

RESUMEN ANALÍTICO – RAE

Tipo de documento: Trabajo de Grado

Acceso al documento: Universidad Pedagógica Nacional

Título del documento: El Universo Inflacionario Según Alan Guth: una solución al problema de la planitud.

Autor: VARGAS BARRERA, César Orlando.

Asesor: Fabio Vélez

Publicación: Bogotá, 2010, 50p

Unidad Patrocinante: Universidad Pedagógica Nacional (UPN)

Palabras Claves: planitud, geometría, curvatura, homogéneo, isotropía, expansión, cosmología, estático, parámetro de densidad, constante cosmológica, Big Bang, colapso gravitacional, parámetro de Hubble.

Descripción:

En este trabajo de grado se presenta el problema de la planitud y la solución que propone Alan Guth. Para la elaboración del escrito, se expresó verbalmente lo que los expertos presentan analíticamente, y en algunos casos necesarios se acudió a la expresión matemática.

Alan Guth propone la hipótesis, que en las etapas más primitivas, hubo un período supremamente breve de una expansión increíblemente rápida del universo, no considerada por la Teoría Estándar en Cosmología. Este corto período recibe el nombre de **inflación**. Después del período de inflación, el universo sería tan plano, cualquiera que hubiera sido el valor de omega (Ω : parámetro de densidad), esa *planitud* continuaría hasta nuestros días.

Fuentes:

[1] Guth, A. (1981). Inflationay universe: a possible solution to the horizont and flatness problems. *Physical Review*, 2(23), 347-356.

[2] Guth, A. (1999). El universo inflacionario, la búsqueda de una nueva teoría sobre los orígenes del cosmos. Madrid: editorial debate.

[3] Guth, A. (2004). Inflation. *Carnegie Observatories Astrophysics*, (2), 1-22.

[4] Guth, A., & Kaiser, D. (2005). Inflationary Cosmology: Exploring the Universe from the Smallest to the Largest Scales. *Massachusetts Institute of Technology*, MITCTP-3594, 1-16.

[5] Guth, A. (2007). Eternal inflation and its implications. *Massachusetts Institute of Technology*, MIT-CTP-3811, 2-21.

[6] Hawking, S. (1992). Historia del tiempo. Barcelona: editorial crítica.

[7] Liddle, A. (1999). An introduction to cosmological inflation. *ArXiv: astro-ph/9901124*, (1), 1-36.

[8] Liddle, A. (2008). An Introduction to Modern Cosmology. England: Wiley Editorial.

[9] Weinberg, S. (1993). The first three minutes, a modern view of the universe. New York: Basic books.

Contenidos:

Capítulo 1: El Problema de la Planitud

En el primer capítulo se explica el origen y el contexto histórico del problema de la planitud.

Robert Dicke pronunció una conferencia que llamó la atención del físico Alan Guth. Dicke habló sobre el Big Bang, pero lo más importante que dijo sobre esta teoría, y que impactó a Guth, fue que la teoría del Big Bang no explicaba por qué la densidad real del universo primitivo coincidía con la densidad crítica con una aproximación difícil de creer. A este problema Dicke le dio el nombre de *problema de la planitud*. Según Dicke, cuando ocurrió el Big Bang, ω tuvo que haber estado increíblemente cercano a la unidad. Si las condiciones iniciales hubieran variado infinitesimalmente, el universo sería muy diferente.

Capítulo 2: El Mito de un Universo Estático

Desde la antigüedad hasta mediados del siglo XX a ningún filósofo o científico se le ocurrió pensar que nuestro universo no era estático, siempre el mismo, antes y después. A mediados del siglo XX se empezaron a descubrir indicios de que el universo se estaba expandiendo. Surgieron los primeros modelos matemáticos para explicar el universo utilizando la Relatividad General de Einstein.

Capítulo 3: El Derrumbe del Mito

En el tercer capítulo se muestra como cambia la forma de pensar de las personas, cuando Edwin Hubble, utilizando el telescopio más potente hasta la fecha,

descubre que el universo se estaba expandiendo. Actualmente, la ciencia acepta, como un hecho indiscutible, que nuestro universo es un universo en expansión.

Capítulo 4: Una Confirmación Experimental

En el siglo XX había dos modelos, con bases teóricas muy fuertes, que explicaban el universo. Los dos modelos son conocidos como el modelo del Big Bang y el modelo del Estado Estacionario, ambos modelos tenían excelentes ideas, pero no se sabía cuál era el que mejor describía el universo. Para decidir entre los diferentes modelos se necesitaba de algún descubrimiento revolucionario. Este descubrimiento llegó en los años sesenta, cuando Penzias y Wilson descubrieron lo que hoy en día se conoce como Radiación de Fondo Cósmica.

Capítulo 5: Tres Mundos Posibles

Alexander Friedmann piensa que no hay pruebas suficientes que confirmen que el universo en el que vivimos es un universo estático. En un esfuerzo teórico admirable muestra que las ecuaciones de campo de Einstein permiten universos completamente diferentes, entre ellos, el de un universo en expansión. *El universo cambia en el tiempo*. Friedmann supuso¹ que el universo es el mismo en todos lugares (homogéneo) y también que es el mismo en todas las direcciones (isotrópico), lo que luego se llamaría el principio cosmológico. Con los trabajos de Friedmann se pueden explicar tres posibles universos: el universo cerrado, el universo abierto, y un universo plano.

Capítulo 6: La Ecuación de Friedmann

En este capítulo se explicita de una manera analítica la ecuación de Friedmann, la ecuación que resume la historia pasada y futura del universo. Se explica la ecuación de Friedmann estándar, y la ecuación de Friedmann con constante cosmológica. Luego se llega a una formulación especialmente útil para explicar el problema de la planitud y su solución por medio de la hipótesis de un período inflacionario en los comienzos del universo.

Capítulo 7: Planteamiento Analítico del Problema de la Planitud.

En el capítulo 1 se hizo una descripción histórica del problema de la planitud, que es el tema fundamental de este trabajo de grado. En este capítulo se explicará nuevamente el problema, pero de una forma analítica, aprovechando la explicitación de la ecuación de Friedmann que se hizo en el capítulo 6.

¹ Hawking, S. (1992). El universo en expansión. Historia del tiempo (pp. 59-79). Barcelona: editorial critica

Capítulo 8: La Solución Analítica al Problema de la Planitud.

El modelo inflacionario de Alan Guth soluciona el problema de la planitud, porque impulsa a Ω hacia la unidad, en vez de alejarlo de ella. Con la inflación ya no es tan importante el valor inicial de Ω . El factor de escala representa el radio del universo, y el factor de escala aumenta en forma exponencial, por lo tanto el universo es impulsado a un estado de planitud geométrica, que se conservaría hasta nuestros días.

Metodología:

- 1) Se hizo una revisión bibliográfica de los documentos pertinentes (Biblioteca Luis Ángel Arango, Biblioteca de la Universidad Pedagógica, internet).
- 2) Se analizó cuidadosamente el trabajo de Alan Guth tal como aparece en el libro EL UNIVERSO INFLACIONARIO (1999).
- 3) Se analizó cuidadosamente el trabajo de Andrew Liddle, tal como aparece en el libro *An Introduction to Modern Cosmology* (2008)
- 4) Se estudiaron algunos artículos originales de Alan Guth. (Véase la bibliografía de referencia)
- 5) Se hizo una revisión en Internet sobre los temas afines al problema propuesto.

Conclusiones:

- El problema de la planitud surgió en una conferencia en 1978 dictada por Robert Dicke. El problema se puede formular de la siguiente manera: De acuerdo con los principios de la cosmología, el valor actual del parámetro de densidad Ω requiere que un segundo después de la gran explosión, el valor del parámetro en ese momento difiriera de la unidad en tan sola una parte en partes. ¿Cómo explicar esta coincidencia con la unidad?, la cosmología no tenía una respuesta en ese entonces.
- Guth, un estudiante de posdoctorado que asistió a la conferencia de Dicke, propuso en 1981, a la comunidad científica, la hipótesis de un período supremamente corto, en los primeros instantes de la evolución del universo, de una expansión exponencial, que denominó inflación. A partir de entonces se han escrito innumerables estudios sobre el universo inflacionario.
- Algunas autoridades en cosmología consideran la hipótesis de la inflación un nuevo paradigma en la cosmología, entre ellos merece la pena mencionar al profesor Alan Lighthman de la universidad de Cambridge,

Massachusetts, a quien se debe el prefacio al libro de A. Guth *The Inflationary Universo*.

- El problema de la planitud, es un problema teórico y no físico.
- El problema de la planitud se refiere a la conciliación del problema con la ecuación de Friedmann, que es la base de la cosmología moderna.
- El Modelo Estándar del Big Bang sólo se aplica a partir de 1 segundo después de la gran explosión, nada puede decir sobre lo que ocurrió antes, cuando tuvo lugar precisamente la inflación.
- La hipótesis de la inflación explica adecuadamente el problema de la planitud. Si se supone que el factor de escala, que aparece en la ecuación de Friedmann, no crece uniformemente, sino aceleradamente, entonces se puede explicar *analíticamente el problema de la planitud*. El objetivo de este trabajo ha sido precisamente, mostrar cómo a partir de la hipótesis de un crecimiento acelerado del factor de escala se puede explicar la coincidencia del valor del parámetro omega, un segundo después de la explosión, con la unidad.
- El universo inflacionario no es una teoría que sustituye la teoría del Big Bang, sino que la complementa. Después de un 1 segundo de la gran explosión se aplica el Modelo Estándar, antes de 1 segundo se aplica el Modelo de la Gran Unificación, y ese modelo explica la inflación.
- Después del modelo inflacionario planteado por Alan Guth, muchos teóricos de la cosmología han venido trabajando en este tema. Actualmente existen modelos de inflación modernos, pero la idea original es del físico Alan Guth.

Autor del resumen analítico: César Orlando Vargas Barrera

Revisado por el director del trabajo de grado: Prof. Fabio Vélez P.H.D

Fecha Elaboración resumen Día 20 Mes 07 Año 2010