

UN UNIVERSO S^3

Mucho se ha hablado sobre las posibles formas que podría tener el Universo. Supongo que en casi todos nosotros alberga la idea de un Universo plano, esto es, tres ejes perpendiculares y un espacio sin fin en cualquiera de estas direcciones. También han aparecido otras ideas como Universos toroidales (en forma de neumático), Universos esféricos, hiperbólicos, y muchos otros. Pero ¿alguna vez nos hemos preguntado cuáles serían las consecuencias de que nuestro Universo fuese uno de éstos? ¿Qué fenómenos observaríamos si nuestro Universo fuera un espacio curvo cerrado? ¿Se observa experimentalmente alguno de estos extraños fenómenos?

Estas y muchas otras preguntas me he formulado en estos cinco últimos años y por lo que parece no ha sido una tarea en balde. El tema en que me he centrado ha sido el de las consecuencias que acarrearía considerar nuestro Universo como un espacio S^3 .

Pero, ¿qué es un espacio S^3 ? Antes de contestar a esta pregunta no estaría de más comprender como son los espacios S^1 y S^2 :

Una línea recta es un espacio de una dimensión. Si viviéramos en dicho espacio, sólo tendríamos libertad para movernos adelante o atrás, pero podríamos viajar en esta dirección tanto recorrido como quisiéramos pues este espacio no tiene un límite.

Ahora imaginemos que cortamos esta recta de tal forma que obtenemos un segmento finito, y unimos sus dos extremos. Habremos obtenido una circunferencia.

Si consideramos esta circunferencia como un espacio, tendrá propiedades parecidas a la de la recta, pues la hemos obtenido a partir de ésta. La única diferencia sería que al recorrer una determinada distancia en este espacio, volveríamos al mismo punto. Pues bien, este espacio es lo que matemáticamente se denomina un S^1 .

Para imaginarnos el S^2 tenemos que considerar la superficie de una esfera como un espacio por el que podemos movernos. Dado que las personas vivimos sobre la superficie del Planeta Tierra que es casi esférica, estamos acostumbrados a movernos por un S^2 . Sabemos que, para cortas distancias, podemos desplazarnos en dos direcciones principales: adelante (atrás), derecha (izquierda). De ahí viene el número 2 de S^2 . Análogamente en S^1 solo teníamos una dirección por la que movernos (con velocidad positiva o negativa). Otro detalle que observamos en S^2 es que si se recorre una cierta distancia en cualquier dirección se regresa al mismo punto de partida. Esto es lo que le ocurrió a Magallanes cuando dio la vuelta al mundo.

Ahora veamos como es el espacio S^3 . Nuestra intuición espacial no nos permite imaginar este espacio visto desde fuera como hemos hecho antes al ver a S^2 como una esfera y a S^1 como una circunferencia.

La única forma de comprender S^3 es metiéndonos dentro y observando sus propiedades:

1. Tenemos tres direcciones en las que movernos (arriba, adelante, derecha).
2. Volveremos al mismo punto al cabo de un cierto espacio recorrido sea cual sea la dirección que tomemos.

Este S^3 que ahora todos comprendemos es la forma del Universo que toma por hipótesis este modelo. En este momento se pueden formular las siguientes preguntas:

1. ¿Qué conclusiones saco de esta hipótesis?
2. ¿Qué razones hay para pensar que el Universo pueda ser un S^3 ?

Conclusiones:

Imaginemos una estrella en una determinada posición dentro del espacio S^3 . Esta estrella emitirá luz que se irá esparciendo radialmente. Si me fijo en la trayectoria de un determinado rayo de luz emitido me doy cuenta de que éste, al cabo de un cierto tiempo, llegará al mismo punto de donde partió, o sea que llegará al punto donde estaba la estrella (digo "estaba" y no "está" pues ésta puede haberse movido).

Pero esto mismo le ocurrirá a todos los rayos que han partido de la estrella en todas las direcciones posibles. Así pues, toda la luz emitida por la estrella se vuelve a reunir en un punto al cabo de un cierto tiempo, que es justo el que le cuesta dar la vuelta al Universo. Por otra parte, la luz de la estrella, de igual modo, se vuelve a concentrar en la parte opuesta del Universo S^3 , o sea al otro lado del Universo (Figura 1: Sólo están dibujados dos rayos opuestos, pero sería análogo para todos los demás rayos que se emiten en todas las posibles direcciones. El dibujo corresponde a un S^2 . Para un S^3 es muy parecido). Por tanto ¿qué he de esperar observar?

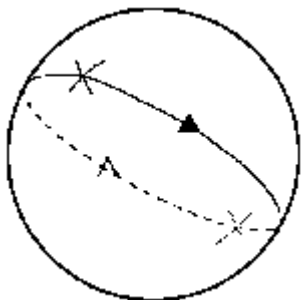


Figura 1: 2 rayos en un S^2

El observador verá que hay una estrella emitiendo luz en una determinada posición y también verá (al cabo de cierto tiempo) una imagen perfecta de la estrella en la misma posición donde antes estaba ésta. Por tanto observará, aparentemente, dos estrellas. Si dejamos que transcurra mucho tiempo aparecerán más imágenes de dicha estrella pues la luz está continuamente rodeando el Universo S^3 . Y no sólo eso, sino que debido a la imagen que aparece al otro lado del Universo, el observador verá una imagen de la estrella justo en la misma dirección pero mirando hacia atrás.

Así ya hemos obtenido la primera conclusión: Aparecen múltiples imágenes de los objetos luminosos de ese Universo.

Por otra parte, me puedo preguntar si este fenómeno que se da con los rayos de luz pudiera darse con las interacciones (las fuerzas). Si considero la gravitación como una interacción debida al intercambio de partículas (conocidas como gravitones) éstas, recorrerán sus respectivas trayectorias por el Universo pues son lanzadas desde la estrella igual que los rayos de luz, ya que la estrella tiene masa e interactúa gravitatoriamente.

Así pues, los gravitones como todo lo que viaje por este Universo, deberán recorrer trayectorias cerradas, o sea, volverán al punto de partida exactamente igual que los rayos de luz. Por tanto, al igual que vemos la imagen de la estrella como si de una verdadera estrella se tratase, percibiremos la gravedad de la imagen de la estrella como si realmente estuviese ahí.

De este modo obtenemos la segunda conclusión: La imagen de la estrella interactúa gravitatoriamente como si de la estrella original se tratase.

¿Qué me lleva a pensar que este modelo es cierto?

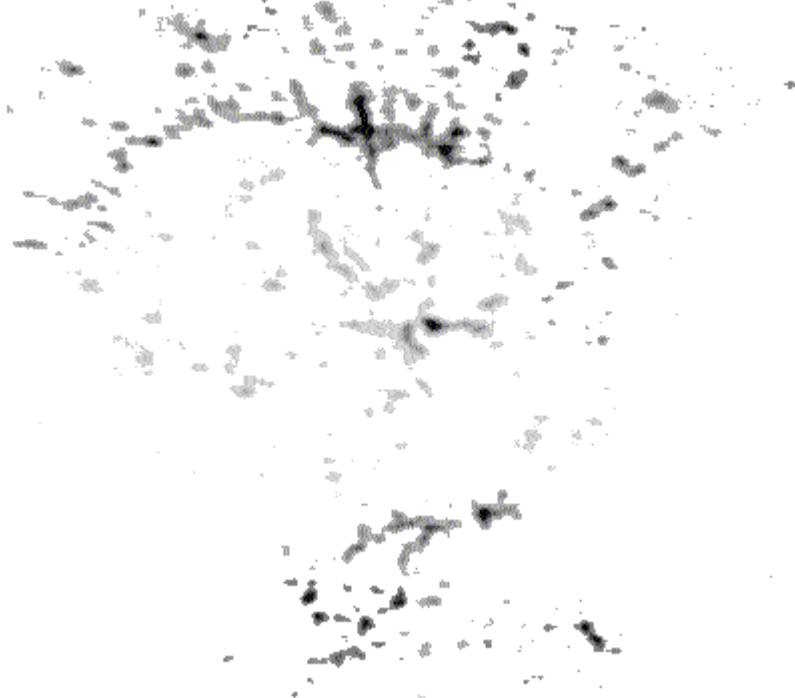
Las razones más poderosas para pensar que un modelo es correcto siempre son la concordancia con los experimentos (en este caso, los experimentos consisten en la observación del aspecto que presenta nuestro Universo), así que con ellas comenzaré:

- Estructuras filamentosas:

Como es sabido, en el Universo a gran escala se observan unas extrañas estructuras que forman las galaxias y los cúmulos de galaxias. Se ven grandes vacíos de galaxias y zonas de acumulación de galaxias en forma de filamentos.



Figura 2: Representación de galaxias a partir de datos reales



de la representación de galaxias

Figura 3: Detalle

Veamos tres gráficos de algunas de las estructuras filamentosas que se observan en el Universo (Figuras 2,3,4). Si miráramos otros gráficos, encontraríamos las mismas características esenciales que describiré más tarde. Estos gráficos se han obtenido a partir de muchas observaciones del espacio extragaláctico. Son secciones planas del Universo y nosotros nos encontramos en el centro en las figuras 2 y 3, mientras que en la figura 4 nos encontramos en el extremo inferior (el vértice del sector). La calidad de las figuras 2 y 3 es mucho menor que la de la figura 4, por eso en éstas no se puede resolver cada galaxia como un punto en el sector, mientras que en la figura 4 sí se puede hacer. La ventaja que tienen los gráficos 2 y 3 es que muestran el sector completo, mientras que el gráfico 4 muestra sólo la zona superior extragaláctica visible.

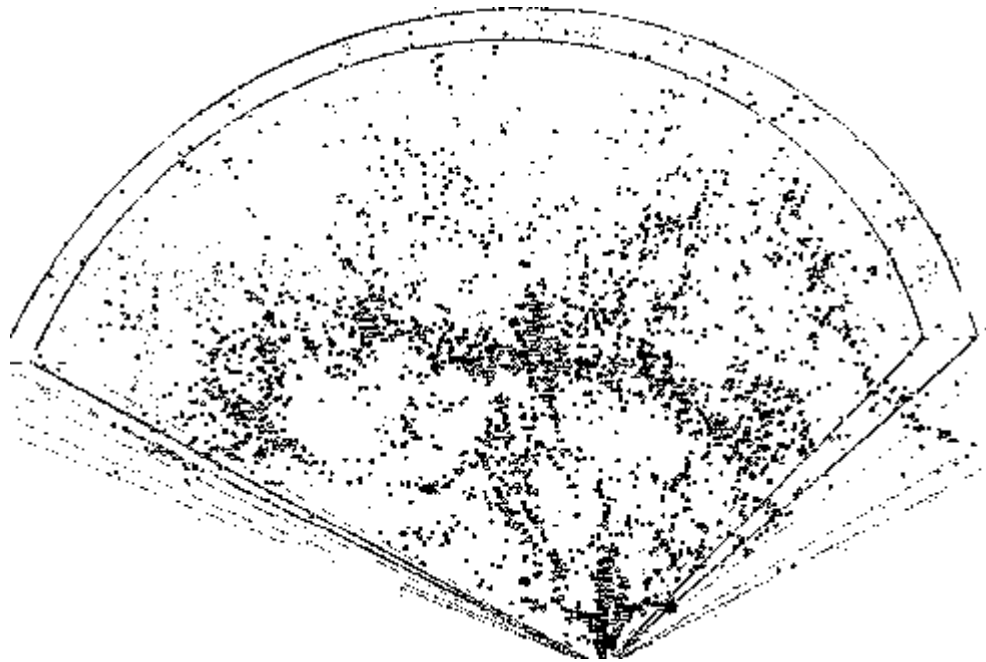


Figura 4:

Representación angular de la distribución de galaxias

Estas estructuras están caracterizadas por :

1. Gran Muralla: Se denomina así a la estructura en forma de arco en torno a nuestra posición (Figura 5). Si tiene forma de arco y no de circunferencia completa es debido (suposición del autor) a que hay una gran área del cielo donde no podemos observar objetos extragalácticos (La Gran Muralla es uno de ellos) ya que nuestra propia galaxia se interpone en el campo de visión.



Figura 5: Gran Muralla

Así pues no sería desacertada la idea de pensar que la Gran Muralla no es realmente un arco sino una circunferencia completa. (Figura 9). Si lo suponemos así, nos daremos cuenta de que casualmente el centro de la circunferencia recae en la posición del observador, o sea nuestro cúmulo de galaxias (Figura 7).



Figura 6: Grandes Vacíos

Dado que lo que estamos estudiando son secciones del Universo y no éste en su conjunto, es lógico pensar que lo que en un plano es una circunferencia, pasa a ser una esfera en un espacio plano (euclídeo) de tres dimensiones. Así pues, si consideramos por un momento la idea clásica de que el Universo es un espacio euclídeo, obtenemos que la Gran Muralla es una esfera con centro en nosotros. En la Figura 9 se ve que la Gran Muralla se aproxima más a una

elipse que a una circunferencia, lo que significaría en un Universo euclídeo, que estamos rodeados por una Gran Muralla en forma de elipsoide. ¡Qué casualidad! (Más tarde aplicando el modelo S3 comprobaremos que esto no es mas que una deformación de la realidad.)



Figura 7: Nuestro Supercúmulo

1. Podemos observar que cruzándose con la Gran Muralla aparecen estructuras filamentosas (Figura 8) que casualmente todas apuntan hacia nosotros. También se ve que la misma Gran Muralla es en realidad una gruesa banda estratificada radialmente, lo que quiere decir que está formada por un montón de estructuras finas todas ellas apuntando hacia nosotros (Figura 10).
1. Los grandes vacíos (Figura 6) se encuentran alrededor de la Gran Muralla (Figura 5) y del cúmulo de galaxias donde nuestra galaxia está localizada (Figura 7).



Figura 8: Estructuras Alargadas

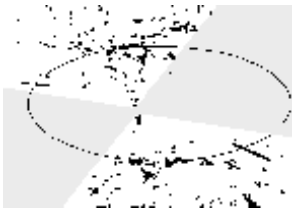


Figura 9: La Vía Láctea oculta las estructuras filamentosas.

Pues bien, estos son los hechos experimentales acerca de las estructuras filamentosas, que al parecer requieren una explicación, y es la siguiente:

No es difícil comprender que si vivimos en un espacio S3 y observamos una región al otro lado del Universo la veremos en cualquier dirección que miremos y rodeándonos por completo. Si creyéramos que nuestro espacio es plano, pensaríamos que tal región es una superficie que nos rodea y centrada en nosotros. En cambio si pensamos que nuestro Universo es un S3 vemos que este fenómeno es lógico y la única razón de que nosotros seamos el centro de la superficie que nos rodea es simplemente que nosotros somos los observadores.



Figura 10: Detalle en el que se observa la repetición de estructuras

Cuando realizamos lo que se llama una proyección estereográfica, lo que en realidad estamos haciendo es representar un espacio esférico S^2 como si de un plano se tratase. Un mapa mundi es una proyección estereográfica de la Tierra, y por tal motivo la Antártida siempre sale deformada completamente. Si estos mapas se hicieran de tal forma que por debajo de la Antártida apareciera Australia, etc., (o sea que el mapa mundi no se acabara en la Antártida) podríamos observar que la región que se encuentra al otro lado del mundo saldría aún más deformada que la Antártida. Aparecería como una región en forma de circunferencia que nos rodearía completamente. Esto es así porque la región que está al otro lado del mundo, dista lo mismo de nosotros vayamos por la dirección que vayamos.

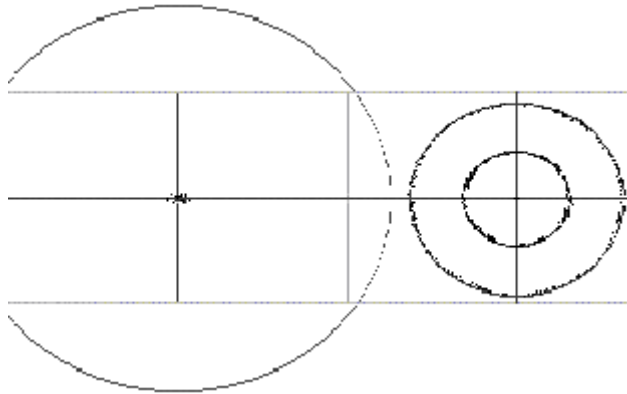


Figura 11: Repetición de una estructura, formando una muralla

Si siguiéramos representando más terreno en el mapa mundi hasta llegar a nuestra propia posición, obtendríamos que la región en que nosotros nos encontramos también describiría una circunferencia concéntrica a la anterior pero con el doble de radio. Es también lógico, pues podemos llegar a nuestra posición inicial vayamos por la dirección que vayamos dando la vuelta al mundo. Pues bien, en S^3 pasa lo mismo, sólo que en vez de una circunferencia, lo que tenemos es una esfera.

Así pues el hecho de que nuestro Universo fuera un S^3 explicaría claramente que la Gran Muralla fuese una esfera que nos rodea completamente y con centro en nosotros, y no fuera fruto más que de nuestra propia imagen que ha dado una vuelta al Universo. (Ver figura 11: A la izquierda encontramos un cúmulo de galaxias y nosotros estamos en el centro de éste. A la derecha observamos la proyección estereográfica de la zona suponiendo un Universo S^3 . Claramente hemos obtenido dos Grandes Murallas. En realidad se obtienen tantas Grandes Murallas como se quiera, pero aquí sólo he representado las dos primeras. En las observaciones experimentales sólo se llega a ver la primera de ellas. El gráfico es una simulación por ordenador realizada por el autor.) La Gran Muralla dista de nosotros alrededor de 400 millones de años luz, por lo tanto ésta distancia sería el semiperímetro de nuestro Universo S^3 .

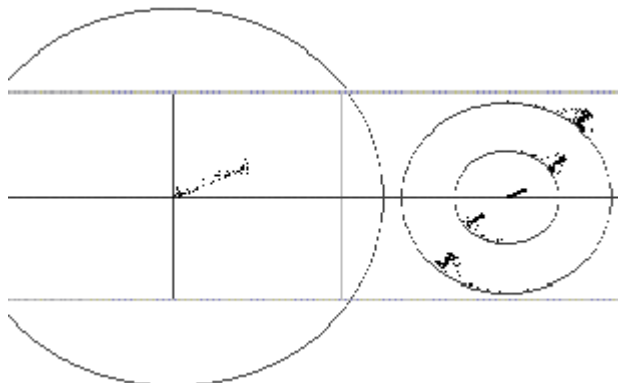


Figura 12: Repetición de un cúmulo alargado

Experimentalmente, hemos obtenido que la Gran Muralla es un elipsoide alrededor nuestro. Esto es explicable con sólo pensar que el Universo es un S^3 achatado o ligeramente deformado. Es fácil de comprender con sólo ver qué pasa en el mapa mundi debido al efecto del achatamiento terrestre: Lo que ocurrirá es que dado que la vuelta al mundo es más corta yendo por los polos que por el ecuador, tendré que las circunferencias que tenía antes ya no

serán circunferencias sino elipses. El hecho de que nuestro Universo no sea exactamente un S3 no va muy en contra de la hipótesis de la que he partido pues las diferencias entre ambos Universos son casi despreciables. Así pues, este modelo podría explicar el problema de la Gran Muralla.



Figura 13: Nuestra posición en la Galaxia

El que aparezcan estructuras filamentosas con simetría radial era algo de esperar. Podemos darnos cuenta de que la simetría radial está directamente relacionada con la simetría circular o esférica, así pues, no es de extrañar que aparezcan estructuras radiales con centro de simetría en la posición del observador, o sea, nosotros.

Si realizamos una proyección estereográfica de una figura plana alargada, no circular como antes, obtenemos los famosos filamentos radiales (Figura 10). ¿Pero por qué nuestro cúmulo de galaxias tiene que tener forma alargada? Muy sencillo, al igual que la sección vertical de una galaxia espiral tiene forma alargada y no circular, nuestro cúmulo de galaxias tiene también una forma parecida (Figura 13, 14a, 14b). La figura 14a muestra la forma que tiene nuestro cúmulo de galaxias sacado de la figura 2, mientras que la figura 14b muestra la forma que tiene sacada de la figura 3.

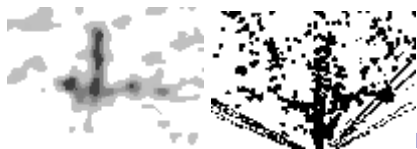


Figura 14a y b: Aspecto que presenta el cúmulo de galaxias más cercano a nosotros

Por último, la razón de que aparezcan grandes vacíos en el Universo, es que resulta ser la única configuración posible, si queremos tener al mismo tiempo Gran Muralla y estructuras filamentosas radiales.

Para terminar con el tema de las estructuras filamentosas, he realizado una proyección estereográfica de la figura que experimentalmente aparenta tomar nuestro cúmulo de galaxias. (Figura 14a, 14b, 15). Además de la proyección en sí, he impuesto un movimiento de giro a nuestro cúmulo de galaxias, para que las estructuras radiales queden alineadas tal y como se observan experimentalmente. Si calculamos la velocidad angular que debo darle para que las estructuras coincidan obtengo que le costaría dar una vuelta completa alrededor de 14400 millones de años. La proyección estereográfica reproduce las principales características que muestran las estructuras filamentosas reales. Quizás no se vea claramente el parecido entre la simulación (Figura 15) y las estructuras reales (Figura 3,4,5) debido a los siguientes inconvenientes:

- La proyección estereográfica que observamos experimentalmente no es debida a nuestro cúmulo de galaxias tal y como lo vemos hoy en día, sino a éste mismo, pero hace 400 millones de años, del cual sólo sabemos (más bien suponemos) que tenía una forma similar a la del actual.
- No dispongo de suficiente información acerca de la forma de nuestro cúmulo de galaxias (Véase que la figura que va a ser proyectada en el gráfico 15 no es igual que las de los gráficos 14a y 14b).
- En la proyección no se tiene en cuenta que nuestro Universo sea un S3 deformado, sino que se realiza con un S3 perfecto.
- El eje de giro de nuestro cúmulo de galaxias no tiene porqué ser perpendicular a la sección considerada, y por tanto la imagen que se ve experimentalmente debe corresponder a la proyección de otra sección de nuestro cúmulo (hace 400 millones de años).

Por tanto, puedo decir que el modelo explica las estructuras filamentosas en general (esto es, Gran Muralla, estructuras radiales, y grandes vacíos).

- La controversia del desvío hacia el rojo

Experimentalmente, se han encontrado algunos grupos de galaxias en los que observamos algunas de éstas interactuando con puentes gravitatorios, o bien vemos otros detalles que nos dan buenas razones para pensar que están cercanas y forman una familia de galaxias. Sin embargo, al medir las distancias a estas galaxias vemos que están muy distantes unas de otras, lo cual resulta no sólo inexplicable, sino muy molesto para algunos científicos (véase "Controversias sobre las distancias cósmicas y los cuásares" de Halton Arp.).

Si reconsideramos el modelo del Universo S3, nos daremos cuenta de que proveniente de una determinada galaxia, no sólo nos llega su luz directamente, también nos llega la luz de su imagen que se forma justo al otro lado del Universo S3 y la luz de la imagen que se forma en la posición inicial de la galaxia, etc. Si midiéramos las distancias a estas galaxias (o sea, la galaxia original y sus imágenes) obtendríamos distintas distancias, pues para cada imagen en particular, la luz ha recorrido una, media o varias vueltas al Universo S3 además de la distancia desde la galaxia original al observador. Si suponemos que la galaxia original está en reposo, resulta que las imágenes formadas por la luz al dar un número entero de vueltas al Universo, aparecen justamente donde se encuentra dicha galaxia. Si somos más realistas y damos un cierto movimiento a la galaxia, resulta que las imágenes aparecerán en la posición inicial de ésta, pero estas imágenes a su vez tendrán el mismo movimiento que la galaxia que las originó. Las imágenes repetirán a la perfección los movimientos y posiciones de la galaxia, sólo que con un desfase temporal de 400 millones de años o un múltiplo de dicha cantidad. Por eso, lo que nosotros observaremos será un grupo de galaxias que en realidad no es más que la galaxia original y sus imágenes cercanas a ésta, si la velocidad de la primera no es muy elevada..

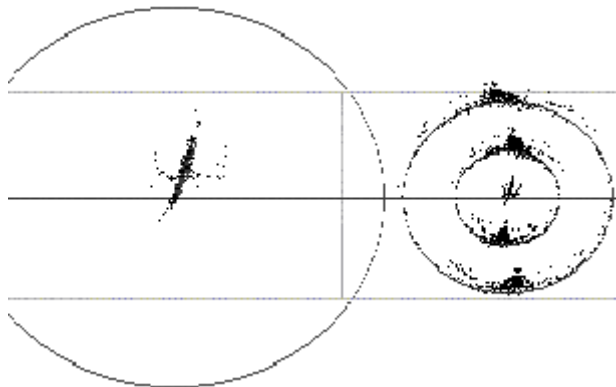


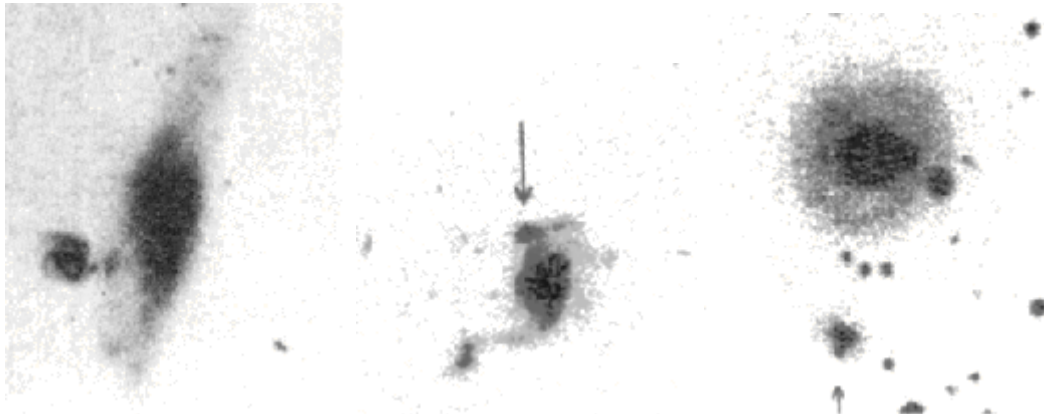
Figura 15: Resultado de la simulación

Resumiendo:

- Aparecerán grupos de galaxias.
- Serán todas parecidas (lo que en realidad vemos es la galaxia actual y sus imágenes que nos dicen la forma que tenía la galaxia en el pasado, pues llevan 400 millones de años de retraso, o un múltiplo).
- Tenderán a estar dispuestas formando alineaciones (cierto si la galaxia original no está sometida a fuertes aceleraciones, pues ésta llevará un movimiento rectilíneo y sus imágenes irán apareciendo detrás de ella).
- Habrá grandes diferencias en el corrimiento al rojo entre ellas.
- Podrán aparecer puentes gravitatorios entre ellas (era de esperar si recordamos que la imagen no sólo es un reflejo, sino que también interactúa gravitatoriamente).
- Todas tendrán un tamaño parecido (el hecho de que la imagen dé una vuelta al Universo no implica en absoluto que ésta se vea disminuida por la distancia, ya que la imagen que se forma es exactamente igual que la galaxia original).

Todos estos fenómenos se pueden observar experimentalmente en nuestro Universo.

Ejemplos hay muchos, y grupos de galaxias con características comunes también hay muchísimos (por ejemplo, el quinteto de Stephan). En todos ellos se observan alguna de estas peculiaridades que, hasta ahora, eran incógnitas sin resolver.



16: Galaxias interactuando gravitatoriamente

Figura

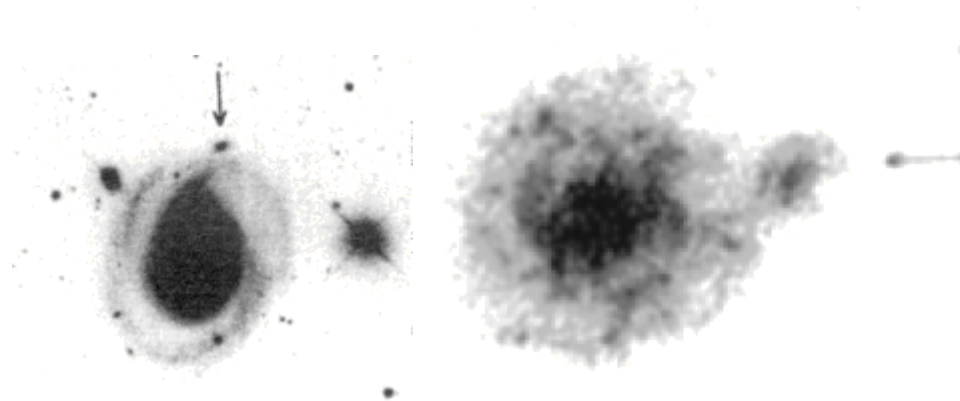
- El fenómeno Cuásar

Se han observado ciertas alineaciones curiosas entre cuásares y galaxias. Todos estos fenómenos son explicables con el modelo de Universo S3:

Si volvemos al hecho de que aparezcan imágenes de galaxias, es lógico pensar que las imágenes muy primitivas de la galaxia, tendrán unos espectros tan desplazados al rojo, que prácticamente toda su emisión se centrará en las ondas de radio (están por debajo del rojo). Por otra parte, emitirán poco en el visible, pues toda la luz que recibamos en esas frecuencias se corresponde con lo que su galaxia primigenia emitió en ultravioleta o rayos X (por encima del visible). Ahora bien, la intensidad que recibiremos de estas imágenes será tan fuerte como la de la galaxia original, solo que estará desplazada a las ondas de radio. Ocurre que un Cuásar se ve muy brillante para lo que se debía esperar, dado lo lejos que se cree que están. Pero con el modelo S3, se puede comprender que la luz del Cuásar al no poder salirse del Universo tiene que dar vueltas a éste una y otra vez, sin sufrir pérdida de intensidad en distancias de esa magnitud (10000 millones de años luz), pues cada vuelta toda la luz se reúne en un punto y no se ha perdido nada de radiación. Esto es un Cuásar, según el modelo de Universo S3.

Así, quedaría aclarada la incógnita principal que se plantea en el fenómeno Cuásar. Además era de esperar que existiese una fuerte relación entre galaxias y cuásares. Citaré algunos ejemplos:

- El Cuásar más brillante en el espectro visible es 3C273 en la constelación de Virgo, y tiene un jet muy prominente. Cerca de éste (10° Norte), encontramos la galaxia M87, caracterizada por ser fuerte emisora en radioondas, y tiene también un jet muy parecido al de 3C273, apuntando prácticamente en la misma dirección. Cerca de estos dos objetos, se ha descubierto hace poco una nube intergaláctica muy extensa con una clara forma lineal en la misma dirección que los dos jets anteriores. Estas casualidades eran de esperar con este modelo.
- Si observamos NGC 300 notaremos que, cerca de esta galaxia hay nubes de hidrógeno con una cierta alineación y muy cerca encontramos una línea de cuásares. La dirección de la línea de cuásares no es muy distinta a la de las nubes de hidrógeno (Figura 21: La flecha indica la línea de cuásares. La galaxia está arriba a la derecha).
- Cerca de M33, encontramos nubes de hidrógeno, y otra alineación de cuásares (Figura 22).



Galaxias anómalas

Figura 17:

Esto es lo que nos ofrece el modelo respecto a los cuásares. Vayamos ahora con razones de tipo más bien filosófico que pueden justificar la idea del Universo S3. He de decir que estas razones filosóficas son las que me indujeron a pensar en el modelo, y una vez desarrollado éste me di cuenta de que se podían explicar todos los fenómenos experimentales que hemos visto antes (o más bien, diría que era necesario que estos fenómenos se dieran en nuestro Universo, si es que este tiene como espacio un S3):

¿Por qué pensar en un Universo cerrado?

La respuesta a esta pregunta es muy corta aunque quizá un poco difícil de comprender la importancia de ésta. La respuesta es "para que el Universo no sea de tamaño infinito". Si ocurriera que el Universo tuviera un tamaño infinito, jamás podríamos conocerlo por completo a no ser que fuera cíclico, o lo que es lo mismo, que se repitiera cada cierto espacio recorrido, lo cual es absolutamente equivalente a pensar que el Universo es cerrado. Por otra parte, bien es sabido que un infinito en física plantea problemas muy complicados de resolver. Así pues hay una fuerte tendencia a evitar que aparezcan. Por otra parte yo estoy seguro de que si alguna vez se consigue explicar completamente el Universo será sin que aparezca ningún infinito. Pienso que a la naturaleza le gustan tan poco los infinitos como a nosotros.

¿Por qué elegir, entre las posibles formas cerradas, un S3?

Hay tres razones para haber elegido el S3 entre todas las demás formas cerradas. La primera es que localmente nuestro Universo ha de aparecer como un Universo plano de tres dimensiones. S3 no es el único que cumple esto, pero así ya nos hemos librado de muchas otras opciones. La segunda razón es que en la naturaleza se encuentra muy frecuentemente la simetría esférica como algo muy fundamental (pensemos en la simetría de ley de gravitación de Newton, o en la ley de Coulomb), así pues elegí un Universo con simetría esférica. La tercera razón es que S3 es uno de los más simples espacios de tres dimensiones, y esto me facilitaba mucho la tarea de trabajar con él.

Para finalizar, me gustaría que se tuviera en cuenta, que todavía no he sacado todas las conclusiones que se pueden obtener a partir de un Universo con un espacio S3. En estos momentos, estoy intentando aplicar mecánica cuántica a este tipo de espacio. Por otra parte, se plantean muchos temas interesantes, como por ejemplo: ¿Será la galaxia de Andrómeda (nuestra galaxia vecina) la imagen que dejó nuestra galaxia hace 400 millones de años? Si la imagen también interactúa, ¿será cierto que el presente y el pasado coexisten y se influyen estando en una misma región del espacio? y ¿se podría extender esto al futuro?, ¿Qué ocurre con el principio de causa-efecto?.

<http://www.loseskakeados.com>