

1 El Universo



“Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber.”

Albert Einstein



Quinteto de Stephan. Las galaxias que aparecen de color amarillo están a 300 millones de años luz. La galaxia que tiene tonalidad azul está más cerca, a unos 40 millones de años luz. Foto tomada por el Telescopio Espacial Hubble.

¿Qué es Cosmología?

La cosmología es la rama de la ciencia que estudia la historia y la estructura a gran escala del Universo. Basada en datos observacionales obtenidos por telescopios de varios tipos sobre la Tierra y en el espacio, y apoyándose en el conocimiento de la Física, se han desarrollado modelos matemáticos que ofrecen la mejor explicación de los datos. El modelo más exitoso al momento propone que hace aproximadamente 14,000 millones de años ocurrió un evento – llamado el “Big Bang” o Gran Explosión que dió origen al Universo en que vivimos. El Universo está constituido de galaxias de diferentes tipos. Las galaxias son enormes sistemas compuestos por miles de millones de estrellas, gas y polvo interestelar. La galaxia que alberga al Sol se conoce como la Vía Láctea.

Portada: Imagen del cúmulo de galaxias Abell 1689 tomada por el Telescopio Espacial Hubble. Este cúmulo de galaxias se encuentra a una distancia de 2 mil millones de años luz. Albert Einstein predijo en su teoría de relatividad general que la trayectoria de la luz se puede desviar debido a la presencia de un campo gravitacional. Este efecto se conoce como lente gravitacional. Los arcos azules en esta imagen comprueban esta predicción de la teoría de Einstein y corresponden a galaxias que se encuentran detrás del cúmulo Abell 1689.

Datos de Interés

Edad aproximada del Universo: 14 mil millones de años

Edad aproximada del Sol: 5 mil millones de años

Edad aproximada de la Tierra: 4 mil millones de años

1 año luz: la distancia que la luz viaja en un año (unos 9.5 trillones de kilómetros)

Se estima que hay 125 mil millones de galaxias en el Universo

La galaxia más lejana que se ha observado hasta ahora (año 2011) está a 13 mil millones años luz del Sol.

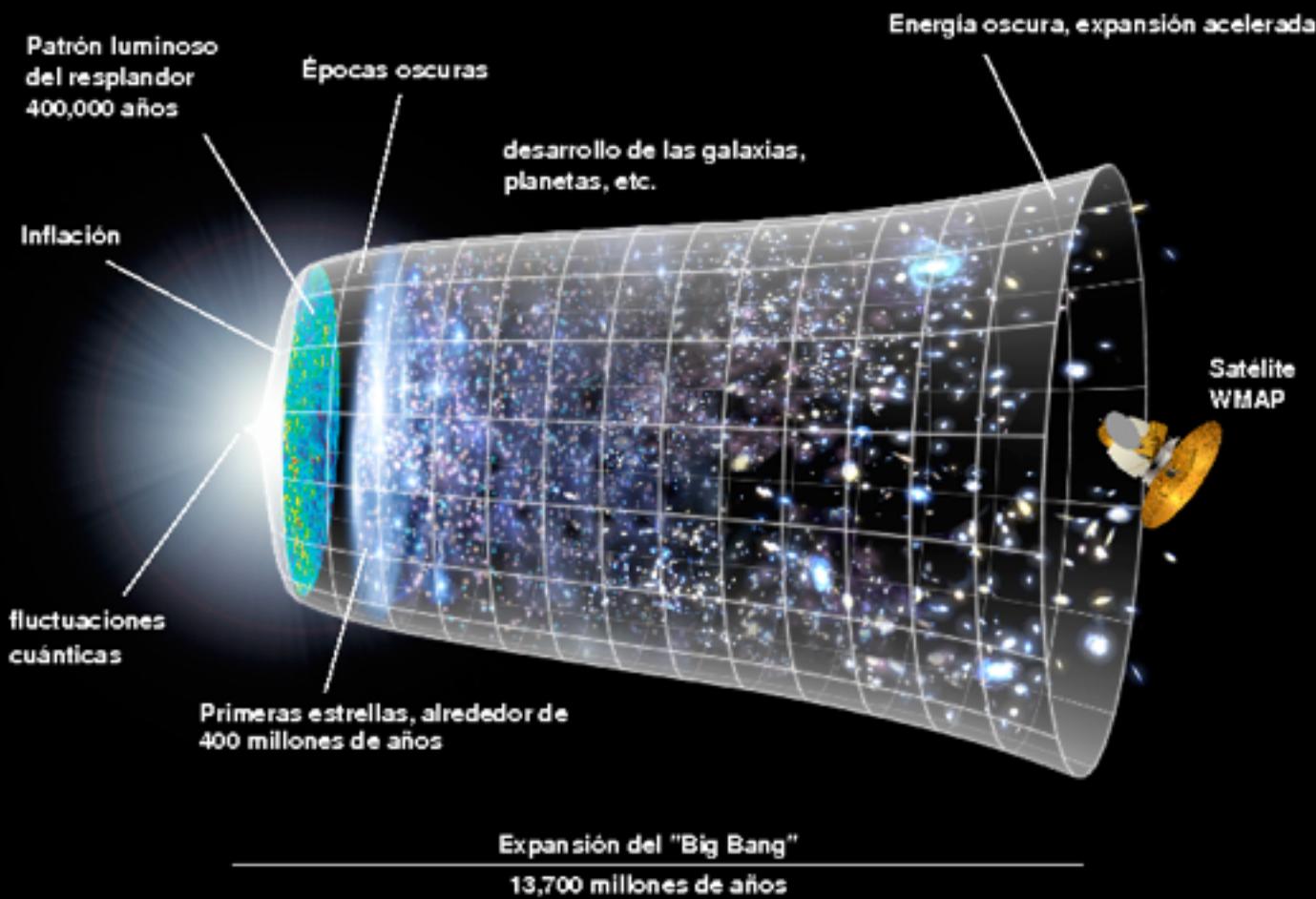


Este cúmulo de galaxias se conoce como “el cúmulo bala” (“bullet cluster”). Se encuentra a una distancia de 3,400 millones de años luz. Esta es una imagen compuesta que tiene datos ópticos, datos de rayos X y un modelo de la materia oscura. Las galaxias individuales del cúmulo se distinguen de los datos ópticos. El gas caliente, que emite en rayos X, se muestra en color rojo. En esta imagen la distribución de materia oscura se muestra de tonalidad azul. La nube de gas en forma de bala en el lado derecho se formó de una gigantesca colisión entre dos cúmulos de galaxias que crearon “el cúmulo bala”.

Qué y Cómo Sabemos

Comprender la forma de nuestro vecindario cósmico tomó mucho esfuerzo y tiempo de parte de los astrónomos. Estamos limitados a observar nuestra galaxia la Vía Láctea desde nuestra posición (la Tierra) en órbita alrededor del Sol que a su vez se encuentra a 26,000 años-luz del centro. Una galaxia es una colección de miles de millones de estrellas unidas por la fuerza de gravedad. En el espacio entre las estrellas hay gas y polvo, esto se conoce como el medio interestelar. Este medio interestelar nos dificulta hacer observaciones ópticas de las partes más remotas del Universo.

Nuestros ojos nos permiten detectar la luz visible pero no son buenos instrumentos de medición. Al construir telescopios con diferentes tipos de detectores es posible obtener información por medio de la luz visible (óptico) y a otras longitudes de onda (radio, infrarrojo, ultravioleta, rayos X y rayos Gamma). La luz, como toda onda electromagnética, tiene una velocidad finita de 300,000 km/s lo que quiere decir que la información que recibimos del cosmos viajó un cierto tiempo antes de llegar a nosotros. Mientras más lejanos los objetos, más tiempo le toma a la luz llegar a nosotros y por lo tanto más en el pasado estamos estudiando el Universo. De esta manera podemos saber la historia de nuestro Universo. Con distintos telescopios podemos estudiar hasta las épocas tempranas del Universo, cuando tenía alrededor de 300,000 años de edad. Para estudiar la naturaleza de la materia de la cual está constituido todo el Universo, se construyen, aquí en la Tierra, aceleradores de partículas, que permiten lograr condiciones similares a las existentes cuando se formó el Universo. Esto nos permite aprender acerca del Universo en épocas aún más tempranas.

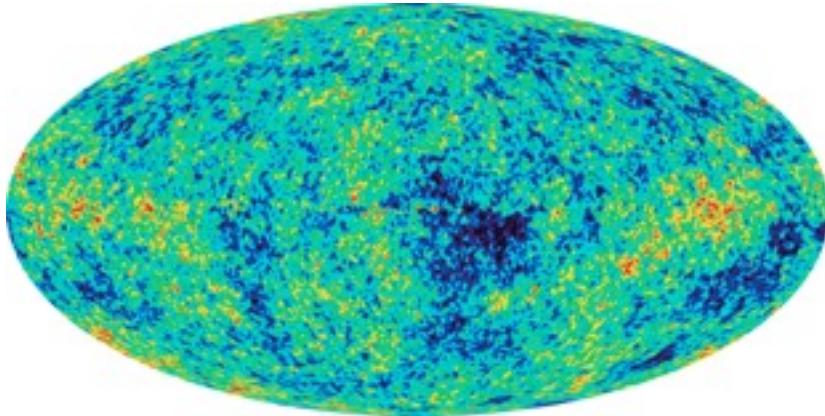


Esta ilustración es una representación de la evolución del Universo desde sus inicios (tiempo cero) hasta la actualidad (aproximadamente 14 mil millones de años después). El Universo se expandió muchas veces su tamaño a partir de un punto (esto es el "Big Bang" o Gran Explosión). El crecimiento del Universo se representa en el eje vertical. El tiempo se representa en el eje horizontal, con la creación del Universo en el lado izquierdo y el presente al lado derecho. En el lado izquierdo se representan los momentos más tempranos que podemos explorar, con un período de "inflación" que produjo un brote de crecimiento exponencial en el Universo. Después del período de "inflación", se fue frenando la expansión del Universo por la atracción gravitatoria de toda la materia. En el lado derecho de la figura, en la era actual en que vivimos, se puede notar que la expansión se está acelerando nuevamente (la figura tiene la parte más ancha al lado derecho). Se cree que esta expansión es debida a una misteriosa y oscura forma de energía ("dark energy"). A la derecha se muestra el satélite WMAP (de color dorado) que ha tomado las medidas más precisas de las etapas más tempranas del Universo.

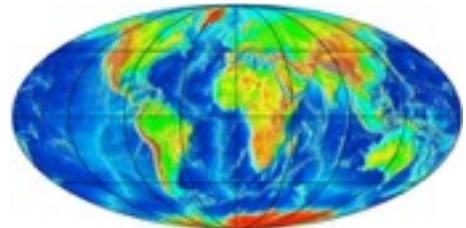
História del Universo

El Universo se originó hace unos 14,000 millones de años. En sus orígenes el Universo ocupaba una región pequeña de espacio y la materia se encontraba en unas condiciones de muy alta densidad y temperatura. A partir de ese estado el Universo se ha expandido al Universo mucho más frío y amplio en el cual vivimos. Podemos observar los remanentes de ese Universo caliente y denso original al observar la radiación de fondo a longitudes de onda de microondas que los detectores pueden medir en todas las direcciones del cielo. El modelo del "Big Bang" es al presente la teoría más aceptada y describe la evolución de materia y energía en un espacio en expansión, en el cual las leyes de la física operan y permiten entender como en el transcurso del tiempo, se forman estructuras de materia que finalmente forman galaxias que contienen miles de millones de estrellas. Las estrellas inicialmente compuestas de hidrógeno y helio, a su vez producen en sus senos los elementos químicos en procesos nucleares. Alrededor de algunas de estas estrellas también se forman sistemas planetarios, algunos de los cuales pudieran albergar algún tipo de vida. Al presente sabemos que existe vida solo en nuestro planeta. (En el presente se han descubierto unos 500 planetas alrededor de otras estrellas, pero todavía no conocemos sus propiedades en detalle).

Datos Novedosos



Este es un mapa del "Wilkinson Microwave Anisotropy Probe" (WMAP). Es un mapa de todo el Universo hace aproximadamente 14 mil millones de años.



Este es un mapa topográfico de la Tierra en colores falsos. Es análogo al WMAP a la izquierda. De la misma manera que en este mapa se pueden apreciar todas las partes de la Tierra, en el mapa a la izquierda se muestra todo el Universo.

La Sonda de Anisotropías en Microondas Wilkinson ("Wilkinson Microwave Anisotropy Probe", WMAP según sus siglas en inglés) es un satélite de NASA que se puso en órbita en el 2001 para realizar medidas fundamentales de cosmología. Este satélite tomó medidas en longitudes de onda de microondas en todas las direcciones del cielo durante 9 años. La sonda lleva el nombre de Wilkinson en honor al cosmólogo David T. Wilkinson un científico muy respetado de Princeton quien fuera uno de los pioneros de esta misión, una de las misiones más importantes de la cosmología moderna.

El satélite WMAP logró contestar varias preguntas cosmológicas importantes. El mapa que se muestra arriba es un mapa detallado que muestra las pequeñas variaciones en temperaturas en diferentes direcciones del cielo (eso se conoce como anisotropía). El análisis de los datos que se muestran en el mapa indican que la edad del Universo es de unos 14 mil millones de años. Además indican que el Universo está compuesto de 73% de energía oscura, 23% de materia oscura, y tan solo 4% de materia común, formada por los átomos de la tabla periódica. Los datos indican la razón a la cual se expande el Universo, que temprano en la historia del Universo ocurrió la inflación y que el Universo se expandirá para siempre.

Estos datos precisos de WMAP son muy importantes para el desarrollo de la Física. Los físicos desarrollan teorías para explicar la composición del Universo, la aceleración del Universo y la etapa de inflación. Las nuevas teorías deben ser consistentes con estos nuevos y precisos datos observacionales.

Para Saber Más

Para información acerca de Cosmología (en inglés) puede visitar: <http://www.universeadventure.org>

Para imprimir un mapa del cielo puede visitar: <http://www.skymaps.com>

Información de Einstein en español: <http://www.einstein.unican.es>

Para información del grupo de aficionados "Sociedad de Astronomía de Puerto Rico" puede visitar: <http://www.astronomiapr.org>

Para información del grupo de aficionados "Sociedad de Astronomía del Caribe" puede visitar: <http://www.sociedadastronomia.com>

Historia y Mitología

A través de la historia los seres humanos han redefinido su concepto del "Universo": algunos pensaban que la Tierra ocupaba un lugar central con esferas que la rodeaban. Esta visión geocéntrica y egocéntrica fue alterada cuando Nicolas Copérnico propuso que era el Sol el centro del sistema y que por lo tanto la Tierra era meramente otro planeta. Otro cambio revolucionario de visión ocurrió cuando a principios del siglo XX se descubrió que el Universo estaba poblado por un sinnúmero de galaxias similares a la Vía Láctea, quitándonos toda idea de ser especiales de alguna manera.

A principios del milenio se pensaba en la forma de describir el Sistema Solar. Para finales del milenio se comenzó la descripción del Universo mediante galaxias. Los remolinos que aparecen en "La Noche Estrellada" de Vincent Van Gogh tienen la apariencia de una galaxia espiral. Van Gogh pintó este cuadro en el 1889 en el sur de

Francia.

Alrededor del año 1880 es que se publican las primeras ilustraciones de galaxias espirales realizadas por el astrónomo Conde de Rosse. En el último siglo comenzó la descripción del origen del Universo mediante la teoría de la Gran Explosión ("Big Bang").

Recordemos que ya hace más de 2000 años Lucrecio había escrito: «Le digo una y otra vez – más allá de nuestro mundo existen en otros lugares, otras combinaciones de la materia, conformando otros mundos. Ah, el nuestro no es el único en el abrazo del aire.» Pero hace 2000 años no había forma de buscar una respuesta. En este tercer milenio con el descubrimiento de cada vez mayor número de planetas extrasolares, nos acercaremos a la respuesta a esta perenne pregunta.



"La Noche Estrellada" Vincent van Gogh.



Grabado por: Camile Flammarion.

Albert Einstein

En la contraportada se muestra una foto de Albert Einstein considerado por muchos el científico más importante y una de las personas más significativas del siglo XX. Vemos a Einstein en la oficina de patentes en Suiza donde realizó gran parte de sus trabajos más importantes. Entre las muchas contribuciones científicas de Einstein se encuentran la equivalencia de masa y energía ($E = m c^2$), cómo la máxima velocidad de la luz afecta las medidas de tiempo y espacio (teoría de relatividad especial) y una teoría de gravitación más precisa que la de Newton (otro de los científicos más importantes de la historia) basada en conceptos geométricos simples (relatividad general). Recibió el premio Nobel de Física en 1921 por sus contribuciones a la Física teórica y por su descubrimiento de la ley del efecto fotoeléctrico.



Albert Einstein observando por el telescopio de Mt. Wilson junto a el astrónomo estadounidense Edwin Hubble (fumando pipa) y Walter S. Adams (director del observatorio).

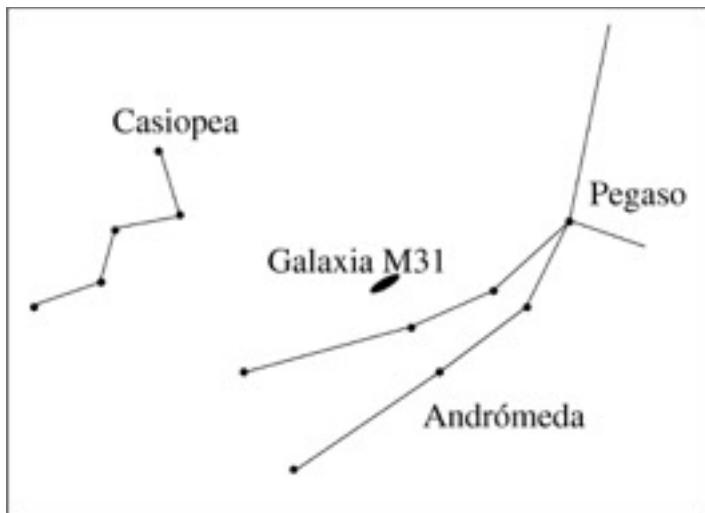
Dónde y Cómo Mirar

Aproveche los meses de junio a febrero para observar la constelación de Andrómeda

Andrómeda es una constelación que se representa con la figura de una mujer con cadenas en sus muñecas. No es una constelación brillante, y es más fácil de localizar si primero encuentra la constelación de Casiopea que tiene un patrón en forma de "W" o si puede localizar un gran cuadrado en el cielo que es parte de la constelación de Pegaso (el cuadrado de Pegaso).

La galaxia de Andrómeda se conoce también como M31 (el objeto número 31 del catálogo de Messier). Aparece como una mancha blancuzca. Es el objeto más lejano que se puede observar a simple vista. Esta galaxia se encuentra a una

distancia aproximada de 3 millones de años luz. La luz que observa de esta galaxia salió hace aproximadamente 3 millones de años. Busque un lugar cómodo, seguro, alejado de las luces de la ciudad. Utilice un mapa del cielo para encontrar las constelaciones y otros objetos interesantes de la región. Si utiliza una linterna recuerde cubrirla con un plástico transparente de color rojo para preservar su visión nocturna.



Galaxia Andrómeda (M31) es la galaxia espiral grande más cercana.



Editores

Dra. Mayra E. Lebrón Santos - Departamento Ciencias Físicas, Facultad de Estudios Generales, UPR-RP

Dra. Carmen A. Pantoja Pantoja - Departamento de Física, Facultad de Ciencias Naturales, UPR-RP

Dr. Daniel R. Altschuler Stern - Departamento de Física, Facultad de Ciencias Naturales, UPR-RP

Fotos cortesía: APOD/NASA, Library of Congress, WMAP Science Team/NASA, Ned Wright (UCLA)



Albert Einstein (1879 - 1955) es el científico más reconocido del Siglo 20.

Suplemento Auspiciado por NASA / Puerto Rico Space Grant, Universidad de Puerto Rico

