Published on *Ciencia Puerto Rico* (https://www.cienciapr.org)

El Big Bang, la Inflación y la naturaleza de la ciencia [1]

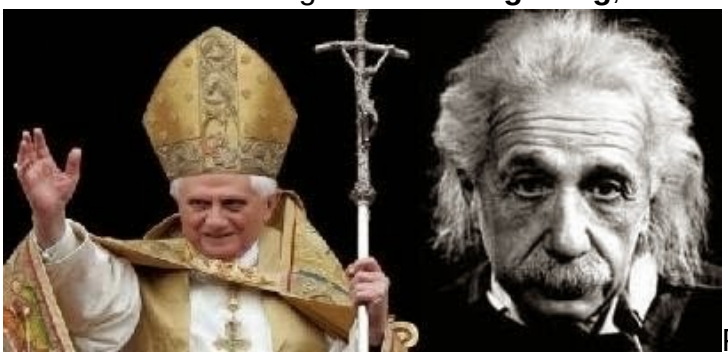
Submitted by Ramón López Alemán [2] on 6 April 2014 - 12:19pm

[2]

Había una canción de salsa muy famosa de Héctor Lavoe que decía "***Todo tiene su final. Nada dura para siempre…***". Y es cierto. Pero como toda coordenada lineal el tiempo tiene dos direcciones: una hacia el futuro y otra hacia el pasado. Así que la contraparte temporal de ese aforismo es "***Todo tiene su principio. Nada ha existido desde siempre***."

En la ciencia y en la lógica básica existe un principio fundamental que es la **causalidad**. Si algo existe es porque otra cosa que existía antes de eso lo causó o hizo posible que existiera. Yo existo porque mi mamá me hizo nacer. Mi mamá porque la causó mi abuela. Y así seguimos para atrás en el tiempo. Y tendríamos que preguntarnos de donde vino el primer ser humano. Aquí la religión y la ciencia difieren en su contestación a esa pregunta. Según las religiones los humanos vinieron ya formados y diseñados por un acto mágico de Dios. Según la ciencia y la teoría de la

evolución la cadena hacia el pasado es mucho mucho más larga. Venimos de una lenta evolución que por billones de años nos dio forma desde la primera célula viva alterando lenta pero consistentemente su DNA por mutaciones y procesos químicos naturales sin la intervención de ningún diseñador. Y la primera célula viva se formó luego de una larga competencia bioquímica entre varias moléculas orgánicas en los mares de la Tierra primitiva. Y la Tierra se formó de lentos y persistentes choques de varios asteroides en la materia pesada que sobró alrededor del Sol cuando éste se formó. Y la materia del Sol y los asteroides originales se formó dentro de estrellas anteriores al Sol por medio de reacciones nucleares en su interior. Y las primeras estrellas se formaron por gravedad atrayendo inmensas nubes de hidrógeno primordial. Y el hidrógeno primordial se formó de protones y electrones en un plasma bien caliente cuando este se enfrió mientras el universo se expandía. Y esos protones y electrones se produjeron originalmente de la inmensa densidad de energía que había cuando el universo era bien pequeñito y toda la materia-energía que existe hoy estaba empacada en un espacio bien reducido. Y esa energía vino del **Big Bang**, el evento que según la ciencia moderna originó todas



Por muchos años la ciencia y la religión han batallado defendiendo cada una su versión de como se originó todo. El cuento de la ciencia, (horrendamente simplificado y resumido ahí), generalmente parece increíble a primera vista pues requiere de procesos fantásticos que desafían el sentido común y escalas de tiempo gigantescas que están fuera de la experiencia cotidiana de la persona promedio. Nadie puede concebir fácilmente procesos que duran billones de años y que requieren de leyes naturales extrañas y anti-intuitivas como las que postulan la Mecánica Cuántica o la Teoría de la Relatividad General de Einstein. Las descripciones científicas del origen del universo requieren de un conocimiento especializado en genética, bioquímica, relatividad, física nuclear, partículas elementales y gravedad cuántica. Mientras que en las explicaciones religiosas debemos creer en un Dios omnipotente, eterno y mágico capaz de existir fuera del tiempo y el espacio. Ambas opciones tienen problemas conceptuales y filosóficos serios, y desafían nuestra experiencia y nuestro sentido común al acercarse al momento inicial de la creación de todo lo que existe.

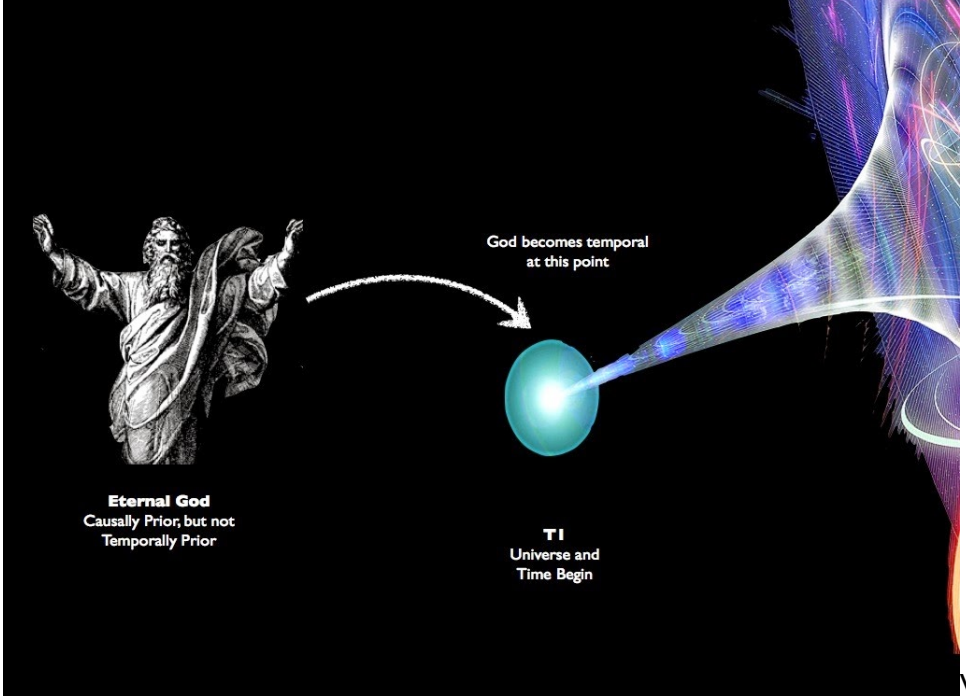
El argumento cosmológico de la religión, (originalmente esbozado por San Agustín, un teólogo medieval muy inteligente y que contribuyó mucho a la filosofía), dice lo que indicamos al principio de este artículo. Todo tiene un principio en el tiempo y no aparece a lo loco o por azar. Aparece porque es causado por otra cosa. Y como las causas siempre ocurren antes que lo causado se necesita que exista un tiempo adicional en el pasado de eso que empieza a existir en ese momento. Pero está lógica tan sensata y obvia para las cosas materiales que vemos y que están DENTRO del universo no funciona muy bien cuando nos referimos al universo en su totalidad. Según San Agustín, Dios debe de existir aunque no lo veamos porque nada en el universo

comienza a existir sin una causa, y cuando llegamos al principio del universo que habitamos pues éste también debe haber tenido una causa. Y esa “primera causa” de todo debe ser Dios. Claro, esa lógica de que todo debe tener una causa previa no le debe aplicar a Dios. Debe haber una primera cosa que no es causada por nada o terminaremos en una regresión infinita.

El primer intento de la ciencia para refutar tan poderoso argumento era decir que el universo era estático y había existido así como lo vemos en un tiempo que se extiende infinitamente hacia el pasado, y por tanto no habría necesidad de una causa primera. Porque la ciencia se distingue de la religión esencialmente porque no cree nada por fe y fomenta la duda hacia todas sus teorías y explicaciones. Este tipo de argumentos puramente lógicos y filosóficos sin evidencia como el de San Agustín les parecen de mal gusto a los científicos, y ellos prefieren argumentar basados en evidencia que podamos ver en telescopios o laboratorios, y que al ser reproducible y confiable todos podemos estar de acuerdo sobre ella. Así evitaremos disputas estériles e insolubles donde para aceptar o rechazar el argumento de una de las partes tenemos que aceptar unas premisas por fe o por alguna consideración estética o filosófica que puede o no ser cierta, y sobre la cual no hay manera de establecer un consenso por medios empíricos y racionales. No hay manera de convencer racionalmente a un oponente si éste decide no aceptar la premisa original del argumento, pues aceptar o no esta premisa es una creencia no racional.

Desgraciadamente los descubrimientos empíricos de Edwin Hubble y el éxito de la Teoría de la Relatividad General en explicar todos los fenómenos gravitacionales en el universo acabaron con esa suposición inicial de los científicos de que el universo era estático y había existido por siempre sin ningún principio. Es claro que el universo que habitamos se expande y no puede permanecer en un mismo estado de forma estática por un período de tiempo indefinidamente largo. Y todo lo que se expande es porque era más pequeño antes de expandirse. Así que la única conclusión lógica válida en la ciencia es que el universo tiene que haber tenido un comienzo. No ha existido por siempre. Y al tener un principio le debe aplicar el argumento cosmológico de San Agustín. Debe haber sido causado por algo anterior al universo.

Pero aquí es que vamos a encontrar un serio problema conceptual con aplicar la idea de causalidad al universo en su totalidad. Porque para la ciencia moderna el tiempo y el universo no son cosas separadas y distintas. El tiempo es PARTE DEL UNIVERSO. Es uno de sus componentes principales y se afecta por lo que le pasa a la materia que está dentro del universo. Y en un universo que es bien pequeño y con una densidad de energía enorme y casi infinita el tiempo se “rompe” y deja de existir. Es decir, que SIN UNIVERSO NO PUEDE HABER TIEMPO. El tiempo según lo describe la Relatividad General no tiene sentido y no puede existir “antes” del Big Bang. Es una consecuencia matemática ineludible de la teoría.



Volvemos al debate original

entre la ciencia y la religión en la cuestión del origen del universo. Según la religión si el universo tuvo un principio y no ha existido eternamente tiene que tener una causa. Y esa causa debe existir FUERA DEL TIEMPO. Dios debe ser atemporal. Debe poder existir sin necesidad de que exista el tiempo. Pero esto no tiene sentido lógico alguno si nos dejamos llevar por la experiencia. Un ser inteligente y que diseñe el universo debe tener una mente que piense y procese información. Esto es imposible sin tiempo ni causalidad. Hay que creer la proposición absurda de un Dios atemporal no por lógica o evidencia denuestra experiencia en este universo, sino por fe.

Según la ciencia (o al menos la mayoría de los científicos que conozco, y que hacen cosmología y teoría del Big Bang) la suposición original de San Agustín en su argumento cosmológico NO ES CIERTA. No todo lo que existe debe tener una causa anterior. Existen cosas en nuestro universo que empezaron a existir de forma arbitraria y al azar SIN NINGUNA CAUSA ANTERIOR. Esto es posible en la teoría de la materia que conocemos como Mecánica Cuántica. En la teoría de campos cuánticos existen operadores de creación y aniquilación de partículas que crean todas las partículas elementales del modelo estándar de la “nada”. A nivel subatómico y cuántico esto ocurre de forma caótica y sin ninguna causa. Por eso en la mecánica cuántica no existe el vacío. Cualquier volumen de espacio estará poblado de “partículas virtuales” que aparecen y desaparecen en fracciones pequeñísimas de segundo gracias al Principio de Incertidumbre de Heisenberg. Y esto no es pura teoría desconectada de la realidad. Se puede medir la presión creada por estas partículas virtuales en un espacio vacío. A ese fenómeno cuántico se le conoce como el efecto Casimir [3], y ha sido probado experimentalmente por los físicos.

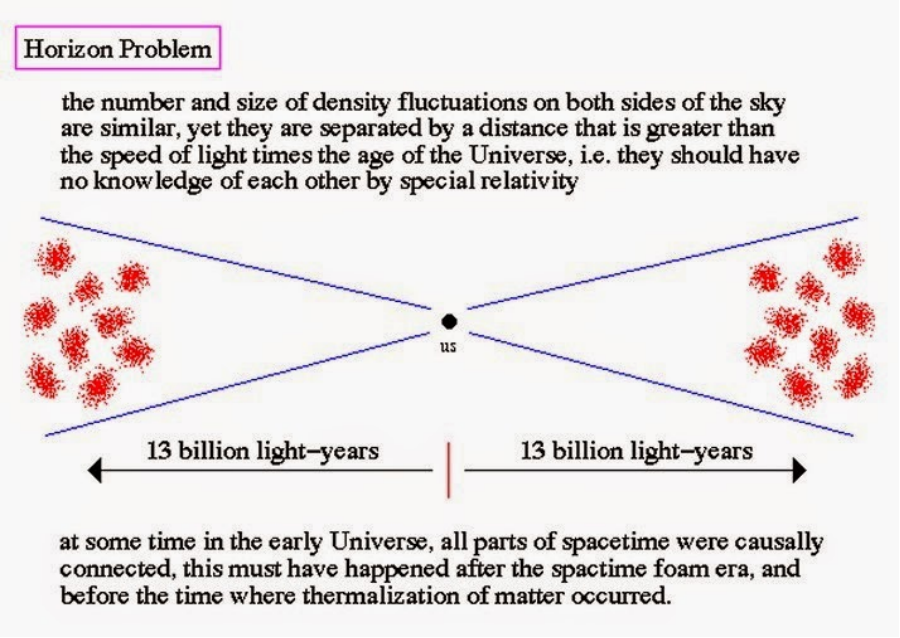
Este formalismo cuántico unido a todas las evidencias que prueban la teoría del Big Bang [4] (el movimiento de las galaxias observado por Hubble, el fondo cósmico de microondas y la nucleosíntesis observada en nubes primordiales) hacen que esta explicación del origen del universo sea preferible para los científicos por sobre la explicación creacionista religiosa de un ser inteligente mágico y atemporal que creó el universo pero que existía sin tiempo fuera de éste.

La Teoría del Big Bang, a diferencia de la historia creacionista, tiene muchísima evidencia experimental a su favor lo que para una persona racional y científica la hace mucho más creíble que el creacionismo.

Pero había varios problemas con la Teoría del Big Bang que hacían que a ésta hubiera que añadirle ciertas hipótesis bastante raras y arriesgadas que había que creer por fe (como pasa en la religión con la idea del creador) pues no había evidencia alguna de que fuesen ciertas. Estas hipótesis adicionales eran necesarias para explicar ciertas observaciones astrofísicas que resultaban incomprensibles en la teoría del Big Bang como fue originalmente concebida.

Los problemas con la teoría original del Big Bang eran:

1. Aunque era posible crear pares de partículas de la nada en la mecánica cuántica y gracias a la famosa relación $E = mc^2$ de Einstein, esto siempre debía obedecer ciertas leyes de conservación. Por eso siempre se producen en nuestros experimentos pares de partículas y sus correspondientes antipartículas. Pero en el universo primitivo del Big Bang esto no podía haber pasado porque la materia y la antimateria se aniquilan al entrar en contacto, y el universo hubiera terminado rápidamente vacío y sin materia alguna. Claramente por alguna razón desconocida eso no pasó. Así que un misterio en la teoría del Big Bang era ***¿Porque vemos solo materia pero no ninguna antimateria?***

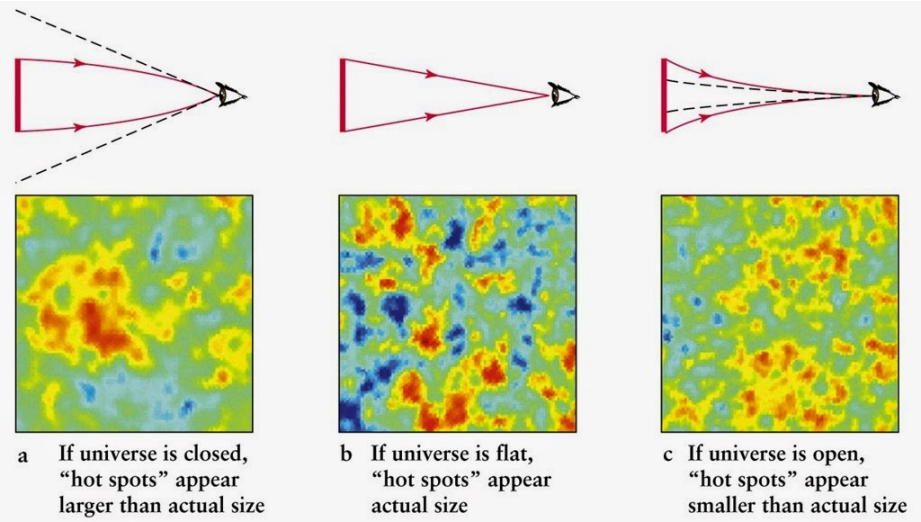


2. El fondo de microondas que uno ve llenar todo el universo después del Big Bang es tremendamente uniforme y casi igual en todas direcciones. Las diferencias en temperatura no pasan de 1 parte en 100,000. Como el fondo de microondas está a 2.7K pues en todos lados no hay menos de 2.69999K ni más de 2.70001K. Si nada puede ir más rápido que la velocidadde la luz esto no debiera de ser así. Regiones del cielo y sus galaxias más lejanas en un lado estarían como a 26 billones de años-luz de distancia de las galaxias más lejanas en el lado opuesto. Pero el universo solo tiene 14 billones de años de edad. Por tanto estas regiones jamás habrían estado en contacto en toda la historia del universo y no tendrían por qué tener la misma

temperatura. Que todo el universo se haya puesto de acuerdo con tanta exactitud era un misterio que se denominaba "***el problema del horizonte***".

3. Otro misterio adicional era que un análisis detallado de ese fondo de microondas revela que nuestro universo debe tener una geometría**plana,** o estar muy cerca de ello.

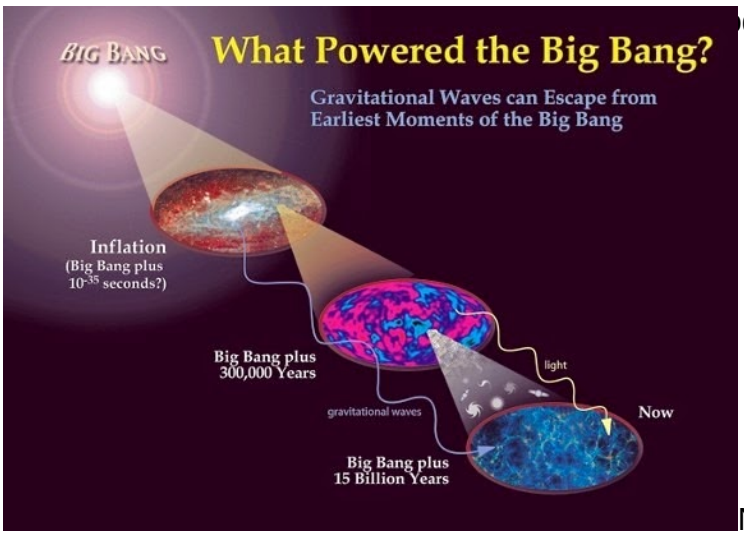
Como hemos explicado en artículos anteriores de este blog [5] en Relatividad General se admiten 3 tipos de soluciones para un universo en expansión. Si el universo tiene muy poca materia la gravedad de ésta no podría detener nunca la expansión y el universo seguiría creciendo eternamente. Eso sería un **universo abierto**. Si hay demasiada de mucha materia la gravedad frenaría cada vez más la expansión hasta que el universo no pueda crecer más y entonces empezaría a contraerse hasta terminar en un *Big Crunch (*como el *Big Bang* pero en reversa). Eso sería un **universo cerrado**. Pero habría un punto intermedio en donde si la densidad de materia fuera justamente la de un valor crítico ambos procesos se equilibrarían y el universo duraría eternamente pero con una velocidad de expansión cada vez menor y llegando asintóticamente a cero un un futuro infinitamente lejano. Esto es un **universo plano** porque se parecería cada vez más a un espacio ideal de Minkowski en Relatividad Especial que no tiene ninguna curvatura.



Cuál de estas 3 opciones es la que actualmente tiene nuestro universo se puede determinar de los tamaños de las fluctuaciones en temperatura en el fondo cósmico de microondas. Y todo parece indicar que nuestro universo efectivamente o es plano o está bien cerca de serlo. Pero de nuevo, si la explosión del Big Bang ocurrió sin causa y al azar, ¿por qué habríamos de tener ese balance justo entre gravedad y la velocidad de expansión que es tan horrendamente raro e improbable?

Para intentar explicar estos 3 misterios de un universo sin antimateria, con una uniformidad en temperatura y una geometría del espaciotiempo inexplicablemente raras e improbables el físico Alan Guth en 1980 propone una hipótesis cuántica para un mecanismo microscópico que ocurre en las primeras fracciones de segundo luego del momento inicial del Big Bang, y que se conoce como la ***hipótesis de la inflación***. En la teoría original se supone que el universo ha ido

creciendo durante toda su historia más o menos con la misma velocidad lenta de expansión que vemos que tiene ahora. Pero según la hipótesis de la inflación hubo dos períodos en la historia del universo con velocidades de expansión enormemente diferentes.Un período inicial que dura fracciones de segundo, y en donde el universo se expande muchísimo más rápido que lo que vemos ahora (a velocidades aún más rápidas que la velocidad de la luz) y que es el**período de inflación** hipotético que postula Guth. Y luego de ese pequeño intervalo de inflación exponencial



do bien largo de expansión con la velocidad

No quiero entrar en demasiados detalles técnicos del mecanismo cuántico de la inflación. Solo diré que postula un campo escalar parecido al del bosón de Higgs que se descubrió recientemente en CERN y que usa un mecanismo de *efecto túnel* [6] en mecánica cuántica para justificar una inyección de energía a un universo cuyo espaciotiempo es bien bien pequeñito. Esto hace que entre de cantazo una enorme densidad de energía que actua igual que la energía oscura creando una enorme fuerza de repulsión en el universo recién nacido y que en ese momento es de un tamaño similar al largo de Planck (10^{-35} metros). Esto es lo que hace que se infle a unas velocidades superluminales salvajemente rápidas creciendo casi instantáneamente de un tamaño submicroscópico a un tamaño astronómico.

Este mecanismo de inflación inicial podría afectar la simetría inicial entre materia y antimateria haciendo a la primera levemente más abundante y explicaría porque el universo es plano y con una temperatura uniforme. Esencialmente porque el universo que vemos sería una pequeñísima fracción de todo lo que se formó en el Big Bang. Y por eso sí estuvo en contacto termal al principio y se hizo plano al estirarse tan violentamente y ser solo una pequeña parte de un todo mucho más grande. Es como la Tierra que es redonda pero a simple vista nos parece plana porque nuestros ojos no pueden ver muy lejos y solo aprecian una pequeña fracción de toda la extensión territorial del globo.

La idea de la inflación era muy linda, elegante matemáticamente y resolvía los 3 problemas conceptuales del Big Bang de una sentada. A los cosmólogos le encantaba la inflación. Pero filosóficamente nos preocupaba el hecho de que era un mecanismo hipotético QUE HABÍA QUE CREER POR FE porque no había ninguna evidencia empírica que apoyara la inflación y su corolario del multiverso (el set de regiones del espaciotiempo fuera de nuestro universo

observable). Había que admitir que ese mecanismo necesario para tener una teoría del Big Bang satisfactoria y completa tenía tanta justificación empírica como la idea de un Creador mágico, todopoderoso y atemporal.

Pero todo esto cambió hace unas semanas cuando el telescopio BICEP2 encontró EVIDENCIA EXPERIMENTAL CONVINCENTE [7] de que la inflación SÍ OCURRIÓ y no es solo una hipótesis que hay que creer por fe. Así que los cosmólogos estamos muy contentos no solo porque esto valida otra vez la teoría del Big Bang, sino porque ahora convincentemente LA CIENCIA LE GANA A LA RELIGIÓN al tener una teoría evidenciada completamente en todos sus pasos, totalmente lógica y elegante sin suposiciones que haya que creer por fe, que es a nuestro entender el gran defecto de la explicación religiosa creacionista.

En el próximo artículo de esta serie explicaremos en más detalle los resultados del BICEP2 y sus consecuencias para nuestro entendimiento del origen del universo y de las leyes de la física que lo hacen posible.

Copyright © 2006-Present CienciaPR and CAPRI, except where otherwise indicated, all rights reserved
Privacy | Terms | Community Norms | About CienciaPR | Contact Us

---

Source URL:https://www.cienciapr.org/en/blogs/members/el-big-bang-la-inflacion-y-la-naturaleza-de-la-ciencia

Links
[1] https://www.cienciapr.org/en/blogs/members/el-big-bang-la-inflacion-y-la-naturaleza-de-la-ciencia [2] https://www.cienciapr.org/en/user/elgranmoncho [3] http://es.wikipedia.org/wiki/Efecto_Casimir [4] http://cienciaeindependencia.blogspot.com/2007/04/el-diseo-inteligente-vs-el-big-bang.html [5] http://cienciaeindependencia.blogspot.com/2007/06/la-energa-oscura-que-infla-el-universo.html [6] http://en.wikipedia.org/wiki/Quantum_tunnelling [7] http://www.scientificamerican.com/article/gravity-waves-cmb-b-mode-polarization/