Salvador Ruiz Fargueta, ing. y físico. Telefónica de España
Av. del Puerto, 46021 Valencia España
salvador.ruizfargueta@telefonica.es

Before the Big Bang ?

The study of the discontinuous structure of the quanta fluctuations of the vacuum offers evidences that the Universe is a self-consistent structure. Before the Big Bang, existed a state where the Universe decided its geometric configuration and the nature of the matter and the quantum.

¿Antes de la Gran Explosión ?

Nuestra vida transcurre en un mundo de tres dimensiones espaciales, pero en un estado inmediatamente anterior al Big Bang, la gran explosión que dio lugar a todo lo que conocemos, el Universo tuvo que elegir, entre todas los posibles, la configuración geométrica actual, es decir tres dimensiones ordinarias y seis compactadas o enrolladas, tal como exige la teoría de supercuerdas la única capaz, hasta el momento, de unificar las cuatro interacciones fundamentales.

En ese estado, que llamaremos, Ψ_{BB} no existía todavía la materia ni la energía que están claramente definidas y ligadas a las tres dimensiones ordinarias . La propia naturaleza del cuanto de acción, que en cierta manera podría ser considerado como el tipo de "baldosa" o granulado de que está hecho el universo se tuvo que definir también entonces, como veíamos en el anterior trabajo en Ciencia Abierta [Nº26,2005] (ver Tabla II). En el producto :

$$\boxed{\text{Energía x Tiempo}^{f}} \qquad (1)$$

que representa el cuanto de acción, introducíamos un factor ficticio de peso f [ver Ciencia Abierta,Nº26,2005] cuyo valor generalizado a las dimensiones δ y ε , ordinarias y enrolladas, encontrábamos que era:

$$\boxed{f = (\delta+\varepsilon) / \delta - 2} \qquad (2)$$

Para que f tuviera el valor unidad debió cumplirse que $\boxed{\delta = 3}$ y $\boxed{\varepsilon = 6}$. Estos valores fueron determinantes para que existiera el propio cuanto de acción y para que las fluctuaciones cuánticas del vacío dependieran del inverso de la distancia, permitiendo el vacío estable y relativamente plano que conocemos.

La geometría del espacio está, desde el principio, íntimamente ligada a las propias naturalezas de la materia y del cuanto.

Tomando $(\delta+\varepsilon) = 9$ y dejando δ como variable, podemos realizar una generalización de la expresión (1) en el estado Ψ_{BB} :

$$\boxed{\text{Energía x Tiempo}^{(\delta+\varepsilon)/\delta\ -2}} \qquad (3)$$

Si transformamos Tiempo en Espacio mediante la expresión Espacio= (c) x Tiempo, donde (c) representa un máximo entre los dos valores, o la velocidad de la luz en nuestro universo actual, y transformamos Energía en Densidad de energía x unidad de volumen , obtenemos:

$$\boxed{(\text{Densidad Energía})_\delta \text{ x } L^\delta\ \ L^{(\delta+\varepsilon)/\delta\ -2}}. \qquad (4)$$

La expresión del exponente L (espacio o distancia) tiene un mínimo para el valor $\boxed{\delta = 3}$, las dimensiones ordinarias de nuestro Universo (ver Fig.1). Para un producto acotado del cuanto que representa (1), significa que la densidad de energía generalizada al número de dimensiones ordinarias δ (Densidad Energía)$_\delta$ tiene un máximo para ese mismo valor de δ.

El valor elegido en el número de dimensiones ordinarias corresponde a un máximo en la densidad de energía.

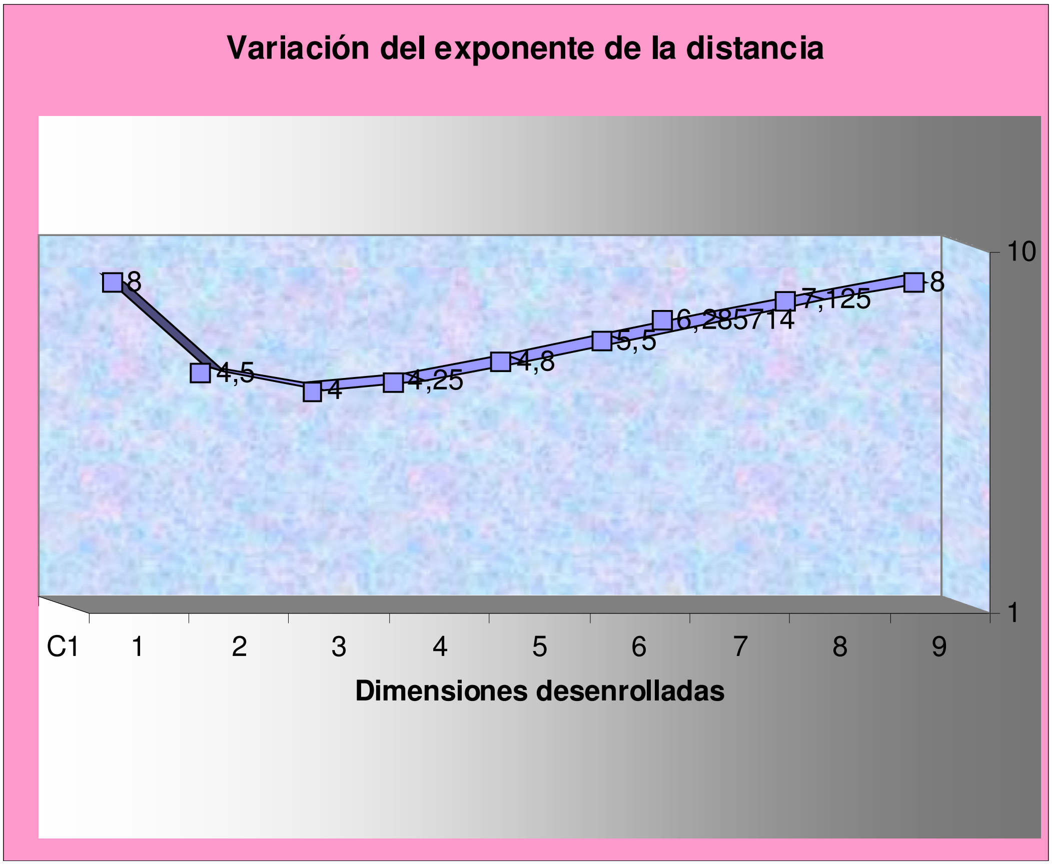


Fig.1

El estudio de la estructura discontinua de la energía de las fluctuaciones cuánticas del vacío, mediante la geometría fractal, nos ofrece evidencias de que el universo es una estructura autoconsistente. Nos muestra características de un estado anterior al Big Bang en donde se tuvo que decidir la configuración geométrica que adoptaría e íntimamente asociada a ella se decidió la naturaleza de la materia y del propio cuanto fundamental que se definió, finalmente, como cuanto de acción.

La siguiente tabla completa este gráfico y amplía algunos aspectos del mismo.

Dimens. desenrolladas	Valor exponente distancia	
0	Infinito	
1	8	
2	4,5	
3	4	
4	4,25	
5	4,8	
6	5,5	
7	6,285714	
8	7,125	
9	8	

$P_\delta \ \lambda^{\delta + (9/\delta) - 2}$ (Producto de Energía generalizada por distancia-tiempo)

El valor δ representa la variable " dimensiones desenrolladas".

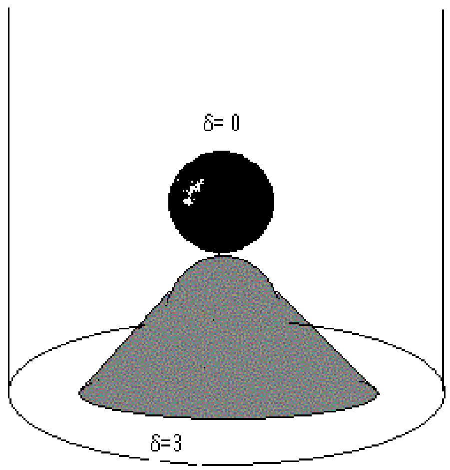
P_δ , representa la densidad de energía en función del número de dimensiones desenrolladas,, y es una medida de la deformación del espacio-tiempo por masa o energía.

Tabla I (valores de Fig. 1)

En ese particular estado, posiblemente, el espacio-tiempo se reducía al tiempo imaginario de Hartle-Hawking. Según Hartle: "Tiempo imaginario no se refiere a la imaginación: hace referencia a los números complejos. Como demostraron Einstein y Minkowsky, el espacio-tiempo constituye una geometría cuatridimensional. Es posible ir aún más lejos de estos conceptos. Si se miden las direcciones del tiempo utilizando números complejos, se obtiene una simetría total entre espacio y tiempo, que es, matemáticamente, un concepto muy bello y natural".

Según los teoremas de la singularidad de Hawking, la Teoría de la Relatividad General clásica de Einstein implica que el Universo tuvo una singularidad al principio. Sin embargo, cuando se le aplica la mecánica cuántica carece de dicha singularidad. En la formulación de la **ausencia de límites** de Hartle-Hawking, el tiempo es imaginario, y en vez de tener un borde, el espacio-tiempo sería como la superficie de la Tierra , finita pero sin límites . Suponiendo tiempo imaginario, el Universo no tuvo comienzo, no tiene límite, es una totalidad en sí mismo, autoconsistente.

En términos del mecanismo de Higgs, para $\boxed{\delta = 0}$ hubo un rompimiento espontáneo de simetría dirigido a obtener $\boxed{\delta = 3}$ y la fuerza gravitacional se desacopló de las otras tres con lo que comenzó a originarse la masa del Universo en $\boxed{\delta = 3}$. El vacío para este valor de dimensiones desenrolladas debe ser el mínimo absoluto del potencial de Higgs. Su campo escalar ofrece la particular propiedad de no anularse en el vacío y por ello señala una dirección favorecida: la dirección de ruptura. Ver ejemplo en Fig.2 , donde el estado inicial, simétrico ,correspondería al momento en que la bola está en la cúspide del fondo de botella. Posteriormente se romperá espontáneamente la simetría y la bola buscará el potencial más bajo en el fondo. Los dos estados serían similares al estado inical simétrico del Universo en $\boxed{\delta = 0}$ y al posterior, después de rota la simetría, en $\boxed{\delta = 3}$ cuando comenzó a originarse la masa y se definió el cuanto de acción.



Simetría espontánea rota:
una bola colocada en la cúspide de un fondo de botella.

Fig.2

El estado que hemos llamado Ψ_{BB} y situamos antes del Big Bang, de existir, podría confirmar la teoría de ausencia de límites de Hartle-Hawking .

Bibliografía:

G.Cohen -Tannoudji,M.Spiro:*La materia-espacio-tiempo .Espasa-Calpe,Madrid,1988.*

S.Hawking:*El Universo en una cáscara de nuez.Crítica, Barcelona,2002.*

M.Kaku : *Hiperespacio. Crítica, Barcelona, 1996.*

B.Mandelbrot :*Los objetos fractales*. *Tusquets Editores,Barcelona,1987*.

B.Mandelbrot *et al* : P*ensar la Matemática*. *Tusquets Editores,Barcelona,1988*.

L.Nottale*:¿Existe un espacio-tiempo fractal?. Investigación y ciencia, nº250, 1997,pp.66-73.*

http://coco.ccu.uniovi.es/geofractal/ *Curso muy completo sobre fractales de la Universidad de Oviedo.*

J. S. Ruiz Fargueta*: Estabilización cuántica y dimensiones enrolladas . Nº 23, 2004,*

Revista Ciencia Abierta, Universidad de Chile: *http://cabierta.uchile.cl/revista/23/articulos/pdf/edu3.pdf*

J.S. Ruiz Fargueta*: El sorprendente vacío cuántico. Revista Elementos (Benemérita Universidad*

Autónoma de Puebla) nº 53 ,2004, pp.52-53. (También en la web:

http://www.elementos.buap.mx/num53/htm/52.htm)

J.S. Ruiz Fargueta*:El Universo geómetra.Divulcat, Revista de divulgación de ciencia y tecnología:*
www.divulcat.com/divulgacion/el_ universo_geometra_por_que_3_dimensiones__334.html

J.S.Ruiz fargueta: *La naturaleza del cuanto de acción y las dimensiones enrolladas. Nº26,2005 Revista Ciencia abierta. Universidad de Chile*:

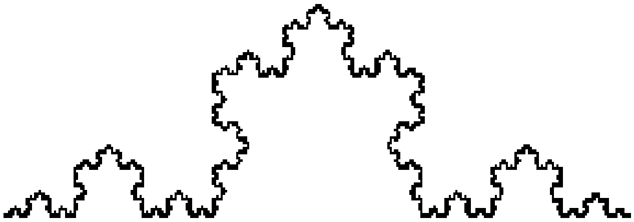
http://cabierta.uchile.cl/~cabierta/revista/26/articulos/cartas.html

TABLA II. Dimensión fractal. Recubrimiento y dimensión.

Dimensión fractal.

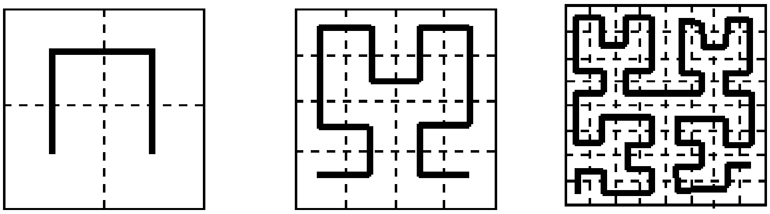
Una línea recta ideal es continua, tiene dimensión topológica 1, pero las líneas reales nunca son continuas, ofrecen innumerables rugosidades y puntos de discontinuidad. El objeto geométrico que mejor las define se llama curva fractal (fracturada, rota) y su dimensión , llamada dimensión fractal, es una suma de la dimensión topológica y de un factor dimensional tanto mayor cuanto más intrincada sea la línea en cuestión.

En la figura siguiente se muestra la curva fractal llamada de Koch (es autosemejante, aunque no todos los fractales lo son).



Su dimensión fractal es 1,26185... Está entre el valor 1 (línea) y el valor 2 (plano). Nos indica que la curva está llenando parte del plano . De hecho hay curvas fractales capaces de llenar **por completo** el plano y , precisamente, por eso tienen dimensión fractal 2.

Un ejemplo de curva que llena el plano es la llamada curva de Hilbert. En la figura siguiente se muestra su construcción hasta el tercer paso, en el límite acabaría recubriendo todo el plano.



En la curva de Koch, el factor dimensional que mide su irregularidad sería de 0,26185, en la curva de Hilbert este valor llega a ser 1. Conforme la curva es más irregular y cubre mejor el plano vemos que el factor aumenta.

Recubrimiento y dimensión.

Una línea recta de longitud n queda recubierta por un número n de segmentos de longitud unidad. Podemos expresarlo diciendo que longitud_línea = $(n)^{+1}$. Un cuadrado con lado n queda recubierto por n^2 pequeños cuadrados de lado la unidad. De forma similar a la línea se puede expresar que superficie_cuadrado = $(n)^{+2}$ .Sabemos que una línea recta tiene dimensión topológica 1 y una superficie dimensión 2. Para recubrirlos necesitamos un elemento similar pero más pequeño n^D veces (en estos ejemplos de magnitud unidad). **En general, el exponente D representa la dimensión del objeto** .

Para objetos fractales se puede actuar de forma similar, pero el exponente que en la línea o el cuadrado era +1 ó +2 , resultará no necesariamente entero (y muy posiblemente fraccionario), pues dicho exponente, en este caso, es la suma de la dimensión topológica más un factor dimensional.

La energía de las fluctuaciones cuánticas del vacío, en una región del espacio de magnitud característica L (longitud), es proporcional a 1/L. Si entre los puntos A y B estimamos una energía que llamaremos unidad de energía = 1 (siendo los 5 segmentos entre A y F iguales) la energía que corresponde entre AF será 1/5:

```
A..........B..........C..........D..........E..........F   -----> ( distancia total entre AF) = L .
     V        V        V         V         V
     1        1        1         1         1        -----> ( energía estimada entre dos puntos contiguos) = 1.
      \                               /
        \                           /
          \                     /
```

(energía estimada entre A y F) = 1/5. **<u>En general, para n segmentos de energía unidad</u> :**

energía_total = $(n)^{-1}$. El exponente que representa la dimensión, en este caso, es negativo. Lo que supone que:Las fluctuaciones cuánticas sean grandes a distancias sumamente pequeñas y , prácticamente, nulas a las distancias ordinarias, permitiéndonos advertir el espacio estable y vacío.

En un espacio de 9 dimensiones espaciales, de ellas 6 enrolladas, con un factor dimensional de irregularidad 6 (en la curva de Hilbert, por ejemplo, este factor es de 1) , obtenemos esa dimensión fractal negativa . Las dimensiones enrolladas actuaron restando donde el factor dimensional de irregularidad suma, pero esto sólo pudo pasar en el momento en que se definía la naturaleza de cuanto.