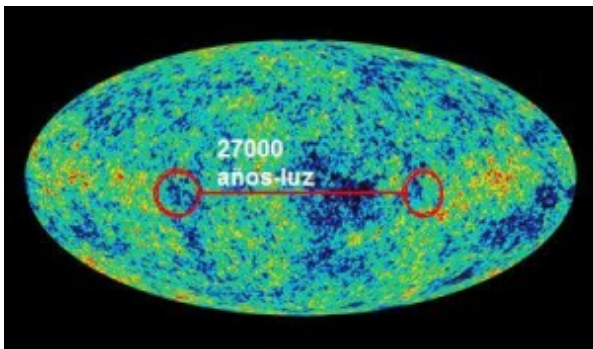


EL PROBLEMA DEL HORIZONTE, o problema de la causalidad. [🇺🇸 \(http://intl.relatividad.org/relativity/the-horizon-problem/\)](http://intl.relatividad.org/relativity/the-horizon-problem/) [🇪🇸 \(http://intl.relatividad.org/ca/relativitat/el-problema-d'horitzó/\)](http://intl.relatividad.org/ca/relativitat/el-problema-d'horitzó/) [🇵🇹 \(http://intl.relatividad.org/pt/relatividade/o-problema-do-horizonte/\)](http://intl.relatividad.org/pt/relatividade/o-problema-do-horizonte/) [🇫🇷 \(http://intl.relatividad.org/fr/relativit%C3%A9/le-probl%C3%A8me-de-l'horizon/\)](http://intl.relatividad.org/fr/relativit%C3%A9/le-probl%C3%A8me-de-l'horizon/)

Este es considerado uno de los mayores problemas o quebraderos de cabeza de la [cosmología](http://www.cosmologia.relatividad.org/) (http://www.cosmologia.relatividad.org/), junto al problema de la planitud del universo.



(<http://www.relatividad.org/inter/wp-content/uploads/2011/04/>

fondo-mic.jpg)

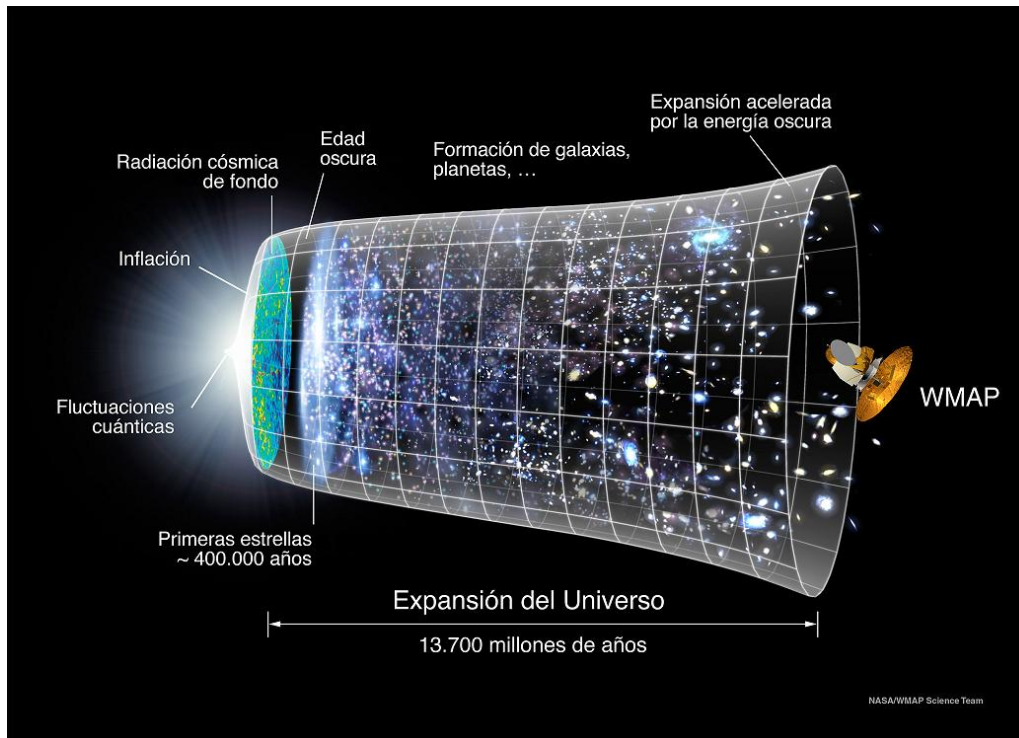
El problema es en realidad un problema de homogeneidad extrema, y la pregunta es **cómo es posible que el universo sea tan homogéneo como es**, y en particular **cómo es posible que la radiación cósmica de fondo** (http://www.relatividad.org/bhole/radiacion_cosmica_de_fondo.html) sea tan homogénea e isotrópica, sin acudir al azar. La suposición es que todos los puntos del universo primigenio se "sintonizaron" entre sí por medio de la radiación electromagnética que irradiaban las partículas en ese universo primigenio, antes de volverse transparente.

El problema se llama **"del horizonte" en relación al "horizonte observable"**. La cuestión es que para nuestro universo en que medimos una antigüedad de algo menos de 14000 millones de años y observamos galaxias en todas direcciones a unos 13500 millones de años luz, la distancia entre dos de esas galaxias en extremos opuestos de nuestro horizonte observable estarían una respecto la otra a **27000 años luz**, fuera de su horizonte observable, es decir no se podrían ver la una a la otra pues la luz tardaría más en llegar de una a otra que la propia vida del universo hasta ahora. Igual que la luz, toda radiación electromagnética. No estarían conectadas causalmente.

Esto es un problema según el ritmo que tengamos de expansión del universo, sobre todo en el modelo de expansión inercial, o modelo del Big Bang clásico (modelo cosmológico de Einstein- De Sitter, de expansión desacelerada por la gravedad), pues se deduce que en el pasado no habrían estado conectados causalmente esos puntos y no tiene sentido que tengan las mismas características.

El modelo de la **"Inflación cósmica"** (o de la teoría inflacionaria) propuesta por **Guth y Adrei Linde**, trata de resolver el problema suponiendo que al principio todo el universo estaba conectado "causalmente", y que entonces fue cuando las propiedades del universo se nivelaron e igualaron (época de la gran unificación). Entonces se produjo la rápida "inflación" (a los 10^{-36} segundos tras el big bang) o expansión veloz del espacio, a velocidades superlumínicas incluso, producida tal vez por una supuesta presión de unas supuestas partículas espaciales (inflatones) o una constante cosmológica anormalmente elevada, frenándose luego el ritmo de expansión y casi "congelando" al universo en esa situación de homogeneidad que observamos ahora. La velocidad de expansión sería tan alta que los objetos se alejarían tanto y tan rápido que saldrían de

nuestro "horizonte observable" después de haber sido homogeneizadas, y por eso luego al transcurrir el tiempo y volver a entrar estos objetos y regiones del espacio de nuevo en nuestro universo observable los vemos con las mismas características y misma radiación de fondo.



Pero en el **modelo** clásico del **Big Bang**, esa expansión inicial sería a un ritmo menor, simplemente inercial, de modo que con el tiempo transcurriendo y por lo tanto el universo observable ampliándose, las nuevas porciones de universo que aparecerían ante nuestros ojos no tendrían porque tener las mismas características que las cercanas a nosotros. Hay cálculos que indican que las radiaciones "informativas" e igualadoras tendrían que haber viajado incluso a 400 veces la velocidad de la luz para obtener la homogeneidad actual (ésta es otra hipótesis explicativa, la de la velocidad de la luz variable, mayor en tiempos remotos, Bekenstein y Joao Magueijo).

Uno de ellos es el **modelo de expansión lineal** (<http://www.cosmologia relatividad.org/idea-modelo.htm>), es decir expansión a ritmo constante, en el cual siempre se puede encontrar (<http://astronomia.net/cosmologia/horizontes.htm>) un tiempo pasado en el que dos galaxias estén lo suficientemente cerca como para haberse comunicado entre si en el tiempo que transcurre entre el Big Bang y ese instante.

Por otro lado, si consideramos el caso de un universo no abierto ni infinito, es decir, en un **universo cerrado y finito**, como el volumen de una **hiperesfera** (<http://www.cosmologia relatividad.org/idea-modelo.htm>), al ser de tamaño pequeño en sus momento iniciales, no había ningún problema de conectividad electromagnética entre todos sus puntos ni por lo tanto problemas de causalidad. El universo sería uniforme porque tuvo tiempo para transmitir y comunicar entre todos sus puntos al estar todos muy cercanos unos de otros en esos instantes iniciales. Al menos si se da el caso de un **ritmo de expansión inicial del universo no muy rápido**.

Otro modelo cosmológico que resuelve el problema del horizonte es el del **universo oscilante o cíclico** [[arXiv:astro-ph/0612243v1](http://arxiv.org/abs/astro-ph/0612243v1) (<http://arxiv.org/abs/astro-ph/0612243v1>)], en el que los Big Bang y Big Crunch se suceden cíclicamente. En este caso, si no vivimos en el primer Big Bang, el Big Crunch anterior pudo imprimir la uniformidad observada a todo el universo actual.

[*Antiguo índice de Cosmología* (<http://www.cosmologia relatividad.org>)]

- **INTRODUCCIÓN** ([intro-cos.htm](#))
- **LA EXPANSIÓN DEL UNIVERSO, el Big Bang, la edad del universo y el paradigma del espacio en expansión**

TICS:

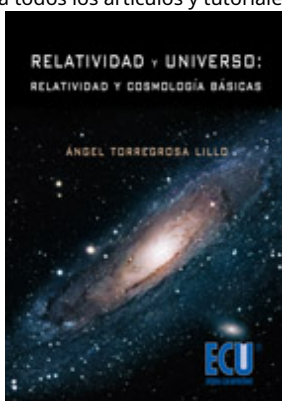
([expan-cos.htm](#))

- **LA EXPANSIÓN DEL UNIVERSO. ALGUNAS PREGUNTAS Y RESPUESTAS.** ([hubble.htm](#))(agosto 2004)
- **MODELOS BÁSICOS DE UNIVERSO NEWTONIANO** ([mods-cos.htm](#))
- **EL PRINCIPIO COSMOLÓGICO (PC)** ([pc-cos.htm](#))
- **DEDUCCIÓN DE LA DENSIDAD CRÍTICA** ([dens-cos.htm](#))
- **INTRODUCCIÓN A LA COSMOLOGÍA RELATIVISTA, curvatura del espacio** ([rela-cos.htm](#))
- **MODELOS DE UNIVERSO en función de la proporción de densidades** ([modelos.htm](#)) (agosto 2004)
- **CONSECUENCIAS DEL PARADIGMA DEL UNIVERSO EN EXPANSIÓN** ([consecue.htm](#))(agosto 2004)
- **CONCLUSIÓN Y BIBLIOGRAFIA** ([conclu-cos.htm](#))

ANEXOS:

- El fondo de microondas del espacio (http://www.relatividad.org/bhole/radiacion_cosmica_de_fondo.html)
- MODELANDO EL CASO DE UNIVERSO DE EXPANSIÓN CONSTANTE y calculando el radio del universo y su volumen. ([idea-modelo.htm](#))(septiembre 2004)
- La métrica de Robertson-Walker ([robertson-walker.htm](#))(septiembre 2004)
- ¿Son posibles los universos infinitos? ([universos-infinitos.htm](#))(octubre 2004)
- El problema del horizonte ([problemadelhorizonte.html](#)) (nov 2009, modificado abril 2011)
- Hoja de datos magnitudes astrofísicas (<http://www.astro.ucla.edu/%7Ewright/OoMA.html>) (Ned wright)

Y ahora todos los artículos y tutoriales de esta web (hasta Septiembre 2009), revisados y ampliados **en un libro**:



(<http://www.editorial-club-universitario.es/libro.asp?ref=3729>)

"Relatividad y Universo"

ISBN 9788484549208

Autor: **Ángel Torregrosa Lillo**, ¡Cómpralo en Amazon en tapa blanda (https://www.amazon.es/gp/product/8484549208/ref=as_li_tf_tl?ie=UTF8&camp=3626&creative=24790&creativeASIN=8484549208&linkCode=as2&tag=relatividador-21), (o ebook (<https://www.amazon.es/Relatividad-Universo-cosmolog%C3%ADa-b%C3%A1sicas-ebook/dp/B071GD29YD/?&.encoding=UTF8&tag=relatividador-21&linkCode=ur2&linkId=ca7b3db0fde9ee7c459c8b2929e0d3fc&camp=3638&creative=24630>) por solo 3€)

[Los Agujeros negros](http://www.relatividad.org/agujeros.html) (<http://www.relatividad.org/agujeros.html>)

[La Teoría de la relatividad](http://www.relatividad.org/bhole/relatividad.htm) (<http://www.relatividad.org/bhole/relatividad.htm>)

MÁS DE RELATIVIDAD.ORG: [física (<http://www.relatividad.org/fisica.htm>)] [psicoanalista virtual (<http://www.relatividad.org/eliza.html>)] [enseñanza (<http://www.relatividad.org/ensenia.html>)] [prensa y libros gratis (<http://www.relatividad.org/libros.htm>)] [drivers (<http://drivers.relatividad.org>)]