

La filosofía plantea las preguntas y la ciencia las responde, y sobre esas respuestas la filosofía plantea nuevas preguntas

ENSAYO FILOSÓFICO

EL UNIVERSO

Año 2023

Autor

Javier Colomo Ugarte

©

ÍNDICE

1. La interpretación del Cosmos

2. Sobre la forma, el espacio y el tiempo del Universo

2.1 La forma del Universo

2.2 El espacio

3.3 El tiempo

2.4 El movimiento expansivo en el Universo

2.5 El instante

2.6 La simultaneidad

3. Energía, materia, masa

3.1 La expansión del Universo

3.2 Los agujeros negros

3.3 El horizonte de sucesos

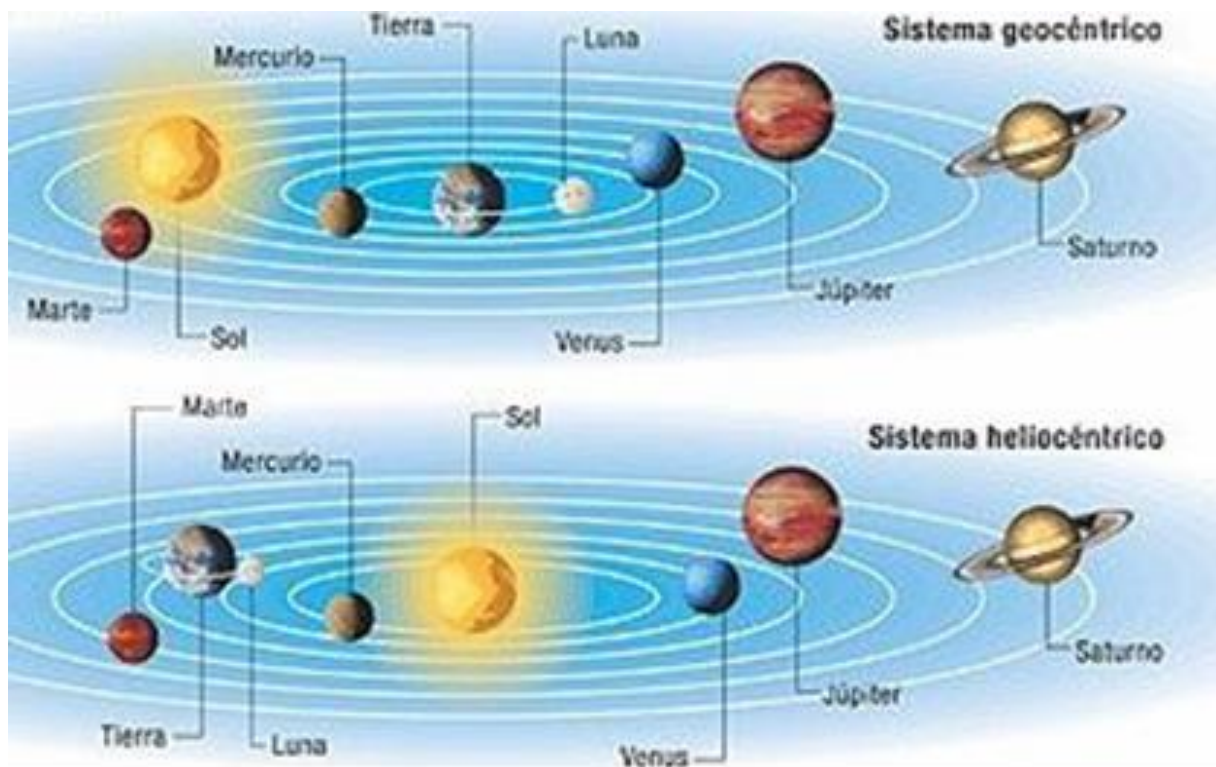
3.4 Fases de la evolución del Universo

3.5 Variaciones en la evolución del Universo

NOTAS

1. LA INTERPRETACIÓN DEL COSMOS

La interpretación del *Cosmos* y la percepción del planeta *Tierra* como centro del *Universo* vigente hasta el siglo XVI, será reemplazada por una interpretación fundamentada en la observación realizada por Nicolás Copérnico (1473-1543), poniendo fin al *Mito* de la Tierra como centro del Universo. Gracias a sus investigaciones Copérnico desarrolló la teoría heliocéntrica del sistema solar, afirmando que la Tierra no era más que otro de los planetas que giran alrededor del Sol.

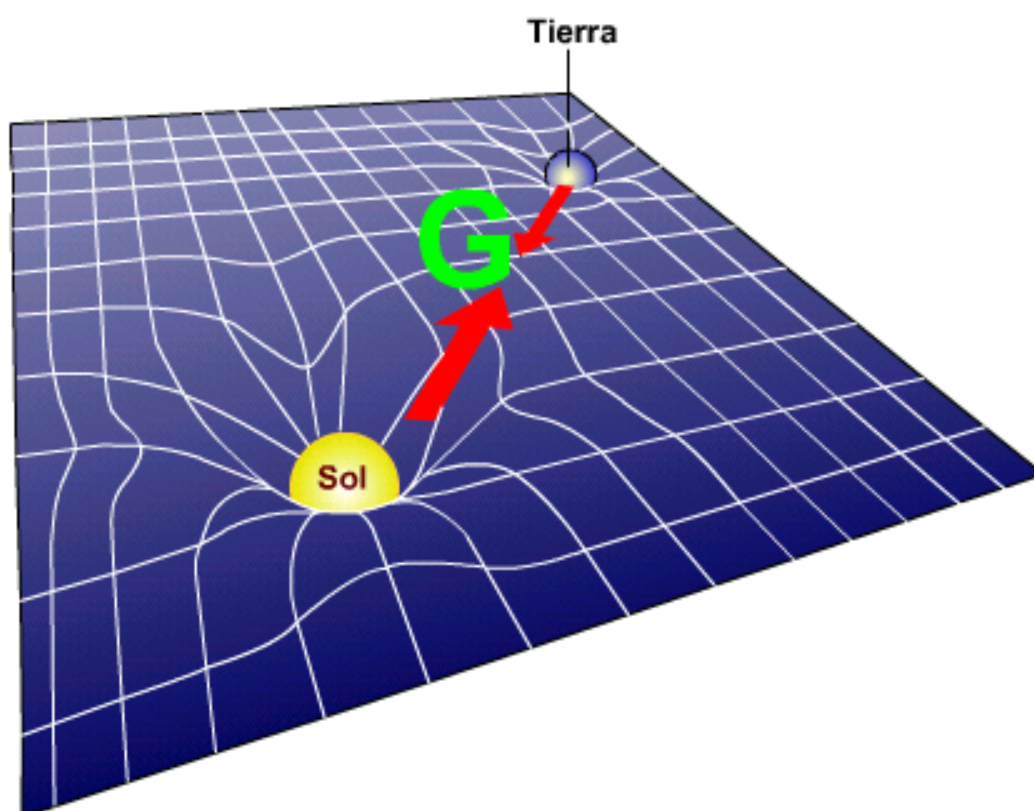


La teoría heliocéntrica de Copérnico dio lugar a la física clásica, la cual fue continuada por figuras como Galileo (1564-1642), que describiría más detalladamente los movimientos de los planetas alrededor del Sol, y Newton (1643-1727), que interpretaría matemáticamente las leyes de la gravitación universal y del movimiento cósmico, dando lugar en el siglo XVII al *primer paradigma científico* en la historia de la humanidad. La ley de la gravedad universal de Newton establece que

cada cuerpo del Universo atrae a todo otro cuerpo con una fuerza proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ellos, pero sabía que no podía ofrecer una idea de por qué esto era así. La mecánica de Newton fue considerada como la descripción definitiva del Universo, hasta que Einstein (1879-1955) en el siglo XX vino a cambiarlo todo.

Einstein abordó la cuestión de la gravedad dándose cuenta de que la forma en la que era comprendida no era exacta. En 1911 publicaría su primera aproximación a la *teoría general de la relatividad*, que reformaba las grandes teorías de Newton

Con la relatividad general, Einstein ofrece una solución a por qué la gravedad funciona: dos objetos se atraen entre sí porque las masas distorsionan el espacio alrededor de ellas, y, con ello, la distancia entre ellas, y en consecuencia el tiempo que tarda la luz en recorrer esa distancia, de tal manera que cualquier cuerpo en la cercanía de otro cuerpo con masa superior se “desliza” hacia ésta, *girando sobre si misma* en la pendiente de la curvatura creada. [\(01\)](#)



Posteriormente las capacidades de observación aumentarán con el microscopio y el telescopio que permitirán ahondar científicamente en las grandes preguntas sobre la creación y funcionamiento del Universo, del mundo atómico y subatómico, dando lugar a un segundo paradigma científico que ha supuesto una separación definitiva entre la física y la metafísica por ser ésta: meta (más allá) del conocimiento físico.

[\(02\)](#)

**

2. SOBRE LA FORMA, ESPACIO Y TIEMPO DEL UNIVERSO

En la teoría universal avalada por la comunidad científica, existen una serie de premisas que son invariantes en el Universo:

-La luz es una onda y carece de masa. Ningún objeto o partícula con masa puede sobrepasar la velocidad de la luz en el vacío, estimada en unos 300.000 km por segundo. [\(03\)](#)

-La temperatura mínima más baja que se puede alcanzar en cualquier parte del Universo es el denominado *cero absoluto*, estimado en $-273,15$ °C.

-El Universo tiene su origen en el *Bing Bang* o gran explosión acontecida hace unos 13.700 millones de años terrestres.

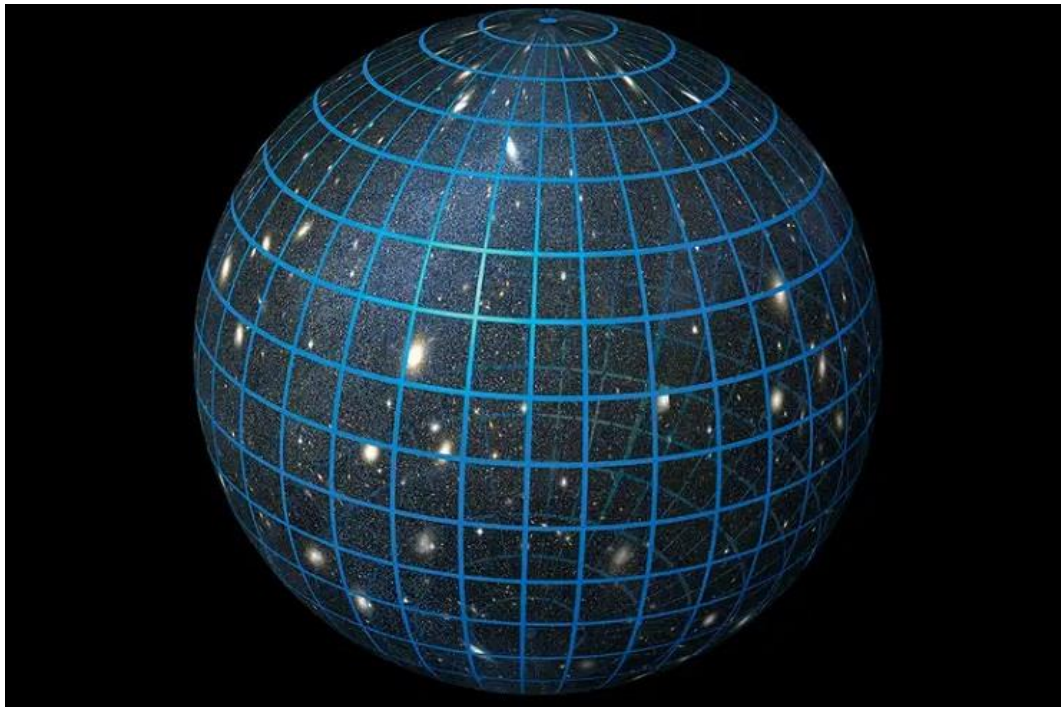
-Desde ese momento el Universo ha venido expandiéndose de forma constante.

-Según el segundo principio de la termodinámica todo cuerpo caliente emite su calor en forma de radiación hacía las partes más frías, en ningún caso a la inversa.

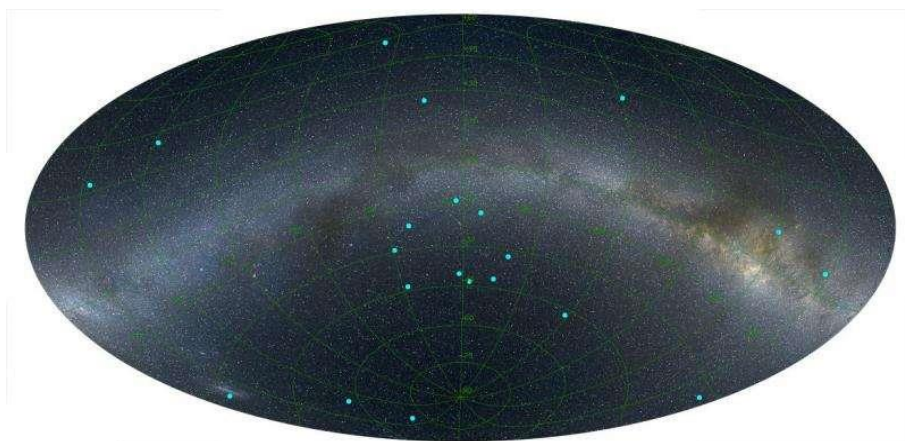
-En todo proceso térmico se produce un aumento de la entropía (S) o irreversibilidad del proceso térmico. [\(04\)](#)

2.1 LA FORMA DEL UNIVERSO

La forma del Universo es la de un objeto tridimensional que se expande de su centro al exterior. La expansión es constante en todos sus puntos, de lo que se deduce una forma esférica.



Otras formas no esféricas serían posibles si la expansión del Universo no fuera igual en todos sus puntos.



2.2 ESPACIO

El Universo es finito, el infinito (∞) es un concepto metafísico que no puede ser estudiado por la física, puesto que la física no puede operar con números infinitos.

2.3 TIEMPO

El concepto del tiempo no es una realidad física, lo que existe es el movimiento.

El Universo es movimiento constante de todos sus elementos, y su interpretación se realiza en diferentes unidades de medida de: *Espacio - Tiempo*.

El tiempo como las matemáticas son abstracciones humanas que permiten interpretar la realidad de forma más o menos precisa, el concepto del tiempo sirve para dividir el movimiento en unidades contables que permitan medir el movimiento. Por ejemplo, cuando decimos, la tierra gira sobre si misma cada 24 horas; el enunciado “La tierra gira sobre si misma” especifica el movimiento; “cada 24 horas” especifica las unidades de medida que miden el movimiento. Sin recurrir a una unidad de tiempo, se podría decir, que cualquier punto del ecuador recorre en un giro de la Tierra 40.800 km. Si la Tierra no girase no habría tiempo terrestre.

En un Universo de movimiento constante de todos sus elementos no existe el *reposo absoluto* de los cuerpos, sino lo que existe es el *reposo relativo* entre dos cuerpos.

Por ejemplo, si miramos una montaña podemos decir que la misma está en reposo, sin embargo la montaña se mueve con el movimiento de rotación y traslación de la Tierra, pero relativamente está en estado de reposo con relación a ese movimiento de la Tierra.

2.4 EL MOVIMIENTO EXPANSIVO EN EL UNIVERSO

El movimiento expansivo del Universo le hace cambiar constantemente de tamaño de menor a mayor.

Conocida la velocidad del movimiento expansivo, dividiendo en partes la distancia recorrida de la expansión, se obtienen los diferentes tamaños que ha tenido el Universo hasta llegar estimativamente al origen primigenio.

En el Universo en expansión la sucesión de acontecimientos se realiza en base a dos características: El *instante* y la *simultaneidad*.

2.5 EL INSTANTE

El *instante* es una fracción del movimiento pues lo que ha sucedido en un instante ya no existe como realidad física en el *siguiente instante*, solamente quedan los efectos físicos del instante precedente.

Por ejemplo, el río fluye y el agua que está en un punto del río nunca es la misma.

[\(05\)](#)

Todos los instantes acontecidos en el universo están interconectados hasta donde las leyes de la física y la termodinámica lo permiten. Por ejemplo, en el universo, la explosión de una supernova puede alterar de manera imprevisible el espacio cósmico hasta donde llegan sus efectos.

2.6 LA SIMULTANEIDAD

La *simultaneidad* son los sucesos producidos en un *instante* en todos los puntos del Universo a la vez.

Por ejemplo, si observamos una estrella situada a 5.000 millones de años luz, estamos viendo lo que sucedió en esa región del Universo hace 5.000 millones años, cuando el tamaño del Universo era aproximadamente un tercio menor del instante de la observación y nuestro sistema solar aun no estaba formado.

En ese periodo de 5.000 millones de años del movimiento de la luz, es muy posible que la estrella observada ya no exista y en su lugar exista una *enana blanca*. [\(06\)](#)

La luz es el transmisor de imágenes de todos los *instantes* acontecidos en los cuerpos brillantes a lo largo de su existencia. El observador visualiza esos *instantes* en función del momento de la observación.

Retroceder en el movimiento es imposible, y pensar en ello una estupidez, pues sería retroceder en todos los instantes simultáneos acontecidos. Por ejemplo, el agua del río debería retroceder, la estrella convertida en enana blanca recuperaría su forma de estrella, Juan que murió hace un tiempo estaría vivo, la entropía que mide los procesos térmicos sería reversible, etc.

3. ENERGÍA, MATERIA Y MASA

En el Universo, la *energía* y la *materia* conforman una *unidad* en una realidad cambiante de *materia* por *energía* que es el proceso que realizan las estrellas con la *fusión nuclear*.

Las estrellas surgen a partir de nubes de gas de hidrógeno y restos de otras estrellas (supernovas) (07), la gravedad va uniendo todas las partes formándose una *protoestrella* que empieza a colapsar por la fuerza de la gravedad que va progresivamente aumentando en su contracción, lo cual produce que la protoestrella aumente su temperatura hasta llegar al punto de la *fusión nuclear de las nubes de hidrógeno*; las reacciones en cadena de la *fusión nuclear* encienden la estrella y frena el colapso de la estrella manteniendo un equilibrio entre su gravedad y la fuerza expansiva de las reacciones termonucleares, y de ser un cuerpo oscuro se transforma en uno brillante que comienza a transformar el hidrógeno en helio liberando cantidades ingentes de energía en forma de calor de onda corta dentro del espectro visible, con ello el Universo progresivamente tiene *menos volumen de materia* al convertirse ésta en energía. (08)

La energía de las estrellas emitida durante toda su vida se realiza bajo el *segundo principio de la termodinámica* por el que toda fuente de calor va a calentar las regiones más frías de su entorno. Sin embargo, si bien la energía de las estrellas calientan el Universo su constante expansión crea nuevas regiones frías.

En este proceso, las temperaturas por la ley de la *entropía* tienden a equilibrarse produciendo un aumento constante de la entropía.

Una constante estudiada por Emmanuel Clausius (1822-1883) que debería culminar en la denominada por él como la muerte térmica del Universo. (09)

En cada *instante* del Universo se producen, pues, dos nuevas realidades:

- 1ª La reducción del volumen de la materia que sirve de combustible a las estrellas.
- 2ª Un aumento constante de la *entropía* en el espacio cósmico.

3.1 LA EXPANSIÓN DEL UNIVERSO

En el Bing Bang la energía expansiva debería haber surgido de la transformación instantánea de gran parte de la materia del protonúcleo del *Bing Bang* en energía abriendo un *espacio cósmico* en constante expansión.

Los restos de la materia que no fueron transformados en energía se expandieron en un *espacio* muy caliente que durante un gran periodo del movimiento expansivo cósmico permaneció en subpartículas atómicas hasta que el descenso de temperatura debido a la expansión del Universo propiciaría la aparición de átomos estables que fueron constituyendo los elementos más ligeros de la materia como el hidrógeno.

Conforme aumenta la expansión del universo la relación del espacio respecto del volumen de la materia es mayor, lo que significa un distanciamiento entre sí de los núcleos galácticos a modos de islas en medio de un creciente y frío vacío. [\(10\)](#)

3.2 LOS AGUJEROS NEGROS

Las estrellas cuando agotan el combustible de sus reservas de hidrógeno que las mantiene encendidas por las reacciones termonucleares, pierden la fuerza expansiva que impedía su colapso por la fuerza de la gravedad y terminan colapsando, derivando en función del tamaño y masa de la estrella hacia dos cuerpos diferentes:

-Cuando la masa de la estrella es inferior de 20 a 25 veces a la del Sol termina en una enana blanca.

-Cuando es superior deriva en un agujero negro.

Las enanas blancas se mantienen visibles porque su brillo proviene de la *materia* en estado magmático debido al calor generado en su contracción y *no transformable* en energía termonuclear de los nuevos elementos que están compuestas hasta su progresivo enfriamiento.

La formación de un agujero negro se establece cuando la masa adquirida es capaz de capturar la luz de tal manera que no es posible observarlo directamente, sino solamente deducirlo por sus dimensión oscura dentro del *horizonte brillante de sucesos* y por su fuerza gravitatoria sobre su entorno.

En ambos casos, la masa adquirida en su colapso es muy superior a la masa original al pasar, por efecto de la presión de la gravedad, los elementos más ligeros de la [tabla periódica](#) como el hidrógeno de la que estaba principalmente formada, al concentrarse en los elementos más pesados de la tabla periódica, produciéndose con

ello una relación inversa entre un *Cosmos* que progresivamente tiene *menos volumen de materia pero más masa*. [\(11\)](#)

Por ejemplo, la fuerza gravitatoria de atracción que ejerce un agujero negro sobre los cuerpos celestes de su entorno es muy superior a la estrella que le precedió en su formación; lo que permite pensar que probablemente un agujero negro contenga elementos superpesados desconocidos de la *tabla periódica*. Una aproximación a la densidad media de la masa de un agujero negro podría conocerse si se pudiera saber la relación entre su tamaño y su masa.

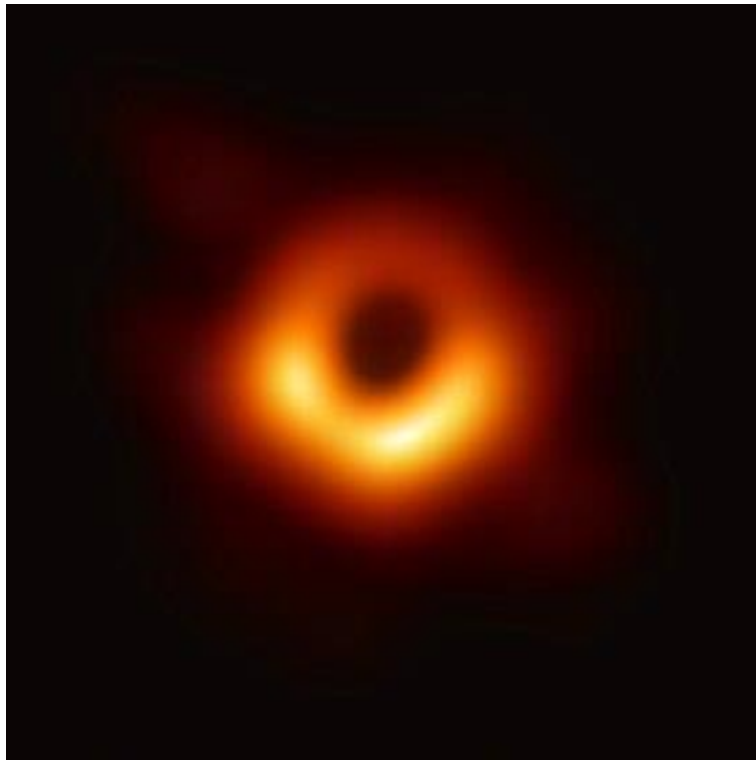
La masa se acrecienta también por la unión de masas, por ejemplo, la masa derivada de la fusión de dos agujeros negros no es igual a la suma de las masas de los dos agujeros negros sino que es muy superior.

3.3 EL HORIZONTE DE SUCESOS

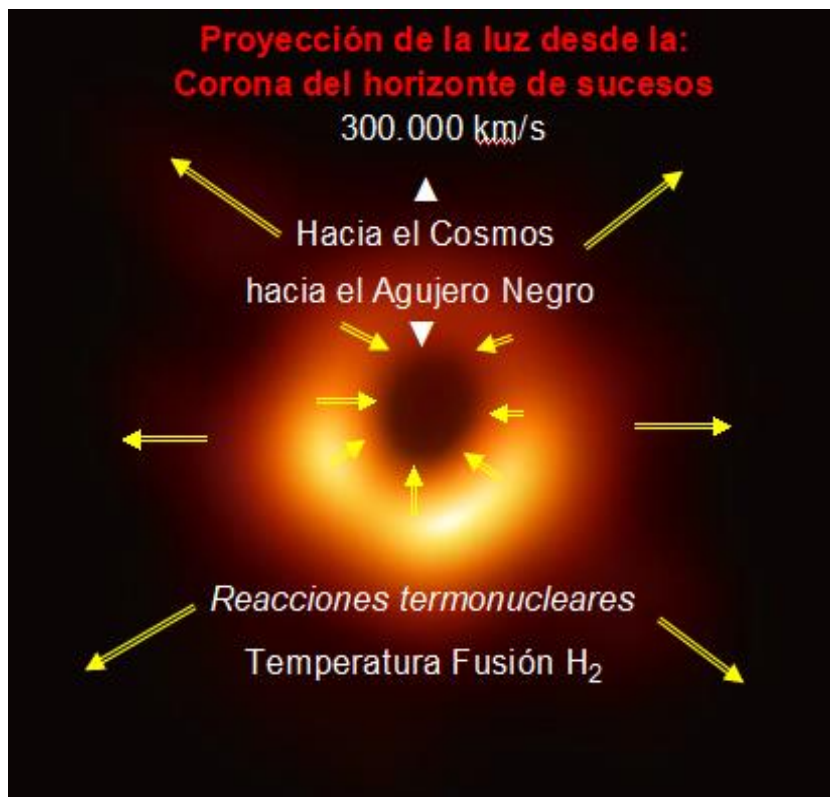
El proceso de contracción del agujero negro además de producir un incremento de su masa, debe originar un incremento considerable de su temperatura, y aunque su masa como en las enanas blancas puede alcanzar un estado magmático, incluso llegar a la temperatura de fusión del hidrógeno, ésta no tiene la capacidad de transformar los elementos de la materia de la que está formado en energía termonuclear, y el agujero negro se constituye como un cuerpo super-masivo sin luz visible.

La enorme masa del agujero negro ejerce una poderosa atracción sobre toda la materia circundante principalmente sobre las nubes de gas de hidrógeno; la fuerza de la gravedad del agujero negro incrementa la temperatura de las nubes de hidrógeno capturado en su entorno y cuando alcanza el punto de la fusión nuclear se crea un anillo fotónico visible a su alrededor. De esta manera, el agujero negro, a pesar de ser un cuerpo oscuro por la captura que realiza de la luz, pasa a generar una potente y luminosa fuente de combustión termonuclear en su perímetro.

Este anillo termonuclear impide que el agujero negro expulse su calor al espacio exterior, manteniendo así un equilibrio entre su poderosa atracción y su temperatura.



Primera imagen de la esfera de fotones de un agujero negro supermasivo ubicado en el centro de la galaxia M87, presentado el 10 de abril de 2019 por el consorcio internacional Telescopio del horizonte de sucesos.



Fuente. Consorcio Internacional Telescopio del horizonte de sucesos.

Elaboración propia.

Al término de las reservas de hidrógeno de su corona, la barrera de contención termonuclear que impedía que fuera absorbida por el agujero negro y mantenía su temperatura, desaparecerá, y el agujero negro capturará la materia residual no combustible de la corona, y se irá enfriando lentamente expulsando su calor al espacio exterior.

A partir de ese momento el agujero negro convertido en *materia oscura* ya no será observable, y solo será detectable por sus efectos gravitatorios.

3.4 FASES EN LA EVOLUCIÓN DEL UNIVERSO

1. El origen del Bin Bang puede estar en un núcleo originario de características similares a la formación de un agujero negro pero con la singularidad de que la enorme temperatura adquirida en su contracción llegó a un punto donde parte de su masa se convirtió en energía de forma instantánea y explosiva.

La explosión abrió un espacio cósmico que la *energía oscura* generada por la misma sigue ampliándolo con la expansión continua del Universo.

2. En el periodo de los primeros 400 millones de años del Universo, parte de la materia no convertida en energía, debido a la enorme temperatura en el oscuro espacio primigenio, permaneció en forma de subpartículas atómicas hasta que el progresivo enfriamiento debido a la expansión del universo permitió la creación de átomos de los elementos más ligeros como el hidrógeno.

3. Con posterioridad, la fuerza de la gravedad concentraría la nubes de hidrógeno y daría lugar a la formación de las primeras estrellas, y el espacio comenzaría a iluminarse con radiación de onda corta.

Es muy probable, que en el periodo de los primeros 400 millones de años del Universo, partes de la materia original del Bing Bang hubieran resistido la enorme temperatura inicial formando cuerpos oscuros al modo de agujeros negros primordiales, formando una *materia oscura* que, en unos casos, según su masas, hubieran dado lugar a las primeras estrellas al atraer las nubes de hidrógeno recién formadas; en otros casos, formando agujeros negros primitivos sin pasar por el proceso previo de formación de estrellas, y que continuarían prevaleciendo

conjuntamente con los agujeros negros posteriores surgidos del colapso de las estrellas supermasivas al término de su vida cósmica.

Este tipo de materia oscura formada en los primeros 400 millones de años del Universo y fracturada en millones de cuerpos oscuros, habrían sido durante los siguientes 13.000 millones de años, los catalizadores en la captura de las nubes de hidrógeno y de su colapso gravitatorio hasta alcanzar la temperatura de fusión del hidrogeno que da inicio a las estrellas.

Ello explicaría, la formación en muy poco tiempo, de los millones de estrellas que pueblan el Universo, pues resulta poco probable que sin mediar un elemento aglutinador de las nubes de hidrógeno éstas comenzarían a colapsar en millones de núcleos dispersos hasta alcanzar la temperatura de fusión nuclear del hidrógeno, y no se hubieran mantenido en su estado original de nubes erráticas en medio de la expansión del Universo, lo que abre la interrogante sobre si las estrellas no están constituidas por un núcleo de materia oscura primigenia, no observable por el brillo de la estrella, y no detectable por estar circunscrito dentro de la masa de la estrella.

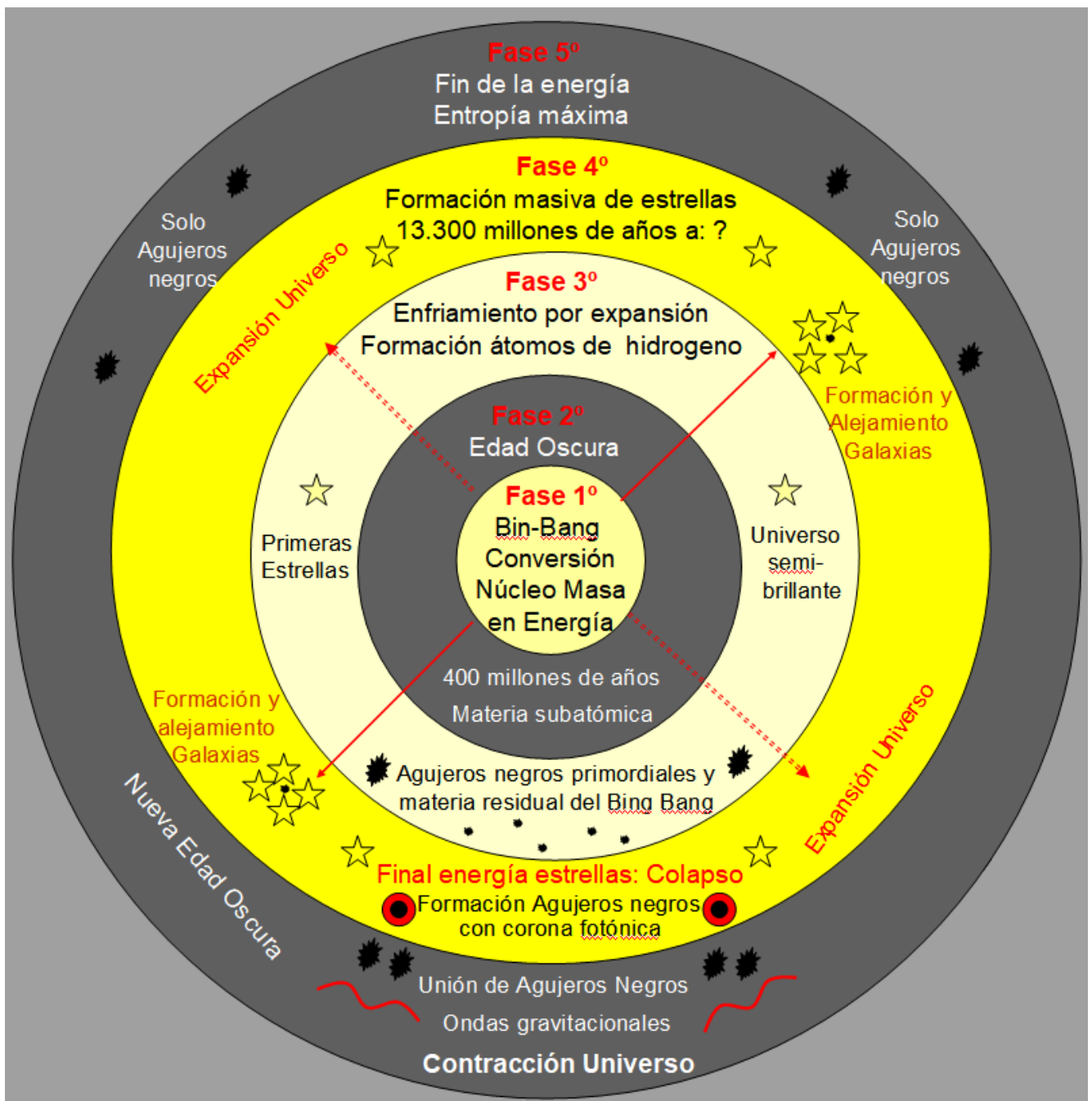
A su vez, los cuerpos supermasivos primigenios de esta materia constituirían los agujeros negros que hubieran dado lugar a la formación de galaxias, pues el proceso de formación de una galaxia de forma azarosa, sin un cuerpo oscuro supermasivo previo que aglutine las estrellas en su entorno, no concuerda con la estructura similar en todas las galaxias conocidas hasta ahora que giran en torno a su centro formado por un cuerpo oscuro supermasivo.

4. Esta fase del Universo en el que ha permanecido durante 13.000 millones años ha sido la de una sucesión de generaciones de estrellas y su posterior conversión en enanas blancas o agujeros negros.

Nuestro Sol con unos 5.000 millones años está en la mitad de su vida, lo que le convierte en la tercera generación de estrellas desde el inicio del Bing Bang.

5. El Universo es limitado en materia y por consiguiente también en la conversión de ésta en energía. Una vez agotada la misma, las estrellas y las coronas de los cuerpos

negros se habrán extinguido quedando los restos de ellas en forma de agujeros negros, dando lugar a una etapa de oscuridad total del Universo.



Elaboración propia.

3.5 VARIACIONES EN LA EVOLUCIÓN DEL UNIVERSO

De los apuntes realizados anteriormente a la *teoría estándar* sobre el Universo, las conclusiones son:

Todo lo que existe en el Universo tiene su origen en el Bing Bang, sin embargo, el Universo en su evolución se transforma en base a las variaciones de tres elementos fundamentales que se formaron en su inicio.

a). La *energía oscura*, o impulso constante desde un centro en el que supuestamente, en el *instante* actual, solo quedará un enorme vacío.

b). La *materia oscura* o partes de la materia no fusionable en energía de la que estaría formado el núcleo que dio origen al Bing Bang.

c). *Las partículas de los átomos de los elementos más ligeros de la materia*, principalmente el hidrógeno, dispersos por la enorme temperatura del Universo primigenio de los primeros 400 millones de años.

Los cambios en estos tres fundamentos primigenios son sobre los que ha evolucionado y evolucionará el Universo.

1º En los primeros 400 millones de años desde el Bing Bang, la ampliación del Universo por el efecto de la *energía oscura* llevaría a un enfriamiento progresivo del espacio cósmico, lo que permitiría la formación de los átomos de hidrógeno.

2º Estos átomos constituirían la nueva materia con masa sobre la que actuaría la fuerza gravitatoria de la *materia oscura* formada por millones de fragmentos de la materia de la que estaba formado el núcleo del que se desencadenó el Bing Bang.

3º La contracción de las nubes de gas de hidrógeno por parte de los restos de la *materia oscura* aumentaría la temperatura hasta el punto de la *fusión nuclear* y el nacimiento de las estrellas.

4º El universo seguiría expandiéndose y los cuerpos masivos de la *materia oscura* ejercerían un influjo gravitatorio sobre los conjuntos de estrellas dando lugar a las galaxias. [\(12\)](#)

5º La *materia ordinaria*, formada en un 98% por hidrogeno, las estrellas la van transformando en *Energía*, a modo de millones de quemadores termonucleares de hidrógeno, dando lugar en este proceso a otro elemento ligero de la materia, el helio.

El resto de elementos más pesados se crearán en el proceso de la vida de las estrellas durante 13.000 millones de años, y constituyen el % restante.

6º La energía de las estrellas calientan el universo, pero al aumentar el volumen del espacio cósmico debido a su expansión, el Universo está constantemente enfriándose.

7º En el proceso de *expansión del Universo*, las estrellas agotarán las reservas de hidrógeno de todo el Universo, y toda la materia pasará a estar constituida por cuerpos oscuros formados al término de la vida de las estrellas, y por la *materia oscura* originaria del Bing Bang presente en el Universo.

8º En ese *nuevo estadio*, el Universo estará formado solamente por agujeros negros y por la *energía oscura*.

9º Los agujeros negros por el segundo principio de la termodinámica irán equilibrando su temperatura con la del resto del espacio, dando lugar a la *muerte térmica del Universo*, comentada anteriormente.

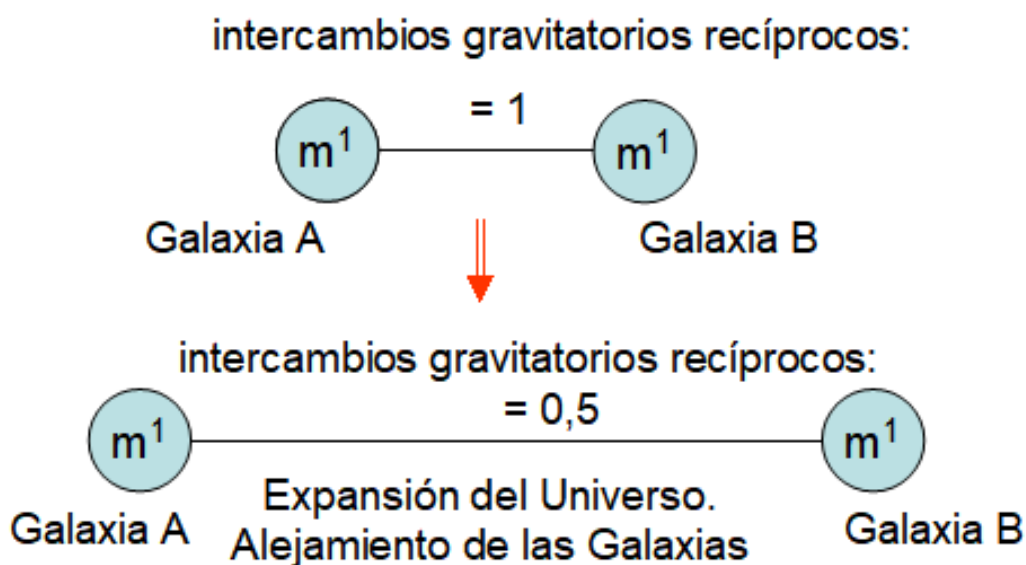
10º La *energía oscura* seguirá ampliando el universo y distanciando los núcleos de la *materia oscura* entre sí, dando lugar a un universo oscuro sin procesos energéticos, lo que plantea la pregunta sobre como deberá producirse la finitud de la expansión del Universo. [\(13\)](#)

11º El Universo desde el Bing Bang **siempre es finito**, lo que cambia continuamente es su tamaño debido a su expansión constante, que en la actualidad, obviamente (en su forma esférica) es inferior a un radio de 13.700 millones años luz (vida actual del Universo), pues la velocidad de expansión por la ley física explicada en la nota tiene que ser inferior a esa velocidad. Lo que está por dilucidar es si el efecto de expansión del Universo es finito o infinito.

12º La finitud de la expansión del Universo está en función de su *densidad media*. En su expansión el espacio se amplía constantemente, y sobre el supuesto de una **masa total fija** la *densidad media* disminuye en función de un espacio cada vez mayor; en esa situación si el Universo no supera la *densidad media crítica* para su colapso seguiría ampliándose.

Como ya se ha comentado anteriormente, el proceso de *expansión del universo* produce el *alejamiento continuo de las galaxias* y, por lo tanto, sobre la base de una *masa constante de cada galaxia al aumentar el cuadrado de las distancias*, la *interacción o intercambios gravitatorios recíprocos entre las mismas disminuyen*.

En la siguiente imagen se muestra gráficamente esta variación de los *intercambios gravitatorios recíprocos* entre las galaxias en la fase actual del Universo (clasificada en el gráfico anterior como: **Fase nº 4**).

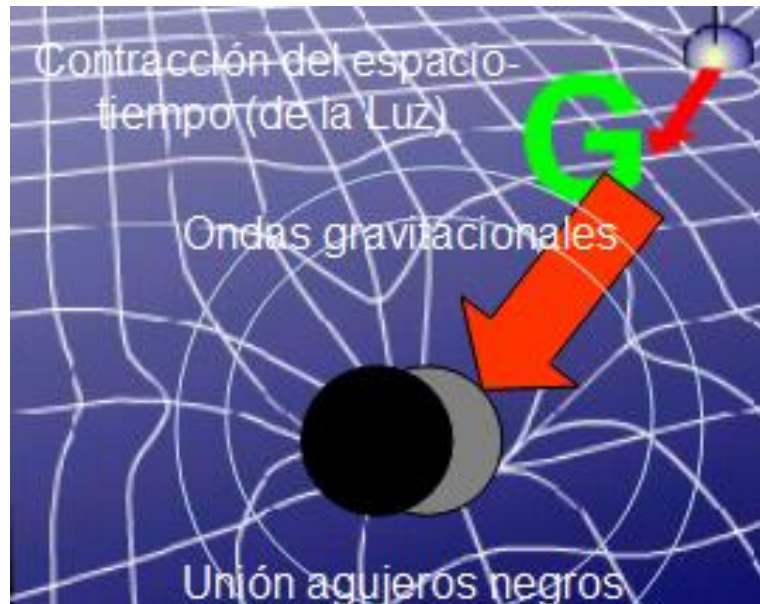


13º Sin embargo, a pesar del distanciamiento progresivo de las galaxias, internamente las estrellas que las componen al término de su vida colapsan y pasan a constituirse en diferentes cuerpos más pesados principalmente con los agujeros negros, de tal manera, que la masa total de cada galaxia se incrementa.

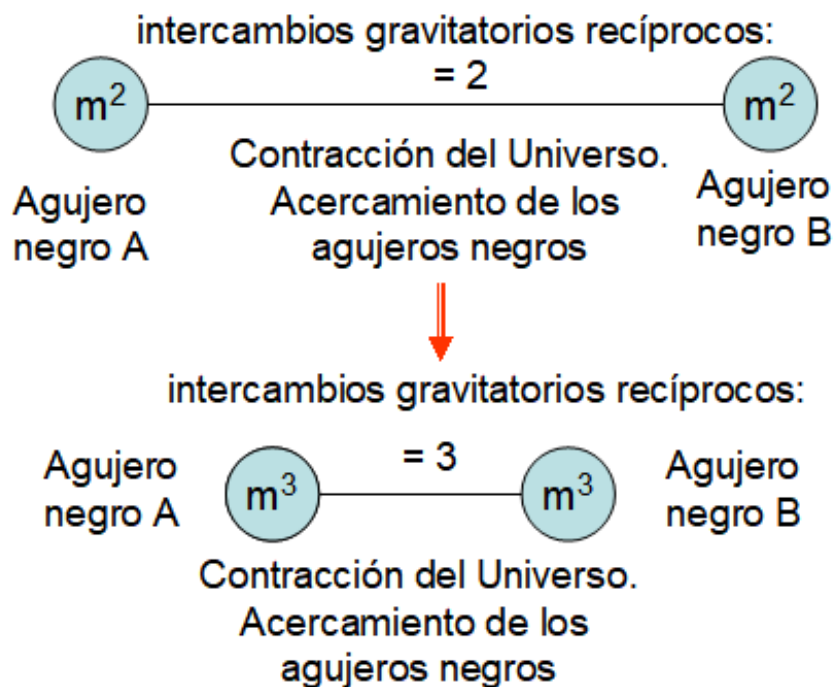
Los agujeros negros de cada galaxia debido a los *intercambios gravitatorios recíprocos* se van uniendo unos con otros y, al final, el **agujero negro central de la galaxia** termina por concentrar a todos los agujeros negros de la galaxia, convirtiéndose la misma en un solo agujero negro con una masa muy superior a la que tenía la galaxia original.

Con la implosión de las galaxias en agujeros negros (clasificada en la evolución del Universo como: **Fase nº 5 o de nueva etapa oscura del Universo**), se produce el final de los procesos energéticos o de entropía máxima (*Muerte Térmica del Universo*).

Una vez alcanzada esa fase del Universo, los *intercambios gravitatorios recíprocos* entre los agujeros negros que se han formado a partir de las galaxias originales, se incrementará de tal manera que la expansión del Universo ya no producirá el alejamiento entre los mismos, sino que su masa tendrá la capacidad de producir potentes *ondas gravitacionales* que distorsionan el espacio con efecto implosivo, es decir, contrayendo el espacio. (14)



En este proceso los *intercambios gravitatorios recíprocos* entre los agujeros negros irán aumentando progresivamente, como se puede ver en la siguiente imagen.



14º En un universo formado solamente por *agujeros negros*, la integración de unos en otros será un proceso constante **hasta agruparse todos en uno solo**, en ese instante *la densidad de la masa media de todos los agujeros negros agrupados* podría superar la *densidad crítica* con relación al espacio, hasta colapsar el Espacio al límite de un único agujero negro o Big Crunchs.



NOTAS

(01)

Gráficamente se podría decir que la masa de menor atracción está permanentemente cayendo hacia la masa de mayor atracción, pero el cuadrado de las distancias mantiene un equilibrio entre ellas.

(02)

Meta (proveniente de la preposición griega y el prefijo meta- (μετά-) significa "después" o "más allá")

(03)

La ecuación $E = m.c^2$, expresa que la energía contenida en un objeto equivale a su masa, multiplicada por la velocidad de la luz al cuadrado.

Donde:

$E = \text{Energía}$

$m = \text{Masa}$

$C = \text{Velocidad de la luz}$

De lo que se deduce que la masa es igual a:

$$m = E / c^2$$

Sin embargo, estas fórmulas se refieren a los cuerpos que están en reposo.

Ósea, cuando la velocidad del objeto (v) es igual a 0.

$$E = m \cdot c^2 + v = 0$$

$$m = E / c^2 + v = 0$$

En el caso de un objeto en movimiento la energía y la masa total de un objeto equivale a la que tiene cuando está quieto ($E = m \cdot c^2$) ($m = E / c^2$), más la energía cinética y masa que gana según el momento del objeto en movimiento = p .

$$E = m \cdot c^2 + (p = E \cdot v)$$

$$m = E / c^2 + (p = m \cdot v)$$

Por tanto, un objeto que se mueva muy rápido tendrá más energía y más masa que otro objeto idéntico, que está en reposo.

La masa es la propiedad que determina cuánta resistencia ofrece un cuerpo a ser acelerado, y cuanto más masa tenga será necesaria más energía para impulsar su movimiento.

Ahora bien, como dicta la ecuación de Einstein, si el objeto se está acelerando por el vacío, su energía total aumenta, porque se añade una cantidad de energía cinética a la precedente. Y, como esa energía cinética adicional tiene asociada una inercia, el

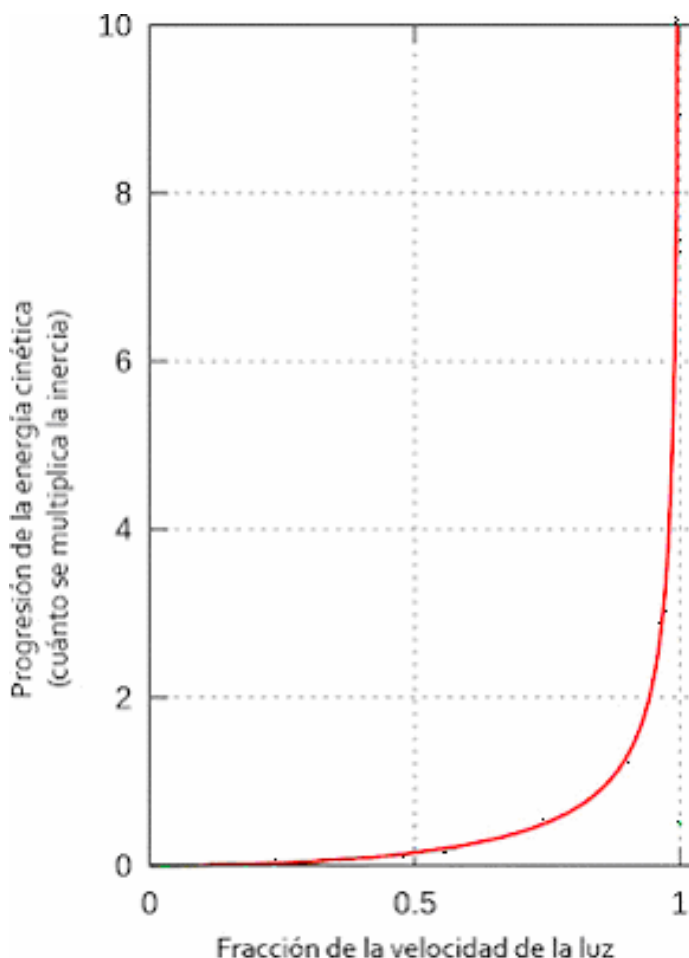
esfuerzo necesario para acelerar el objeto será mayor a la inicial de cuando está en reposo.

La magnitud de esos efectos va creciendo de manera *exponencial* a medida que la velocidad de un objeto se aproxima cada vez más a la de la luz.

Por ejemplo, a la mitad de la velocidad de la luz ($0,5c$), la masa de un objeto sólo aumenta alrededor de un 15%, pero, a tres cuartos de esa velocidad ($0,75c$), su masa habrá aumentado un 51% en total.

Cuanto más nos acercamos a la velocidad de la luz, más rápido se produce este incremento: un objeto que se desplaza a $0,99c$ tendrá una masa 7 veces mayor que en reposo, 20 veces mayor si alcanza $0,999c$, 1000 veces mayor a los $0,9999c$. La cantidad de energía que necesita un cuerpo para acelerar hasta la velocidad de la luz tiende al infinito y recíprocamente sus masa cuanto más se acerca a ella. Este es el motivo por el que ningún objeto puede alcanzar la velocidad de la luz.

El siguiente gráfico muestra esa progresión.



La velocidad de la luz equivaldría a completar 7,5 veces la circunferencia de la Tierra en el Ecuador en un segundo.

(04)

La palabra «entropía» procede del griego (ἐντροπία) y significa evolución o transformación. Fue Rudolf Clausius quien le dio nombre y la desarrolló durante la década de 1850.

(05)

El *instante (i)* sería el *proceso más rápido (m'r')* de *menor recorrido (mr)* de un estado *cuántico* de la materia, en continuidad del pasado al presente.

Siendo el tiempo (T) de un instante (i):

$$T_i = mr / m'r'$$

Y el número de instantes por segundo (s) :

$$i.s = s / T_i$$

Todos los instantes del universo estarían simultáneamente coordinados entre sí, conformando un único universo. Si la sucesión de instantes no fueran simultáneos estaríamos ante más de un universo, pues el universo solamente es real mientras dura un instante, y deja de serlo cuando le sucede el siguiente instante. En el caso de que los instantes no estuvieran coordinados daría lugar a más de un universo, donde mientras dura la realidad de un instante en uno de los universos el otro existiría en otra dimensión, y a la inversa.

(06)

Las enanas blancas son estrellas muy densas que agotaron todo el hidrógeno que utilizaban como combustible nuclear, su brillo proviene de la materia no

combustible en estado magmático hasta su progresivo enfriamiento en el que se convertirá en un cuerpo oscuro.

(07)

Una supernova (del latín super 'por encima' y nova, 'nueva'). Cuando una estrella con al menos cinco veces la masa del Sol agota su combustible, su núcleo colapsa bajo la gravedad, generando una onda de choque que provoca la explosión estelar que puede manifestarse de forma muy notable en el espacio, incluso a simple vista, en lugares de la esfera celeste donde antes no se había detectado nada en particular. enriqueciendo el espacio circundante con elementos pesados.

(08)

Expresado en la ecuación Einstein: $E=Mc^2$. (**E** (energía) es igual a **M** (masa) por **c** (velocidad de la luz) al cuadrado).

(09)

La entropía (símbolo (S) es una magnitud física en termodinámica, que mide el grado de desorden, caos o aleatoriedad molecular de un sistema. Establecida por Rudolf Clausius en 1850, indica la parte de la energía que no puede utilizarse para realizar un trabajo y tiende a aumentar constantemente en sistemas aislados, impulsando procesos irreversibles.

Por ejemplo, un motor de combustión interna genera calor-energía para su conversión en trabajo, pero la fuerza del trabajo desarrollado por el motor no puede traducirse de nuevo en la misma magnitud de energía-calor, pues siempre hay una pérdida de calor irrecuperable por su inter-actuación con un entorno más frío que tiende a equilibrar las temperaturas proyectándose siempre la *parte más caliente* (en este caso la del motor) a la menos caliente (la atmósfera), siendo siempre este proceso unidireccional, produciéndose una dispersión de la energía; a mayor

dispersión, mayor entropía, de tal manera que la tendencia al equilibrio térmico supone una tendencia irreversible hacia el orden o aumento de la entropía.

De lo que se deduce que físicamente no es posible el proceso del *movimiento continuo* de convertir el calor-energía-trabajo a su estado original. Por ejemplo, la eficiencia térmica de un motor de combustión interna puede estar en torno al 40%, y la de una instalación de gas natural de ciclo combinado en torno al 70%, el resto del calor-energía se pierde en el proceso.

En resumen:

-Dos espacios con diferente temperatura supone un desorden calorífico o menor entropía.

-La temperatura siempre tiende de la parte más caliente a la más fría.

-En ese proceso hacia un equilibrio térmico se produce un menor desorden calorífico o mayor aumento de la entropía.

-Este proceso es irreversible, de tal manera que siempre hay una pérdida de energía calorífica que impide volver al desorden entrópico anterior.

-En cualquier proceso natural, la entropía del universo tiende, pues, a aumentar.

-El orden o desorden de la entropía representa qué tan esparcida está la energía en un sistema; a mayor dispersión, mayor entropía.

-La muerte térmica es uno de los posibles estados finales del Universo, en el que no hay energía libre para crear y mantener los procesos cósmicos. En términos físicos, el Universo habrá alcanzado la máxima entropía.

(10)

Edwin Hubble, formularía en 1920, el alejamiento de las galaxias debido a la expansión del Universo debido a que las galaxias (o conjunto de estrellas agrupadas en torno a un agujero negro central) son unidades compactas.

El alejamiento se estima por la pérdida de brillo o tendencia al **rojo** desde un punto fijo de observación que indica un aumento de la distancia entre las mismas.

(11)

FORMACIÓN DE LOS PRIMEROS ELEMENTOS QUÍMICOS. Los dos primeros elementos en formarse fueron el hidrógeno y el helio. Concretamente, el hidrógeno, que es más ligero, fue el precursor del helio y de ahí, siguieron el resto de los elementos químicos. Las estrellas más jóvenes contienen en su núcleo átomos de hidrógeno. Sin embargo, las altas presiones en el interior de las estrellas pueden inducir la unión de dos núcleos de hidrógeno, dando lugar al núcleo de helio. La energía que se libera durante este proceso de fusión nuclear es la que mantiene “encendidas” las estrellas. Llega un momento que el hidrógeno en el núcleo de la estrella se agota y la estrella empieza a utilizar helio como combustible. Al igual que con el hidrógeno, dos núcleos de helio se fusionan y forman berilio. Este proceso se repite, con la fusión del berilio y helio generando un núcleo de carbono, la fusión del carbono y helio produciendo un núcleo de oxígeno, y así sucesivamente, dando origen a los elementos químicos más livianos que el hierro.

FORMACIÓN DE ELEMENTOS QUÍMICOS MÁS PESADOS. Los elementos químicos vistos hasta ahora nacen de las reacciones de fusión en el núcleo de las estrellas y generan energía. Sin embargo, cuando se forman elementos más pesados, las reacciones de fusión consumen energía en lugar de producirla. Por este motivo se requieren estrellas de masas excepcionalmente grandes, conocidas como supernovas, para que se formen elementos químicos más pesados que el hierro. Llega un momento en el que el núcleo de estas supernovas está compuesto prácticamente por hierro. Entonces, la fuerza de su gravedad provoca una explosión que genera condiciones extremas de presión y temperatura. Estas condiciones propician la formación de elementos más pesados que el hierro, como el cobre, el zinc y el criptón. Además, las supernovas generan rayos cósmicos al acelerar notablemente algunas partículas (hasta casi alcanzar la velocidad de la luz). Estos rayos cósmicos contribuyen a formar otros elementos químicos por fisión nuclear. Por ejemplo, el litio o el boro.

FORMACIÓN DEL RESTO DE ELEMENTOS QUÍMICOS. No todas las estrellas llegan a convertirse en supernovas. Las estrellas pueden colapsar y convertirse en lo que conocemos como una estrella de neutrones, llamada así porque principalmente está compuesta por este tipo de partículas subatómicas. Si colisiona con otra estrella de neutrones, desencadena una explosión de rayos gamma. Esta explosión provoca la expulsión de parte de su material a altas velocidades, resultando en la formación de elementos pesados y raros como el oro, el platino y el plomo.

(12)

En el año 2023 se dio a conocer la existencia de un agujero negro localizado en una de las primeras galaxias del Universo, la galaxia GN-z11, a 13.400 millones de años luz de la tierra. El agujero negro estudiado, que se ve tal y como era tan solo 400 millones de años después del Big Bang, fue identificado por el telescopio James Webb. Según la NASA, el agujero tenía en esa edad temprana del Universo unos seis millones de veces la masa de el Sol.

Este hallazgo contradice la consideración científica de que la formación de los agujeros negros se produce exclusivamente como resultado del colapso de las estrellas supermasivas al término de la vida de las mismas; un proceso que precisa de miles de millones de años entre el nacimiento y la extinción de la estrella.

El agujero negro detectado en la galaxia GN-z11, cuando el Universo tenía solamente unos 400 millones años, no puede ser, pues, el resultado del final de una estrella, pues en ese momento de la vida del Universo, éste estaba saliendo de su época oscura con la formación de las primeras estrellas. La explicación más plausible es que la masa del agujero negro estaría formado por la materia oscura primigenia del Bing Bang, lo que daría lugar a un tipo de agujeros negros primigenios diferentes a los conocidos como resultado del colapso de una estrella supermasiva.

(13)

Albert Einstein en un artículo sobre *Geometría y Experiencia* (1921) hace referencia a la cuestión de la finitud o infinitud del Universo; en el que afirma:

Recordemos lo que la teoría de la relatividad general nos dice al respecto. Las posibilidades que ofrece son dos:

1. El universo es espacialmente infinito. Esto es posible sólo si en el universo la densidad espacial media de la materia, concentrada en las estrellas, se anula, es decir, si la razón entre la masa total de las estrellas y el volumen del espacio en el cual estos cuerpos están dispersos se aproxima a cero indefinidamente, cuanto mayores sean los volúmenes considerados,
2. El universo es espacialmente finito. Esto ha de ser así si la densidad media de la materia ponderable en el universo es distinta de cero. Cuanto menor sea esta densidad media, mayor será el volumen del universo.

Estoy en la obligación de mencionar que se puede aducir un argumento teórico en favor de la hipótesis de un universo finito. La teoría de la relatividad general enseña que la inercia de un cuerpo dado es mayor cuando existen en su proximidad mayores masas ponderables. De modo que parece muy natural reducir la inercia total de un cuerpo a la interacción entre éste y los otros cuerpos en el universo; así es como, desde los tiempos de Newton, la gravedad ha sido reducida por completo a la *interacción entre los cuerpos*. A partir de las ecuaciones de la teoría de la relatividad general se puede deducir que esta reducción de la inercia a interacción entre masas —tal como lo exigía E. Mach, sólo es posible si el universo es espacialmente finito.

(14)

Las ondas gravitacionales son ondulaciones en el tejido del espacio-tiempo, predichas por Einstein en 1916 y detectadas en 2015, causadas por eventos cósmicos violentos como colisiones de agujeros negros. Viajan a la velocidad de la luz, comprimiendo el espacio a su paso.

Resumen académico de la formación del Universo.

Fuente. (Wikipedia).

En cosmología, se entiende por Big Bang, o Gran Explosión en español, al comienzo del Universo, es decir, el punto inicial en el que se formó la materia, el espacio y el tiempo. El término proviene del astrofísico Fred Hoyle También fue llamado originalmente átomo primigenio o huevo cósmico por el astrofísico y sacerdote Georges Lemaître. De acuerdo con el modelo cosmológico estándar, el Big Bang tuvo lugar hace unos 13.800 millones de años. El modelo estándar no trata de explicar la causa de este hecho en sí, sino la evolución del Universo temprano después del Big Bang hasta entre 300.000 y 400.000 años más tarde, cuando se empezaron a formar átomos estables y el Universo se hizo transparente. Una amplia gama de evidencia empírica favorece fuertemente al Big Bang, que ahora es esencial y universalmente aceptado.

La teoría del Big Bang es el modelo cosmológico predominante para los períodos conocidos más antiguos del Universo y su posterior evolución a gran escala. El modelo estándar afirma que el Universo se hallaba en un estado de muy alta densidad y temperatura y luego se expandió. Mediciones modernas datan este momento hace aproximadamente 13.800 millones de años, que sería por tanto la edad del Universo. Después de la expansión inicial, el Universo se enfrió lo suficiente para permitir la formación de las partículas subatómicas y más tarde simples átomos. Nubes gigantes de estos elementos primordiales se unieron más tarde debido a la gravedad, para formar estrellas y galaxias. Después del Big Bang, y esto ya no forma parte de la teoría, el Universo sufrió un progresivo enfriamiento y expansión.

Desde que Georges Lemaître observó por primera vez, en 1927, que un Universo en permanente expansión debería remontarse en el tiempo hasta un único punto de origen, los científicos se han basado en su idea de la expansión cósmica. Si bien la comunidad científica una vez estuvo dividida en partidarios de dos teorías diferentes sobre el Universo en expansión, la del Big Bang, y la teoría del estado estacionario, defendida por Fred Hoyle, la acumulación de evidencia observacional favorece fuertemente a la primera, que ahora se acepta casi universalmente.

En 1929, a partir del análisis de corrimiento al rojo de las galaxias, Edwin Hubble concluyó que las galaxias se estaban distanciando, lo que es una prueba observacional importante consistente con la hipótesis de un Universo en expansión. En 1964 se descubrió la radiación de fondo cósmico de microondas, lo que es también una prueba crucial en favor del modelo del Big Bang, ya que esta teoría predijo la existencia de la radiación de fondo en todo el Universo antes de que fuera descubierta. Más recientemente, las mediciones del corrimiento al rojo de las supernovas indican que la expansión del Universo se está acelerando, aceleración atribuida a la energía oscura.

Las leyes físicas conocidas de la naturaleza pueden utilizarse para calcular las características en detalle del Universo del pasado en un estado inicial de extrema densidad y temperatura. Si las leyes conocidas de la física se extrapolan más allá del punto donde son válidas, encontramos una singularidad, es decir, un punto al que matemáticamente nos podemos acercar más y más, pero sin llegar a él. Entonces, si se imagina el desarrollo del Universo en sentido temporal inverso retrocediendo hacia el pasado, el Universo se va haciendo cada vez más pequeño pero la cantidad de materia es la misma, de manera que la densidad va aumentando hasta llegar al punto en el que el tiempo es igual a 0, y la densidad de materia y energía se hace infinita. Esto significa que las ecuaciones fallan porque en física no es posible tratar números infinitos y el proceso no se puede explicar. En este estado, la teoría de la relatividad general carece de validez, y para explicar la situación del Universo en ese momento habría que recurrir a una teoría, aún desconocida. De ahí que la física actual no conozca ninguna explicación sobre qué ocurrió «antes» del Big Bang ni del propio Big Bang, ya que no hay tiempo «antes» del inicio del tiempo aunque existen hipótesis al respecto (por ejemplo el modelo cíclico Big Bounce). Aun así se han formulado posibles hipótesis sobre el destino final del Universo, por ejemplo, una expansión indefinida (véase Big Rip) o bien su colapso debido a la atracción gravitatoria (Big Crunch).

El Universo oscilante es una hipótesis científica propuesta por Richard Tolman, la que se propone que el Universo sufre una serie infinita de oscilaciones; cada una de

las cuales inicia con un Big Bang, y termina con un Big Crunch. El Universo se expande por un tiempo, antes de que la atracción gravitacional de la materia produzca un acercamiento, hasta llegar a un colapso y sufrir, seguidamente, un Gran Rebote. Es un modelo cíclico en el que cualquiera de los modelos teóricos cosmológicos en los que la historia del Universo describe una cadena interminable de ciclos auto-sostenibles, por ejemplo, una cadena de Big Bangs y Big Crunchs. Fuente Wikipedia.