

**Jueves
10
de marzo**

Segundo de Secundaria Ciencias. Física

El universo en expansión

Aprendizaje esperado: *identifica algunos aspectos sobre la evolución del universo.*

Énfasis: *reflexionar sobre la teoría del big bang y el universo en expansión.*

¿Qué vamos a aprender?

En esta sesión, conocerás diversas investigaciones sobre cómo se originó el universo. Analizarás la teoría del big bang, la expansión del universo y qué sucedió con la radiación cósmica de fondo.

¿Qué hacemos?

Escribe en tu cuaderno las siguientes preguntas, y trata de dar una respuesta breve. De ser necesario complementalas con la información que conocerás a lo largo de esta sesión.

- ¿Sabes de qué manera se originó el universo?
- ¿Cuáles son las dos ideas que sostienen la teoría del big bang?
- ¿A qué se refiere la expansión del universo?
- ¿Qué sucedió con la radiación cósmica de fondo?

Antes de empezar con el tema, observa el siguiente video del minuto 6:31 al 8:04, que te dará un panorama general sobre la teoría del big bang.

1. El Universo: origen, evolución y estructura. Segunda parte.

https://www.youtube.com/watch?v=cC-7u8CjWpg&feature=emb_logo

En el video se menciona que la edad del universo es de 13,700 millones de años, sin embargo, la teoría del big bang fue propuesta en 1927, es decir, hace poco menos de 100 años. ¿Cómo fue que los científicos llegaron a esa conclusión si el universo se creó hace muchísimo tiempo atrás?

Para dar respuesta a la pregunta anterior, primero debes conocer sobre George Lemaitre, un astrónomo y sacerdote originario de Bélgica quien propuso la teoría del big bang, se basó en dos ideas que dan soporte a dicha teoría: la expansión del universo y la radiación cósmica de fondo.

Para el sacerdote belga Georges Lemaitre, la historia del universo se divide en tres periodos: el primero es llamado la explosión del átomo primitivo, la cual dice que, hace 5,000 millones de años existía un núcleo de materia hiperdensa e inestable que explotó bajo la forma de una super radiactividad. Esta explosión se propagó durante mil millones de años y los astrónomos perciben sus efectos en los rayos cósmicos y las emisiones X.

Después viene el periodo de equilibrio o el universo estático de Einstein. Éste afirma que, finalizada la explosión, se establece un equilibrio entre las fuerzas de repulsión cósmicas en el origen del acontecimiento y las fuerzas de gravitación. Es durante esta fase de equilibrio que dura 2 mil millones de años, cuando se forman los nudos y dan nacimiento a las estrellas y galaxias.

Finalmente, siguen los periodos de expansión, iniciados hace 2 mil millones de años, que demostrarían que el universo se encuentra en expansión a una velocidad de 170 kilómetros por segundo de manera indefinida.

Sobre la expansión del universo, según la teoría del big bang, éste tiene unos 13,800 millones de años. Lo que se sabe, es que tuvo un pasado muy caliente y denso, y ahora se está expandiendo.

Gracias a todas las evidencias observacionales que apoyan la existencia del big bang. A finales de los años 20 del siglo pasado, el astrónomo Edwin Hubble se dio cuenta de que todas las galaxias se están alejando de nosotros y que, no solo se alejaban, sino que cuanto más lejos estaban, más rápido era ese alejamiento. Hubble se apoyó de sus observaciones de los espectros luminosos de las galaxias, sugiriendo que éstas se alejan entre sí, ya que el cambio en la longitud de la onda de luz se desplazaba hacia la parte del espectro con longitudes de onda más largas, a este fenómeno se le conoce también como corrimiento al rojo. Llegando así a la conclusión de que el Universo estaba en expansión.

Para ejemplificar el fenómeno de la expansión del universo, si está en tus posibilidades, realiza el siguiente experimento.

Experimento: expansión del universo

Los materiales que necesitarás son:

- 1 globo de color claro.
- 1 regla.
- Tijeras.
- 20 cm de hilo o estambre.
- Papel.
- Lápiz.
- Plumón.

Procedimiento:

- Lo primero que tienes que hacer es dibujar puntitos a lo largo de todo el globo. De esta manera simularás las galaxias.
- Después, elije dos puntos, los que quieras, y márcalos encerrándolos en un círculo. Una vez identificados, mide la distancia entre ellos y anótala en tu cuaderno.
- Ahora es momento de utilizar tus pulmones para inflar el globo, tendrás 10 segundos para ello y al finalizar lo amarras.
- Con ayuda del hilo ubica la distancia entre los dos puntos que elegiste al principio y corta el hilo.
- Finalmente, mide el tramo del hilo que cortaste y compara tu resultado con la medida inicial.

Como podrás darte cuenta, la distancia entre los puntos aumentó después de que inflaste el globo. Los puntos dibujados en el globo representan las galaxias y el globo representa el espacio conformado por el universo. Las mediciones de la distancia representan las observaciones de expansión a través del corrimiento en rojo de las ondas de luz.

Después de este análisis, continúa con el tema.

Otro de los pilares clásicos para aceptar el big bang es la radiación de fondo cósmico de microondas, que es una radiación que se produjo cuando el universo tenía unos 380,000 años (equivalente a un bebé de un día, en la escala temporal humana). Hubo un momento en el que la temperatura descendió lo suficiente como para que se formaran átomos neutros y los fotones pudieran propagarse libremente. La radiación cósmica de fondo es un tipo de radiación electromagnética que llenó todo el universo.

La radiación de fondo de microondas se detectó en 1964 por los radioastrónomos estadounidenses Arno Penzias y Robert Wilson; este gran descubrimiento se dio por mera casualidad.

Arno Penzias y Robert Wilson eran los encargados de calibrar la gran antena de Holmdel, que era usada para comunicación vía satélite, llevaban semanas intentando ponerla en funcionamiento, pero había un ruido de fondo que hacía imposible el trabajo. Probaron todo tipo de medidas para tratar de eliminar aquellas interferencias, orientaron la antena en todas direcciones, probaron de día y de noche, revisaron el sistema eléctrico, forraron con cinta aislante las juntas y remaches de la antena, limpiaron enchufes, hasta pensaron que todo era culpa de los nidos de las palomas que había. Y cuando ya no se les ocurría qué más hacer, desmontaron todos los instrumentos de la antena y los volvieron a montar desde cero. El ruido no desaparecía.

Después de reconstruir la antena en varias ocasiones, el origen cósmico era ya la última esperanza de Penzias y Wilson, aunque de eso no tenían ni idea. Se comunicaron con un equipo científico de la Universidad de Princeton dirigido por Robert Dicke para explicarle el problema con la antena por si él les podía ayudar a eliminar aquel incesante ruido. El físico de Princeton se dio cuenta inmediatamente de lo que habían encontrado los jóvenes Penzias y Wilson. Dicke colgó el teléfono y les dijo a sus colegas de laboratorio: "*Bueno, muchachos, se nos acaban de adelantar*", según cuenta Bill Bryson en su obra, Una breve historia de casi todo.

En ese entonces, había dos teorías competidoras, por un lado, estaba el big bang y por otro lado estaba la teoría del estado estacionario que decía que el universo era básicamente el mismo en cualquier momento y lugar. La detección del fondo de microondas fue la confirmación del big bang. De hecho, el nombre lo acuñó el astrónomo inglés Fred Hoyle, defensor de la teoría del estado estacionario, en una entrevista en la BBC, posiblemente de forma despectiva pero el nombre cuajó.

El fondo de microondas es una radiación homogénea sobre todo en el cielo, pero con pequeñas diferencias de temperatura de aproximadamente una parte en cien mil. Estas pequeñas diferencias son muy importantes. Ahora se observa que el universo no es homogéneo porque hay galaxias y cúmulos de galaxias. Para que todo eso se haya formado por inestabilidad gravitatoria, tuvieron que existir semillas para su origen y pequeñas diferencias en la densidad de materia. Si esas pequeñas semillas existían en el universo temprano, eso debía reflejarse en el fondo de microondas. Y eso se vio con el satélite Cobe por primera vez en los años noventa del siglo pasado.

En la ciudad de Ginebra Suiza, la Organización Europea para la Investigación Nuclear desarrolló un acelerador de partículas, llamado Colisionador de Hadrones, que permite a los investigadores recrear las condiciones extremas de temperatura y densidad que había cuando ocurrió la Gran Explosión.

Esto quiere decir que, con el Gran Colisionador de Hadrones se puede explicar todo lo referente al origen del universo a partir del big bang.

Como puedes darte cuenta, para estudiar el origen del universo, existen diferentes estrategias que los científicos implementan para comprender lo que se observa hoy en día

Por lo tanto, se podría decir que, gracias a todas estas investigaciones, se puede conocer la historia del Universo, desde el big bang, hasta lo que se conoce actualmente. Al respecto se pueden identificar dos eras, la era de la radiación y la era de la materia.

La era de la radiación comprende desde la gran explosión hasta la de fondo. Y la era de la materia desde la radiación cósmica de fondo, hasta el presente.

En la era de la radiación se pueden identificar las siguientes fases:

Inflación: con la que da inicio la expansión del universo.

La formación de protones: en la que el espacio está ocupado principalmente por radiación electromagnética, protones y neutrones.

La formación de núcleos: en la que los neutrones y los protones empiezan a formar núcleos atómicos, pero debido a la alta temperatura, esta unión era tan débil que se rompía.

Radiación cósmica de fondo: donde los núcleos empiezan a captar electrones, formando los primeros átomos de hidrogeno y helio, pues la temperatura ya había disminuido lo suficiente para permitir que los enlaces de neutrones y protones ya no se rompieran. Lo cual permitió el paso libre de luz.

Por ello, antes de la formación de los átomos todo era oscuro. Esto era porque los electrones no podían unirse a los núcleos de protones y neutrones, y al estar libres en el espacio dispersaban la luz. Entonces, es a partir de este momento que se empieza a formar la materia. Y para que esto sucediera, tuvieron que pasar 380,000 millones de años. A partir de ahí, inicia la era de la materia, en la que se empiezan a formar las primeras estrellas, debido a que los átomos se aglutinan por acción de la gravedad. Y el universo comienza a tener luz.

Las investigaciones sobre el universo no se detienen y en 1998 los científicos Saul Perlmutter, Brian Schmidt y Adam Ries, descubrieron que el universo seguía creciendo cada vez a mayor velocidad, para ellos ese descubrimiento fue una gran sorpresa, pues estudios anteriores apuntaban a que la gravedad iba a detener la expansión. Para explicar esta aceleración, se maneja el concepto de energía oscura.

Existen diversos proyectos que han permitido a los científicos establecer o comprobar las bases para el planteamiento de las teorías acerca del big bang.

El primero de ellos es el Observatorio Espacial Planck, de la Agencia Espacial Europea, lanzado en mayo del 2009. Este observatorio es una máquina del tiempo, pues mira al pasado, al principio de los tiempos, cerca del big bang, a lo que ocurrió hace unos 13,700 millones de años. Planck analiza con una precisión no lograda hasta el

momento, los remanentes de la radiación que llenó el universo inmediatamente tras el big bang, una radiación observada hoy en día como el fondo cósmico de microondas.

Estos resultados ayudarán a los astrónomos a decidir qué teorías del nacimiento y evolución del universo son correctas. Pero primero, Planck debe detectar y comprender la emisión del fondo cósmico que se encuentra entre nosotros y la primera luz del universo.

Planck observa en nueve bandas del espectro electromagnético, desde un centímetro a un tercio de milímetro, lo que corresponde al rango de la longitud de onda que va de las microondas al infrarrojo muy lejano. Los detectores de Planck se enfrían a temperaturas cercanas al cero absoluto ya que, de otro modo, su propia emisión de calor alteraría las medidas.

Con ello se complementó la información que obtuvo la Sonda de Anisotropía de Microondas de Willkinson (WMAP, por sus siglas en inglés) diseñado por la NASA.

La WMAP es una sonda de la NASA cuya misión es estudiar el cielo y medir las diferencias de temperatura que se observan en la radiación de fondo de microondas, un remanente del big bang. Fue lanzada en junio del 2001 y usa radiómetros diferenciales de microondas que miden las diferencias de temperatura entre dos puntos cualquiera del cielo

Otro proyecto es, el Gran Colisionador de Hadrones, que es un dispositivo acelerador de partículas con el cual se pueden recrear las condiciones extremas del universo temprano al hacer chocar iones pesados a muy altas energías acelerándolos a velocidades cercanas a la de la luz. A este proyecto se le conoce con el nombre de ALICE, por sus siglas en inglés.

Existen aún más proyectos, por ejemplo, el proyecto Big BOSS que tiene como finalidad encontrar la respuesta a algunas de las interrogantes acerca de la energía oscura y la expansión del universo. El instrumento principal de este experimento cuenta con cinco mil fibras ópticas conectadas a espectrógrafos de resoluciones de muy buena calidad sincronizados al telescopio Mayal.

Un dato relevante es que, tanto el proyecto ALICE como el Big BOSS tienen la participación de científicos mexicanos. Y algo más que debes recordar es que, las investigaciones sobre el universo se encuentran en constante actualización, por eso es importante mantenerte informada e informado a través de medios confiables.

Has finalizado esta sesión. Si deseas saber más del tema, puedes consultar tu libro de texto de Física.

El reto de hoy:

Reúnete con tu familia para reflexionar y dar respuesta a la siguiente pregunta: ¿cuál fue el origen de la gran explosión?

A partir de la información que aquí se presentó y con alguna otra que obtengas de fuentes de información confiable, amplía o corrige tus respuestas del inicio:

- ¿Sabes de qué manera se originó el universo?
- ¿Cuáles son las dos ideas que sostienen la teoría del big bang?
- ¿A qué se refiere la expansión del universo?
- ¿Qué sucedió con la radiación cósmica de fondo?

¡Buen trabajo!

Gracias por tu esfuerzo.

Para saber más:

Lecturas

<https://www.conaliteg.sep.gob.mx/>