

Ciencia y Controversia, Caso de los Agujeros Negros

El texto expuesto es una vulgarización sobre la controversia en la cosmología enfocado en los “agujeros negros”. Se posiciona la actualidad y se hace un recuento de las balbucientes hipótesis de su existencia.

Cuándo se formaron los primeros agujeros negros. Una respuesta hipotética sería: visto que el universo está en expansión,

podrían haberse formado en algunos mil millones de años después del Big Bang como consecuencia de la implosión de las primeras estrellas supernova y se localizan en el centro de las primeras galaxias; podrían haberse formado en los primeros segundos después del Big Bang debido a una alta densidad nuclear donde la mecánica cuántica tiene un rol importante y lo llaman micro agujeros negros.

<https://doc.uni75paime.org/BlackHole.pdf>

Ciencia y Controversia, Caso de los Agujeros Negros

Samuel Chuquillanqui, Alstom (jubilado)

schuquillanquib@uni.pe

Citar: J. PAIME, 2025, 2, 63-68

15 de diciembre de 2024

Resumen

El texto expuesto es una vulgarización sobre la controversia en la cosmología enfocado en los “agujeros negros”. Se posiciona la actualidad y se hace un recuento de las balbucientes hipótesis de su existencia.

Palabras clave: agujero negro, vulgarización, cosmología

Situación actual

El diccionario de la Real Academia Española define la controversia como “Discusión de opiniones contrapuestas entre dos o más personas”, la ciencia como “Conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados y de los que se deducen principios y leyes generales con capacidad predictiva y comprobables experimentalmente” y la cosmología como “Parte de la astronomía que trata de las leyes generales, del origen y de la evolución del universo”.

Stephen Hawking [1] afirma que toda teoría física es siempre provisional (una hipótesis que usted nunca podrá demostrarlo). No importa que los resultados de los experimentos concuerden con una teoría, nunca podremos estar seguros de que la próxima vez los resultados no la contradirán. Sin embargo, se puede rechazar una teoría en cuanto se encuentre una única observación que contradiga sus predicciones.

Desde los orígenes de la filosofía y de la ciencia, la práctica de controvertir dinamiza la emergencia de ideas, el reconocimiento de evidencias y la formulación de teorías, principios o métodos que el hombre ha manejado con el propósito de entender la realidad que lo rodean. Las controversias científicas hacen parte de las controversias sociales que se nutren de conceptos económicos, políticos, éticos, ecológicos, etc.

El consenso científico se logra cuando las controversias se disipan. La política puede imponer el consenso e impedir la controversia, por ejemplo, cuando el presidente Obama (premio nobel 2009) pregona “the science is clear” en referencia al calentamiento climático, o cuando la OMS, a propósito del virus corona, recomienda a los países miembros inocular a sus ciudadanos con un inocular experimental. Otro impedimento concierne el negocio de las patentes y el financiamiento de la investigación científica captado por una élite con conflictos de interés que engendra la corrupción académica. Esto se empeora con el pillaje de las ideas geniales producidas por la mujer científica (ejemplo, Lise Meitner descubridora de la fisión nuclear en 1938).

Una de las controversias ampliamente difundidas concierne la astronomía heliocéntrica versus la geocéntrica. Comienza con la idea que la tierra es plana y es el centro de rotación de astros y planetas, el sistema geocéntrico. Aristóteles en el año 340 a. c. avanza dos argumentos para considerar que la tierra es una esfera: primero, había comprendido que el eclipse lunar es consecuencia del posicionamiento de la tierra entre el sol y la luna y que la sombra proyectada es redonda; segundo, la estrella Polar se encuentra más cerca del horizonte cuando se observaba desde el sur y cerca del zenit cuando se observa desde regiones más al norte. Ptolomeo en el siglo II d. c. propone su modelo cosmológico donde la tierra es el centro del cosmos y que permite predecir de manera casi segura las posiciones de los planetas en el firmamento. En 1514 Copérnico formuló una teoría en que la Tierra y los demás planetas giraban alrededor del Sol en un sistema heliocéntrico, además sugirió que la Tierra rotaba sobre su propio eje y que cada año completaba una órbita alrededor del Sol. Un siglo después Kepler y

Galileo asumen públicamente la teoría de Copérnico. En 1609 Galileo observa los satélites o lunas de Júpiter y constata que giran a su alrededor. Kepler sugiere que los planetas describen una trayectoria elíptica y eso permite que la predicción se ajuste a la observación. Finalmente, la deificación, en 1687 Isaac Newton explica como los cuerpos celestes se mueven en el espacio y en el tiempo, desarrolla las matemáticas que permiten su análisis y propone la ley de la gravitación universal.

¿Agujeros Negros?

Isaac Newton marca el inicio de una nueva interpretación del universo, el determinismo: el futuro es íntegramente determinado por el pasado, así como el movimiento de un reloj. Desde 1926 Einstein es considerado como el pionero de la física cuántica, pero ironía de la historia, él se obstina a rechazar esta nueva teoría y deviene el último físico clásico.

En 1905 Einstein propone la teoría de la relatividad restringida o especial, es la teoría del espacio-tiempo donde la energía y la materia son equivalentes, válida en mecánica y electromagnetismo, la velocidad de la luz es fija e independiente del movimiento del observador, sobre todo no considera la gravitación. Esta teoría concentra los aportes de Lorentz y Poincaré.

En noviembre 1915 Einstein expone su teoría de la relatividad general donde propone una ecuación de campo gravitacional en remplazo de la ley de gravitación de Newton. La gravedad ya no es una fuerza sino una consecuencia de la deformación del espacio-tiempo de Minkowski causado por la materia y la energía en juego. Un cuerpo celeste transita sobre una geodésica (por ejemplo, una trayectoria rectilínea en un espacio curvo). En lenguaje relativista, los planetas no “girar” alrededor del sol, sino que avanzan “hacia adelante” en línea recta, solo que lo hacen en un espacio-tiempo localmente curvado por la masa del sol. En 1919 Arthur Eddington constata la desviación curvilínea de rayos de luz causado por la gravedad del sol (durante el eclipse solar en Sobral, Brasil), permitiendo la visibilidad de las estrellas eclipsadas (efecto del lente gravitacional).

Einstein consideraba que su ecuación de campo sería difícil de resolver puesto que es compleja (ecuación tensorial que se traduce en 10 ecuaciones con derivadas parciales de segundo orden no lineal y acopladas).

En 1916, Karl Schwarzschild [2] [3], astrónomo alemán, propone una solución al problema de campo gravitacional aplicado a un cuerpo fluido incompresible de simetría esférica, sobre todo explicita el campo exterior (en forma de paraboloides o superficie de Flamm) e interior a la esfera (estos trabajos fueron traducidos al inglés tardíamente en 1975 y 1999). Esta solución presenta 2 singularidades que se manifiestan al interior de la esfera, una de ellas la “singularidad central” va servir como base para crear la hipótesis del “agujero negro”. Conocidos físicos como Tolmann, Oppenheimer intentaron dar una interpretación a la singularidad central, pero introdujeron confusiones entre variables intermediarias utilizadas por Schwarzschild (en ese momento, trabajo disponible en alemán y solo del campo exterior).

Alexander Friedmann resuelve la ecuación de campo y deduce que el Universo no es estático. En 1922 propone un escenario para un “Universo en expansión” y otro para un “Universo en contracción” dependiendo del valor de una constante cosmológica. Einstein militaba por un Universo estático, para el cual modificó su ecuación introduciendo esta constante cosmológica, en 1931 asume su error y se retracta.

En 1927 Georges Lemaître publica “Un universo homogéneo de masa constante y de radio creciente rindiendo cuenta de la velocidad radial de las nebulosas Extra-galácticas” donde concluye que el alejamiento de las nebulosas es un efecto cósmico debido a la expansión del universo. En 1929 Edwin Hubble confirma esta expansión gracias al telescopio del monte Wilson – California y lo plasma en la Ley Hubble-Lemaître (utilizando el corrimiento al rojo, “red shift”). La controversia entre “universo en expansión” y “universo estático” se agudiza porque esta expansión sugería un instante inicial místico de la creación.

En 1948 George Gamow y Ralph Alpher explican que los átomos de hidrógeno, de deuterio y de helio han sido creados en los primeros minutos iniciales de la expansión del universo. George Gamow expone sus conclusiones en su libro “La Creación del Universo”.

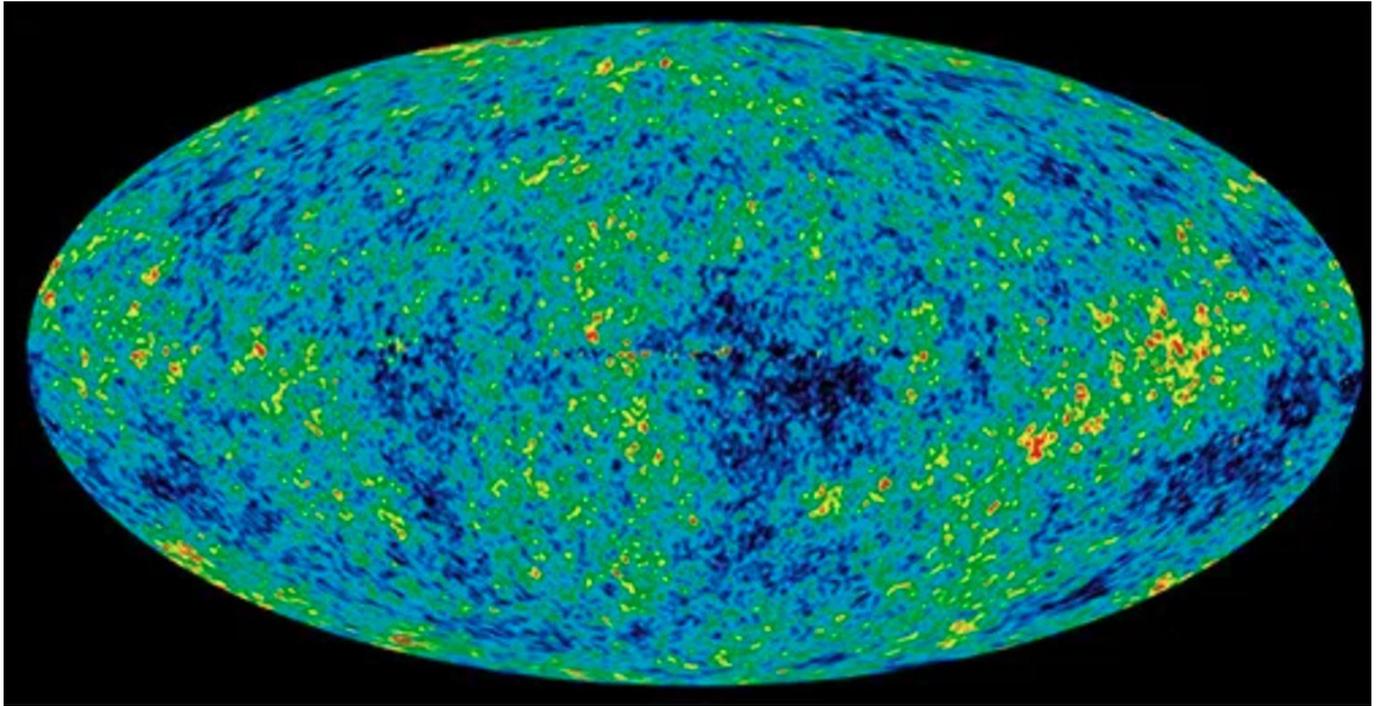


Fig. 1: Image of the infant universe 13.7 billion years created from WMAP data, showing differences in temperatures that became “seeds” for galaxies. *Image Credit: NASA* (<https://www.nasa.gov/specials/60counting/universe.html>)

En 1949, en una de las emisiones de radio a la BBC, Fred Hoyle presidente de la **Royal Astronomical Society**, máximo representante del estado estacionario, utiliza el término “Big Bang” para denigrar el modelo de Lemaître en referencia a su hipótesis del átomo primigenio que se crea en los primeros momentos de la Creación (la nucleosíntesis).

En 1932 Chadwick descubre el neutrón, y en 1939 emerge la idea de estrella de neutrones como consecuencia de la implosión de una estrella supermasiva que concentra la materia en un solo punto central. Se define una zona externa de esta estrella llamada horizonte donde la gravitación es tan intensa que los fotones giran a su alrededor y así la estrella deviene invisible por el cual se le llama “agujero negro”. Este término fue definitivamente acuñado en 1969 por John Wheeler y sus estudiantes Kip Thorne y Charles Misner. En 1973 crean una quimera puesto que al interior de la esfera las ecuaciones sufren un cambio de variables: el tiempo deviene el espacio y el espacio deviene el tiempo para poder explicar la “singularidad central” [4].

En 1992, George Smoot (premio nobel 2006), publica las imágenes de la luz primordial, conocido como el fondo difuso cosmológico, obtenidos mediante el satélite COBE

¿Cuándo se formaron los primeros agujeros negros? Una respuesta hipotética sería: podrían haberse formado en algunos mil millones de años después del Big Bang como consecuencia de la implosión de las primeras estrellas supernova y se localizan en el centro de las primeras galaxias; podrían haberse formado en los primeros segundos después del Big Bang debido a una alta densidad nuclear donde la mecánica cuántica tiene un rol importante y lo llaman micro agujeros negros.

En 2019 [5] y en 2022 [6] se publican las imágenes de objetos supermasivos, provenientes del **Telescopio del Horizonte de Eventos (EHT)**, llamándolos “Shadow of Giant Black Holes” porque no encontraron ninguna otra explicación. Las imágenes muestran que el centro de M87 y Sagitario A no son completamente negros (ausencia de fotones) sino existe una relación entre la temperatura máxima y mínima de aproximadamente 3 (efecto “Redshift” o Doppler óptico). Entonces se habla de agujeros negros supermasivos.



Fig. 2: A new image of the black hole in nearby galaxy M87 from 2018 observations (right) finds a familiar shadow—and a rotation in the brightest part of the ring that surrounds it. EHT Collaboration (<https://www.science.org/content/article/nearby-galaxy-s-giant-black-hole-real-shadow-image-confirms>)

La Física y la Cosmología están en crisis total desde 1970. En 2006, Lee Smolin publica un libro cuyo título es “Las Dudas de la Física en el siglo XXI” [7] y Peter Woit publica “Ni siquiera equivocado” [8]. Entre 1900 y 1970, la física teórica, la física experimental y las técnicas de observación han progresado de mano en mano. Algunas veces, una experiencia u observación provocaba preguntas y estas eran resueltas por los teóricos quienes eventualmente incorporaban profundos cambios de paradigma en nuestra manera de concebir el espacio, el tiempo, la materia, el universo. En ocasiones, los modelos teóricos han anticipado la observación, como fue el caso de la predicción de la existencia de la antimateria por Dirac.

Conclusión

Las futuras investigaciones en cosmología se focalizarán en precisar los aspectos de formación, desarrollo y muerte de agujeros negros. Mientras no haya experimentos u observaciones reproducibles no se puede afirmar o rechazar la existencia de un agujero negro.

La teoría de la relatividad de Einstein muestra lagunas cuando se quiere explicar por ejemplo los “dipolos repelentes” [9], esto implica la búsqueda de nuevas teorías (entre ellas una reciente [10]).

Referencias

1. Stephen Hawking «A Brief History of Time». Bantam Book, New York, 1988.
2. Karl Schwarzschild «On the Gravitational Field of a Mass Point according to Einstein’s Theory». Traducido por S. Antoci y A. Loinger, <https://arxiv.org/abs/physics/9905030>.
3. Karl Schwarzschild «On the gravitational field of a sphere of incompressible fluid according to Einstein's theory». Traducido por S. Antoci, <https://arxiv.org/abs/physics/9912033>.
4. Misner, Charles W.; Thorne, Kip S.; Wheeler, John Archibald «Gravitation». W. H. Freeman, San Francisco, 1973.
5. K. Akiyama, A. Alberdi, W. Alef, K. Asada, R. Azulay, A. K. Backo, D. Ball, M. Balakovic, J. Barrett «First M87 Event Horizon Telescope Results. I. The Shadow of the Supermassive Black Hole». *Astrophysical Journal*, vol. 875, n°1, 2019.

6. K. Akiyama, A. Alberdi, W. Alef, J. C. Algaba, E. Anantua, K. Asada, R. Azulay, U. Bach, A. K. Backo «First Sagittarius A* Event Horizon Telescope Results. I. The Shadow of the Supermassive Black Hole in the Center of the Milky Way». *The Astrophysical Journal Letters*, vol. 930, number 2, 2022.
7. Lee Smolin «The Trouble With Physics. The Rise of String Theory, the Fall of Science, and What Comes Next». Houghton Mifflin Edition, 2006.
8. Peter Woit «Not Even Wrong». Jonathan Cape Edition, London, 2006.
9. Yehuda Hoffman, Daniel Pomarède, R. Brent Tully, Héliène Courtois «The Dipole Repeller». <https://arxiv.org/abs/1702.02483>.
10. Petit Jean-Pierre, Marnat Florent, Zejli Hicham «A bimetric cosmological model based on Andrei Sakharov's twin universe approach». <https://arxiv.org/abs/2412.04644>

Conflictos de interés

El autor declara no tener conflictos de interés.