con un incremento neto de entalpía que es posible en función del incremento de la energía total del sistema. La energía total, equivalente a la suma de entalpía y entropía,  $\Delta E = \Delta H + T\Delta S$ , indica que ambas pueden aumentar simultáneamente en absorción, pero solo entropía en emisión. Se interpreta mediante la fórmula, que en absorción la entalpía puede incrementarse más que lo que puede crecer la entropía. En la dirección de emisión el decrecimiento de potencial, permite que la entropía aumente a expensas del decrecimiento de entalpía.

El límite de energía Planck a la absorción, lleva a la partícula idealizada al colapso en un mini-agujero negro, decreciendo su complejidad a través de la relación entre área y entropía. La radiación de Hawking se debería examinar como un proceso disipativo en forma de emisión de cuerpo negro. Para diferenciar la energía primordial estructurada como partícula Planck, de un mini-agujero negro, se debe dar énfasis a las condiciones de contorno.

Se puede conjeturar que el período inflacionario tiene una geometría plana, o por lo menos no cerrada. La atracción gravitacional no podría colapsar toda la energía primordial porque se puede asumir que:

1. La masa del mini-agujero negro Planck es muy pequeña. Por lo tanto, su temperatura de radiación de Hawking es muy alta y el tiempo de evaporación de la partícula Planck es breve,  $5 \times 10^{-44}$  segundos.
2. La Teoría que describe Inflación como interacción cooperativa entre la energía primordial, que se inyecta en el espaciotiempo como un flujo gradual o secuenciado, y emisión de cuerpo negro <sup>(43)</sup>.

La velocidad de inflación se la evalúa como resultado de la mutua cooperación entre agregados de partículas y la generación de espectros por disipación de partículas Planck. La expansión del espaciotiempo total excedería por mucho la velocidad de la luz. Pero, estos dos procesos individualmente están restringidos por  $c$ .

El espaciotiempo de interacción necesario para que la interacción gravitacional sea causal es insuficiente en Inflación. Es decir, se evita que aumente el área por suma de agujeros negros y la consecuente disminución de radiación, que llevaría a una implosión conjunta.

Por lo tanto, flujo secuenciado de partículas Planck impediría que se llegue al colapso gravitacional. La primera partícula se evaporaría antes de que una segunda entre dentro de su horizonte de causalidad. Por lo cual, la radiación Planck facilitaría la trascendencia de fotones dentro de los potenciales gravitatorios entre partículas, impidiendo que densidad crítica genere una curvatura crítica.

Esta planitud, se mantiene durante expansión porque si bien los fotones están dentro de un campo gravitacional causal, el incremento numérico de fotones es un fenómeno cuántico, que supera, por la *escala de interacción*, el efecto gravitacional. Esta tendencia plana, depende del potencial cuántico disipativo que dicta en cada instante la temperatura, o sea, la constante elongación del espectro-CMB. Este efecto disipativo, no viola la conservación de la energía total del universo, por concomitante y constante incremento de fotones con menor y menor energía.

La aceleración de recesión intergaláctica, se podría explicar en función de la relación entre el incremento del espacio por número-elongación de fotones, y además, atenuando el efecto

gravitatorio en función del incremento de volumen. Este proceso, se acentuaría dentro de las grandes regiones vacías del espacio intergaláctico (voids), pero con gravitación aún suficiente, para mantener la red cósmica de cúmulos y supercúmulos.

## Referencias

1. Schrödinger, E.; "An Ondulatory Theory of the Mechanics of Atoms and Molecules", Phys. Rev. **28**, 1049 (1926).
2. Schrödinger, E.; "El teorema de la conservación de la energía y la cantidad de movimiento para las ondas materiales", Annalen der Physik (4) **82** (1927).
3. Schrödinger, E.; "Mémoires sur la mécanique ondulatoire", Félix-Alcan (París-1933). Reedición Jacques Gabay (1988), ISBN 2-87647-048-9.
4. Schrödinger, E.; "Sobre la comparación entre la mecánica cuántica de Heisenberg-Born-Jordan y la mía", Annalen der Physik (4) **79** (1926).
5. Eisberg, R.; "Quantum Physics of atoms, molecules, solids, nuclei and particles", John Wiley & Sons, Inc. and Editorial Limusa, S.A. Mexico, 2008
6. Einstein A., Podolsky B. and Rosen N.; "Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete?", Institute for Advanced Study, Princeton, New Jersey. Physical Review, volume 47 May 15, (1935).
7. Einstein, A.; "Strahlungs-emission und -absorption nach der Quantentheorie". Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft **18**: 318, (1916).
8. Einstein, A.; "Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt". Annalen der Physik **17**: 132-148 (1905).
9. Planck, M.; "La distribución de la energía en el espectro visible". Annalen der Physik, vol. 4, p. 553 ff (1901).
10. Bennun, A. & Ledesma, N.; "Simulation of the dynamics of integration of space-time-energy by Planck's temperature- black body emission spectrum", The General Science Journal, Particle Physics - Quantum Mechanics, Ed. Babin, W.; Jul. 15, 2008
11. Bennun, A.; "A Simulation Shows the Distinct Roles of Matter Curving and CMB Expanding Space", The General Science Journal, Astrophysics, Ed. Babin, W.; Dec. 18, (2007).
12. De Broglie, L.; "Tentative d'Interpretation Causale et Non-Liniare de la mécanique Ondulatoire". Gauthier-Villards, Paris (1956); D. Bohm, Phys. Rev. 85, 166, 180 (1952).
13. Spinadel Vera, W.; De Perera, J. G.; Perera, J. H.; "Geometría Fractal", Editorial Nueva Librería, Edición (2007).
14. Mandelbrot, B.; "La Geometría Fractal de la Naturaleza", Ed. Tusquets (2003).
15. Bennun, A.; "The unitary hypothesis on the coupling of energy transduction and its relevance to the modeling of mechanism. In Mechanism of Energy Transduction in Biological System" (D.E. Green, ed).. Annals New York Academy of Sciences, 227, 116-145 (1974).
16. Klein, M. J.; "Max Planck and the Beginnings of Quantum Theory", Archive for History of Exact Sciences, **1**, 459-479 (1962).
17. Klein, M. J.; "Planck, Entropy, and Quanta", 1901-1906; "The Natural Philosopher" **1**, 83-108 (1963).
18. Klein, M. J.; "Thermodynamics and Quanta in Planck's Work", Physics Today **19**, 23-32 (1966).

19. Planck, M.; “Intercambios de energía según la mecánica ondulatoria”, *Annalen der Physik* (4) **83** (1927).
20. Planck, M.; “Cuantificación y valores propios (I) y (II)”, *Annalen der Physik* (4) **79** (1926).
21. Hawking, S. W.; “The Quantum Theory of the Universe”, Ed. T. Piran & S. Weinberg., “Interactions between Elementary Particle Physics and Cosmology”, World Scientific Press, Singapur (1986).
22. Hawking, S. W.; “A Brief History of Time”, Bantam, Nueva York, (1988).
23. Penrose, R.; “El camino a la realidad”, Randon House Mondadori, Barcelona (2006).
24. Hawking, S. and Penrose, R.; “Cuestiones cuánticas y cosmológicas”, Ed. Alianza S.A., Madrid (1993).
25. Prigogine, I.; “El Nacimiento del Tiempo”, Tusquets Editores, Buenos Aires (2006).
26. Vilar J. M. G. and Rubí J. M.; “Thermodynamics “beyond” Local Equilibrium”. in *Proceedings of the National Academy of Sciences. USA*, Vol. 98, No. 20, pages 11081-11084; September 25 (2001).
27. Reguera, D., Rubí J. M. and Vilar J. M. G.; “The Mesoscopic Dynamics of thermodynamic Systems”, *Journal of Physical Chemistry B*, Vol. 109, No. 46, pages 21502-21515; November 24 (2005).
28. Hartle, J. B. and Hawking S. W.; “Wave Function of the Universe”, *Physical Review, D* 28, 2960 (1983).
29. Einstein, A. and De Sitter W.; “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].
30. Liddle, A.; “An introduction to Modern Cosmology”, John Wiley & Sons Ltd. Second Edition (2004).
31. Reeves, H.; “El Primer Segundo. Últimas Noticias del Cosmos 2”, Ed. Andrés Bello, Santiago de Chile (1998).
32. Guth, A.; “The inflationary Universe: A Possible Solution to the Horizon and Flatness Problems”, *Physical Review, D* 23, 347 (1981).
33. El Hasi, C.; “Non Trivial Dynamics and Inflation”, “Chaos in Gravitational N-Body Systems” of J.C. Muzzio et al (Kluwer Academic Publishers) 239-244. (1996).
34. Gamow, G.; “Mr. Tompkins in Wonderland, Mr. Tompkins explores the atom”, Cambridge University Press, Cambridge, lectures (1993).
35. Nottale, L.; "Origin of complex and quaternionic wavefunctions in quantum mechanics: the scale-relativistic view", Ed. P. Anglès, Birkhauser (2006).
36. Bennun, A. and Avron, M.; “The relation of the light-dependent and light-triggered adenosine triphosphatases to photophosphorylation”, *Biochimica et Biophysica Acta*, 109, 117-127 (1965).
37. Bennun, A.; “Hypothesis for coupling energy transduction with ATP synthesis or ATP hydrolysis”, *Nature New Biology*, 233, , No. 35, 5-8 (1971).
38. Lewis, A. and Challinor, A.; “Weak gravitational lensing of the CMB”, *Phys. Rep.* **429**: 1-65 (2006).
39. Smoot, G. and Scott, D.; “Cosmic Background Radiation”, in Hagiwara, K. et al., *Physical Review D***66**, 010001-1 (2002).
40. Smoot, G.; “COBE Observations and Results”, <arXiv:astro-ph/9902027> (1999).
41. Tegmark, M.; “The angular power spectrum of the four-year COBE data”, *The Astrophysical Journal*, 464: L35-L38 (1996).

42. Spergel D. N. et al.; "Primer año de observaciones del Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP): determinación de parámetros cosmológicos", *Astrophysical Journal Supplement* **148**, 175–194 (2003).
43. Bennun, A and Ledesma, N. "PdC-Dependent Sequence of CMB Divisions Analyzed as a Schrödinger's Energy-Box" ; *The General Science Journal, Astrophysics*, Ed. Babin, W.; Apr. 16 (2008).

Submitido

26 de Noviembre, 2008, Buenos Aires

Dirección de correspondencia

\* Dr. Alfredo Bennun  
[www.alfredbennun.com.ar](http://www.alfredbennun.com.ar)  
[alfr9@hotmail.com](mailto:alfr9@hotmail.com)  
Te/fax: 54-11-4775-7286  
Godoy Cruz 3046  
Buenos Aires, Argentina

\*\* Estudiante, UTN de Buenos Aires, Néstor Ledesma  
[nestorledesma78@hotmail.com](mailto:nestorledesma78@hotmail.com)