

P. JAMES J. PEEBLES

ESCRITO POR EDGAR PRECIADO GOVEA

Premio Nobel en física 2019, otorgado a P. James J. Peebles “por sus descubrimientos teóricos en cosmología física”.

El premio nobel en física 2019 fue otorgado a P. James J. Peebles “por sus descubrimientos teóricos en cosmología física”. Si el motivo es demasiado general es porque sus contribuciones no se han limitado a un hallazgo concreto. Peebles es considerado uno de los padres de la cosmología moderna, y ha jugado un rol decisivo en nuestra comprensión actual del cosmos. El modelo estándar de la cosmología Λ CDM (Lambda Cold Dark Matter) se ha desarrollado en gran parte gracias a sus contribuciones. Trataré de explicarme en lo general.

La **cosmología** es el área de la física que estudia el origen y evolución del universo. Desde las más remotas cosmogonías hasta el sistema heliocéntrico de Copérnico, la humanidad ha trabajado con imaginación por idear un sistema del cosmos. Con la aparición en 1915 de la Relatividad General de Einstein el desarrollo de la cosmología adquirió su carácter moderno. En este marco teórico **Alexander Friedman, Willem de Sitter y George Lemaitre** contribuyeron a idear el modelo de un universo dinámico, uniforme en todos lugares y en todas direcciones. Por supuesto, la modernidad no podría ser solamente especulativa, en 1929 **E. Hubble** confirmó las hipótesis de Friedman al descubrir que el universo se expande de acuerdo con la ley de Hubble-Lamaitre. En los 1940s el grupo de **George Gamow, Ralph Alpher y Robert Herman** comprendió que el universo debió surgir de un estado compacto, denso y caliente. El grupo de Gamow explicó las posibilidades de un Big-Bang y predijeron que un remanente de radiación de microondas debería permear el universo, el **CMB (Cosmic Microwave Background)**.

En 1964, sin tener conocimiento del trabajo del grupo de Gamow, J. Peebles calculó una temperatura aproximada del CMB de 10K y calculó también la abundancia de isótopos que habría dejado tras de sí el Big Bang. Peebles se encontraba trabajando en Princeton bajo la dirección de R. Dicke. De manera independiente, Penzias y Wilson descubrieron la relación entre un ruido persistente en sus aparatos y la radiación del CMB. Noticias de Princeton les habían sugerido la posibilidad de su origen, el universo habría evolucionado de un estado denso y caliente dejando tras de sí un espectro de radiación de cuerpo negro con temperatura uniforme de 3K.

La teoría del Big Bang y el subsecuente descubrimiento del CMB se basaban en las hipótesis de Friedman de un universo uniforme. Sin embargo, el universo es manifiestamente inhomogéneo a escalas galácticas. Esta discordancia llevó a Peebles a desarrollar en los 70's las ideas básicas sobre el crecimiento de la estructura cósmica a partir del análisis de las anisotropías en el CMB. Pensemos en la uniformidad del CMB como en la superficie del océano en la que de cerca evolucionan ondas que representan pequeñas variaciones de temperatura en el origen del universo. Fluctuaciones iniciales en la densidad conducirán a ondas acústicas propagándose en el plasma de fotones y bariones las cuales dejarían su huella en el CMB.

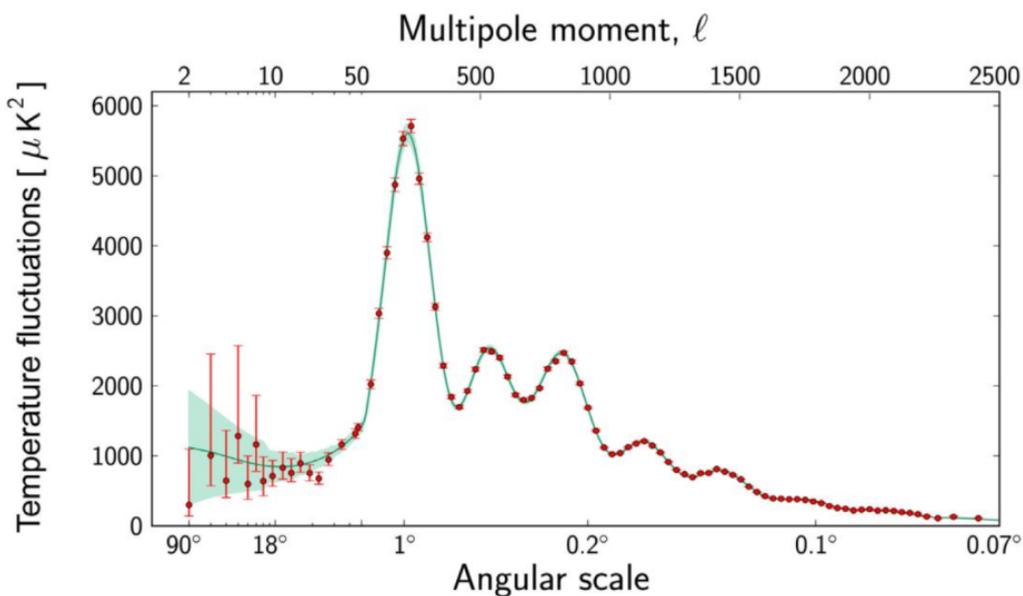


Ilustración 1: Anisotropías en la temperatura del CMB medida por el satélite Planck. El primer pico muestra que el universo es geoméricamente plano. El segundo pico muestra que la materia ordinaria representa sólo el 5% de la materia y la energía en el universo. El tercer pico muestra que el 26% del universo está formado por materia oscura. Imagen extraída de <https://www.nobelprize.org/prize/physics/2019/advanced-information/>

Estas fluctuaciones podían crecer por los efectos gravitacionales o desvanecerse por efecto de la presión y la viscosidad. Al desacoplarse la radiación y la materia bariónica, la huella de este forcejeo quedaría impresa en una longitud de onda característica. En 1985 Peebles había predicho el espectro de estas oscilaciones. El resultado sugería que el espectro observado no coincidía con la medición conocida de materia bariónica en el universo. Peebles propuso una solución a la discrepancia, partículas de materia oscura fría, pesadas y lentas podrían dar cuenta de esta diferencia. Este modelo fue denominado CDM (Cold Dark Matter) y daba cuenta de la formación de estructuras presentes a partir de remotas fluctuaciones que podemos traducir en pequeñas variaciones de temperatura en el CMB.

El CMB se volvió una rica fuente de datos para los cosmólogos y, mediante el análisis del espectro de temperaturas, éstos podían determinar, entre otras propiedades, la geometría del universo. En los 1980's estos análisis apuntaban a que el universo es geoméricamente plano, es decir, dos líneas paralelas en este universo jamás se cruzarán. Sin embargo, la materia ordinaria y la materia oscura sólo daban cuenta del 31% de la densidad crítica necesaria para explicar la planitud del cosmos. En 1984 Peebles propuso una solución, inspirado en la contemporánea teoría de la inflación y su predicción de una densidad crítica, concluyó que la energía faltante tomaba la forma de la constante cosmológica de Einstein. Hoy en día el modelo Λ CDM sigue obtenido un incuestionable éxito frente a las observaciones, y las contribuciones de Peebles han sido clave para su desarrollo.