



Aventuras CosmoVerse

**Expansión del Uni-
verso: La ley de
Hubble-Lemaître**



El Aula

Introducción: Observando las profundidades del Universo



Profesor :

¡Buenos días, clase! Bienvenidos a otra clase de Aventuras CosmoVerse. Antes de iniciar la clase, tengo una imagen que mostrarles. Echen un vistazo a esta fascinante fotografía. ¿Tienen alguna idea del contenido de la foto? (Ver figura 1).



Estudiante 1 :

Da la impresión de ser un cielo estrellado. ¿Son estrellas?



Profesor :

Aunque esa es una respuesta intuitiva, Estudiante 1, hay más que eso en la imagen. En la fotografía sólo se muestran algunas estrellas. Más lejos que ellas, cada punto representa una galaxia entera, cada una formada por millones de estrellas.



Estudiante 2 :

¡Eso es increíblemente vasto! ¿Cómo se hizo para tomar esa fascinante fotografía?



Profesor :

Esta obra maestra es la foto 'Campo Ultra profundo del Hubble.' En 1995, los científicos apuntaron el Telescopio Espacial Hubble (Ver figura 2) hacia una región del cielo aparentemente vacía que no es mucho más grande que la punta de una pluma tomada a lo largo de esta. Durante diez días el telescopio mantuvo la observación en ese punto. Lo que obtuvo es francamente espectacular: la imagen de más de 1500 galaxias brillando en una pequeña región del universo. Y aún más fascinante es la edad de algunas de estas galaxias; tan antiguas que se remontan a justo después del Big Bang.

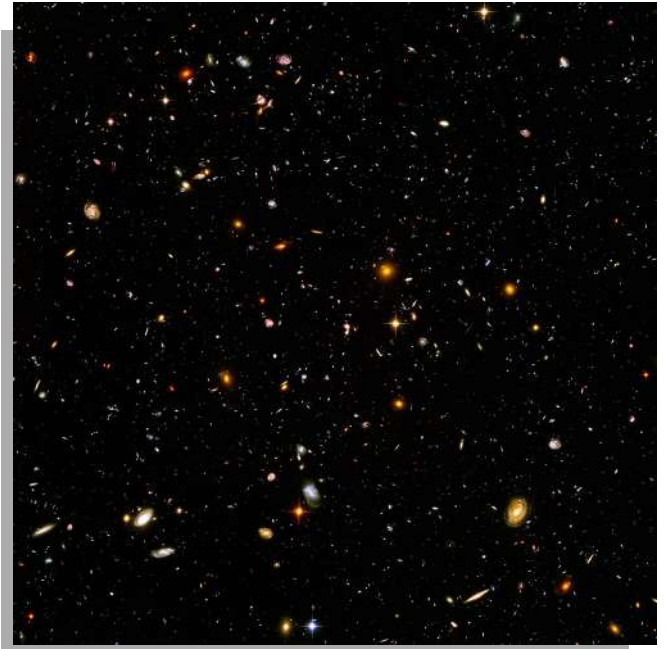


Figura 1: La foto original de la NASA tomada por el Telescopio Espacial Hubble, contiene alrededor de 10,000 galaxias de varias edades, formas, tamaños y colores. Las más pequeñas, rojizas, son unas de las galaxias más distantes que han sido fotografiadas por un telescopio óptico, y probablemente existen desde épocas muy cercanas al Big Bang .



Figura 2: El Telescopio Espacial Hubble visto desde el Transbordador Espacial Atlantis. Crédito de la imagen a la NASA

Estudiante 3 :

Si una parte tan pequeña contiene tantas galaxias, ¡el universo debe estar rebosante de ellas!

Profesor :

Justamente, Estudiante 3. Para poner las cosas en perspectiva, creemos que existen alrededor de 2 billones de galaxias en nuestro universo observable. Y algo para romperte la cabeza: hay más estrellas en el universo que los granos de arena en todas las playas de la Tierra. Esta es una prueba directa de la sobrecogedora escala del universo.

Estudiante 4 :

Es sorprendente que desde la pequeña Tierra hayamos podido descifrar esa grandeza, ¿Cómo lo hicimos?

Profesor :

Es la progresión del conocimiento, Estudiante 4 . En algún momento, creímos que todo giraba alrededor de la Tierra, el modelo geocéntrico. Pero aparecieron visionarios como Aristarco de Samos, quién propuso primero el modelo centrado en el Sol o heliocéntrico. Copérnico refinó esta idea más allá, pero aún así sus ideas se encontraron con escepticismo. El cambio se llevó a cabo con los descubrimientos de Galileo, Kepler y Newton, quienes soportaron el modelo heliocéntrico con evidencia en el siglo XVII. (Ver figura 3).

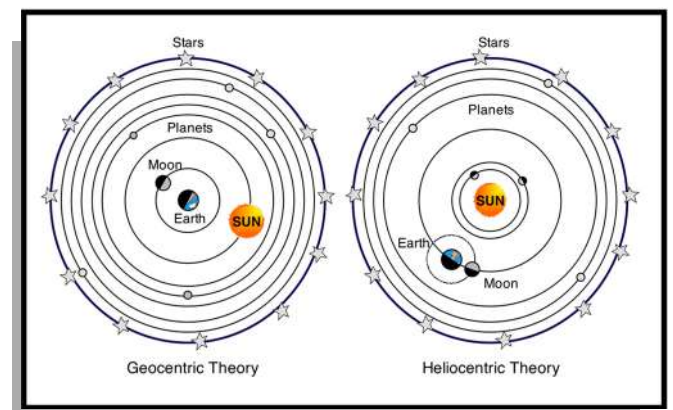


Figura 3: Diferencias entre el modelo Geocéntrico y Heliocéntrico.

Estudiante 3 :

Los telescopios debieron de haber sido los elementos decisivos en esta tarea, ¿cierto?

Profesor :

Completamente, Estudiante 3. Los telescopios nos permitieron observar la vastedad del universo. Sin embargo, hasta los años 20 del siglo XX creíamos que la Vía Láctea era todo lo que existía. Es entonces que aparecen Hubble y Lemaître quienes revolucionaron nuestro entendimiento aportando evidencia de que nuestro universo está lleno de galaxias y está en constante expansión.. Pero antes de seguir avanzando más allá, unámonos a Quark en su estimulante viaje para entender verdaderamente nuestro lugar en este universo tan vasto.



Nave de la imaginación

Un viaje a nuestro vecindario cósmico

Our Cosmic Address

<La cubierta de observación de la nave de la imaginación muestra el universo en toda su gloria. Quark se coloca en el timón, ansioso de llevar a los estudiantes a un viaje más allá de las estrellas conocidas.>

<Para esto, se puede descargar [Stellarium](#), un software libre que permite la navegación a través del universo, o se puede usar este [video](#)>



Quark :

¡Bienvenidos a bordo, jóvenes exploradores! Nuestra nave de la imaginación supera los límites más grandes conocidos. Porque saben, incluso la velocidad de la luz, la entidad más rápida del universo con 300,000 km/s, no puede viajar suficientemente rápido. Para viajar por el universo, necesitaríamos eones, ¡incluso a ese ritmo!



Estudiante 1 :

Siempre me he preguntado, ¿qué es exactamente un año luz?



Quark :

Un año luz no representa tiempo, sino distancia. Representa la distancia que puede viajar la luz en un año. Para ponerlo en números, es de 9.46 billones de kilómetros o 5.88 billones de millas. Pero no nos quedemos en los números. En vez ¡iniciemos nuestro viaje!

<La nave inicia su viaje, y la Tierra se hace cada vez más pequeña en el fondo.>



Quark :

Observen su preciosa Tierra. Es un espectáculo de vida, un santuario en el inmenso salvaje universo. Ustedes, los humanos, le han dado forma a su rostro, y sin embargo desde aquí, las colosales ciudades, los caminos, y los esfuerzos se convierten en simples susurros imperceptibles. Todas las historias de la humanidad se remontan a esta esfera azul celeste. Es el lugar de nacimiento de incontables almas.



Estudiante 2 :

Es surreal, la Tierra parece muy pequeña en esta perspectiva.



Quark :

¡Justamente la perspectiva, querido! Ahora observa tu vecindario cósmico.

<La Luna aparece, con sus heridas e historias de épocas pasadas.>



Quark :

La Luna, la compañera fiel de la Tierra y el único cuerpo celeste además de la propia Tierra en sentir los pasos de los seres humanos. Mientras nos aventuramos, pasaremos por centinelas de nuestro sistema solar, los planetas, para después sumergirnos en la inmensidad del espacio interestelar.

<Las estrellas, como joyería brillante, empiezan a iluminar el vacío.>



Quark :

¿Ven nuestro Sol? Es un punto entre el mar de estrellas, y aún así su luz le toma 8 minutos llegar a la Tierra. Las estrellas que pueden reconocer de las historias para dormir son resplandecientes ahora sin el velo de la atmósfera terrestre. Y entre esas estrellas hay exoplanetas, algunos de ellos acunando la vida.



Estudiante 3 :

¿Y la Vía Láctea? ¿Nuestra galaxia?



Quark :

Claro, nuestra casa. Es nuestra metrópolis cósmica, que contiene gas, polvo, estrellas y planetas que abarca los enormes 100,000 años luz. ¿Y en su centro? Un agujero negro supermasivo, un devorador cósmico. Nuestra vecina más cercana es la galaxia de Andrómeda, si pudieras enviarle un mensaje de texto a aliens viviendo ahí este tardaría alrededor de 2.5 millones de años en alcanzarlos.

<Las galaxias empiezan a volverse puntos en la visualización, cada una siendo un universo por sí misma.>



Figura 4: Imagen corregida por color de la Tierra tomada por el satélite DSCOVR el 7 de Diciembre del 2022, exactamente 50 años después de la imagen original de la Canica Azul (Blue Marble en Inglés). Créditos de la imagen a la NASA.



Quark :

Beyond our galaxy lies an ocean of galaxies, each with its stories, its black holes, its mysteries. They dance in a cosmic ballet, driven by gravitational ties.



Estudiante 4 :

¡Se ve como si fuera una red, con sus hilos y huecos!



Quark :

¡Precisamente! Este arreglo cósmico representa una minúscula porción del universo observable. Pero, ¿existe algún final? ¿Algún límite?

<La nave se detiene, se aprecia ante todos el borde del universo observable.>



Quark :

He aquí, el límite de lo que podemos percibir. Pero recuerden, “observable” no significa “todo”. El universo podría no tener fronteras y extenderse más allá de la imaginación.



Estudiante 1 :

Entonces, ¿estamos viendo luz antigua?



Quark :

¡Si! Cuando miras galaxias distantes, estás mirando hacia atrás en el tiempo. La radiación de fondo de microondas que observamos es una reliquia, un eco originado justo después del Big Bang.



Estudiante 2 :

¿Pero qué hay más allá fuera de nuestro universo observable?



Quark :

Nuestro foco cósmico sólo ilumina hasta cierto punto. Más allá de esto podría haber reinos sin fin, operando bajo las mismas reglas, también lleno de galaxias, estrellas y maravillas.



Estudiante 3 :

¿Así que nuestro universo podría ser un punto en un vasto océano cósmico?



Quark :

Precisamente. La verdadera escala del universo podría seguir siendo siempre un misterio. Pero nuestro viaje por el entendimiento ¿no es el viaje más estimulante de todos? Ahora, considerando nuestro viaje hoy, ¿alguien podría decirme nuestra dirección en el vecindario cósmico?



Figure 5: Una imagen de luz visible de la galaxia Andrómeda, tomada por Torben Hansen.

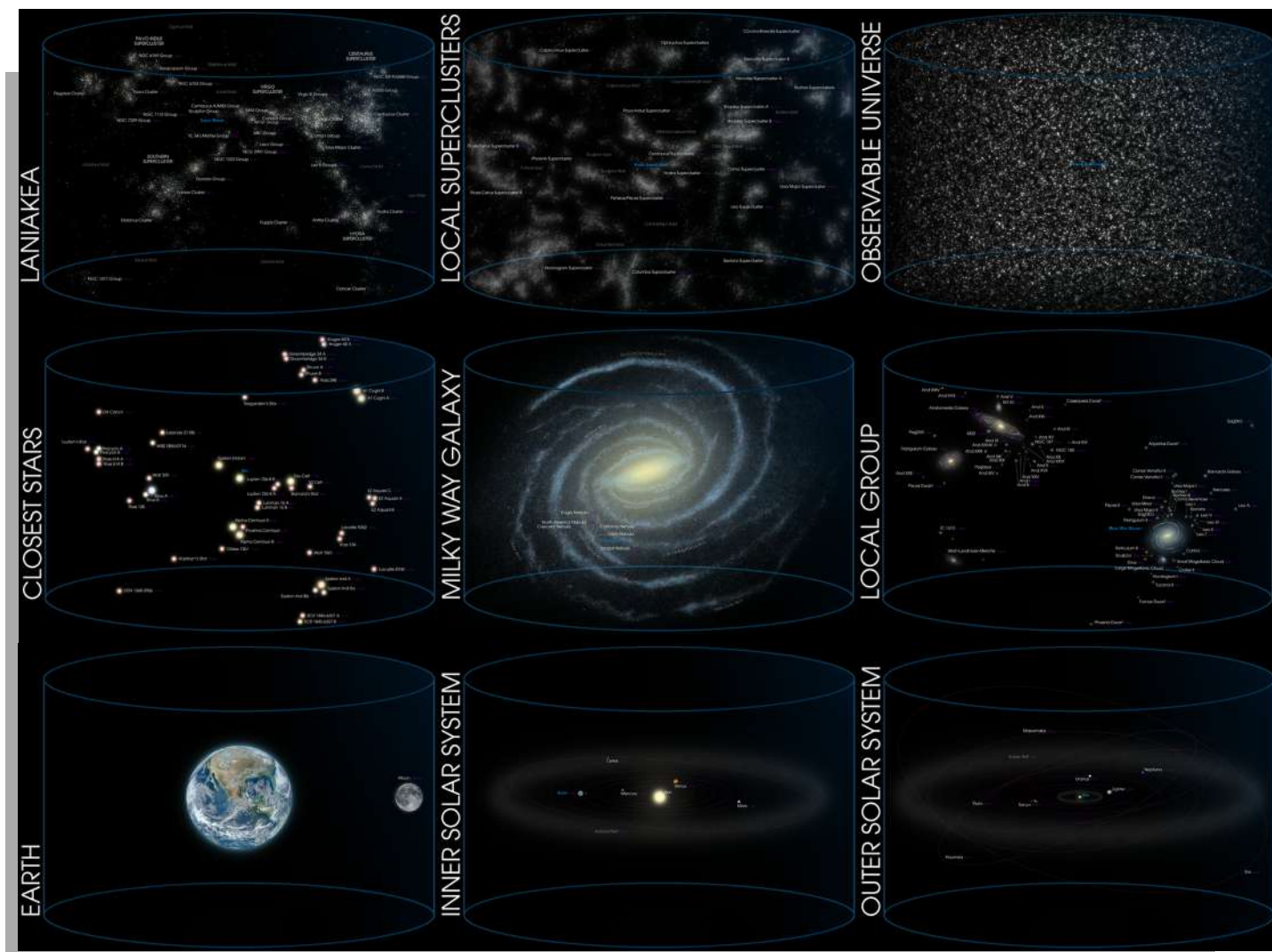


Figura 6: Una ilustración de la posición de la Tierra en el universo. Consiste en una serie de nueve figuras..
 Extendido. Crédito: Andrew Z. Colvin + [Expandir imagen](#)

Estudiante 1:

A ver... Venimos del planeta Tierra, situada en el Sistema Solar, situado en el espolón de Orión. Somos parte de la expansiva Vía Láctea, que pertenece al Grupo Local de galaxias. Este grupo es parte del más grande Supercúmulo de Virgo, que además está envuelto por el Supercúmulo de Laniakea. Y esto es sólo un capítulo del libro que es el universo observable. (Ver figura 6).

Quark:

¡Excelente! Tu entendimiento de nuestra posición en el cosmos es digno de alabanza. Ahora, prepárense puesto que nuestra siguiente aventura es un salto hacia atrás en el tiempo. Estamos a punto de conocer a las visionarias mentes que dieron forma a nuestro entendimiento del cosmos y quienes son los arquitectos del viaje de hoy, el Dr. Edwin Hubble y el Dr. Georges Lemaître.



Conoce a un científico

La ley de Hubble-Lemaître



Figura 7: Durante los años 20 del siglo XX, los astrónomos Edwin Hubble (izquierda) y Georges Lemaître llegaron ambos a la conclusión de que el universo se está expandiendo. Instituto Carnegie de Washington / Universidad Católica Louvain.



Quark :

Estudiantes, por favor démosle la bienvenida a Edwin Hubble y a Georges Lemaître, pioneros que transformaron fundamentalmente nuestra comprensión del cosmos.



Estudiante 2 :

¡Es un honor! Doctor Hubble, su trabajo en los catálogos de galaxias es incomparable y todavía seguimos usando. ¿Podría usted iluminarnos con las revelaciones acerca de estas galaxias?



Hubble :

¡Encantado! En mis épocas las personas solían pensar que la Vía Láctea era todo lo que existía. Sin embargo, cuando con el telescopio de 2.5 m observé y medí la distancia a la galaxia Andrómeda se reveló una verdad sorprendente: Andrómeda estaba mucho más lejos que cualquier estrella de la Vía Láctea. Este descubrimiento confirmó que el objeto no era nada más una nebulosa sino una galaxia en sí a una inmensa distancia. Imaginen las implicaciones: nuestro universo es mucho más grande de lo que imaginábamos, lleno de infinitud de galaxias.

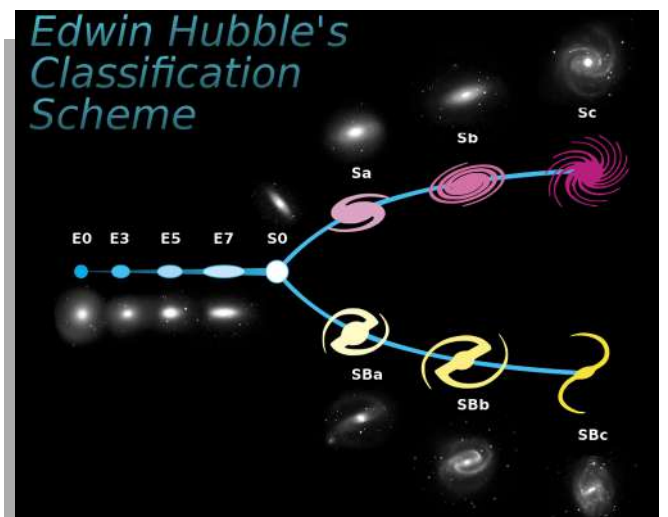


Figura 8: El astrónomo Norteamericano Edwin Hubble desarrolló un sistema de clasificación de galaxias en 1926. Aunque este esquema, también conocido como el diapason de Hubble, es ahora considerado demasiado simple, las ideas básicas persisten. El original puede ser encontrado aquí: [HubbleTuningFork.jpg](#)

Estudiante 2 :

¿Y estudiando estas galaxias algo en particular le llamó la atención?

Hubble :

Absolutamente. Mis datos revelaron un hecho sorprendente: las galaxias parecen estarse alejando unas de las otras.

Estudiante 2 :

¿Pero cómo comprobó que estas galaxias parecían estarse alejando de nosotros?

Hubble :

¡Muy buena pregunta! Usé un tipo especial de luz conocido como líneas espectrales para medir la velocidad aparente de las galaxias. Cuando observé las líneas espectrales de las galaxias lejanas, noté que estaban recorridas hacia la parte roja del espectro electromagnético, un fenómeno conocido como “redshift” o “corrimiento al rojo”. Este fenómeno indica que la luz está siendo estirada, sugiriendo que las galaxias se están moviendo alejándose de nosotros mientras el espacio entre nosotros está siendo estirado.

Quark :

Muchas gracias Sir Hubble, de hecho el corrimiento al rojo y las líneas espectrales serán el objeto de estudio en una próxima Aventura CosmoVerse. Así que, ¡mantengan sus preguntas!

Estudiante 2 :

Monsieur Lemaître, ¿si las galaxias se están alejando de nosotros esto significa que nuestro universo se está expandiendo?

Lemaître :

¡Precisamente! Imagina al espacio como una masa para hacer pastel que tiene pasas encima representando a las galaxias. Conforme la masa se infla, las pasas se van alejando una de la otra. Así las galaxias no se están moviendo a través del espacio, sino que el espacio que las contiene está cambiando, se está estirando y expandiendo, haciendo parecer que las galaxias se están moviendo. ¡Las galaxias se mueven con el espacio y no a través de él! Es importante notar también que esto aplica para galaxias más alejadas que nuestras vecinas que atrapadas por las interacciones gravitacionales no se alejan de la Vía Láctea.

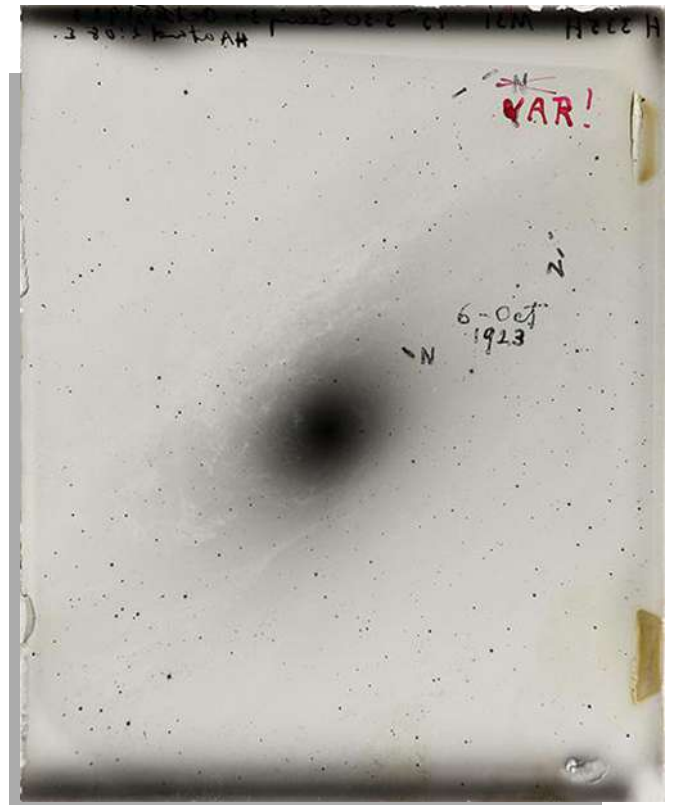


Figura 9: Edwin Hubble tomó esta fotografía de placa de la “nebulosa” Andrómeda usando el telescopio Hooker de 100 pulgadas (2.5 m) en el Observatorio del Monte Wilson en 1923. The placa muestra a Andrómeda (o M31) que debe ser una galaxia diferente. Crédito: Observatorios Carnegie.

Estudiante 2 :

Entonces, regresando en el tiempo. ¿Veríamos a un universo que se encoge hasta que la materia estaba toda junta?



Hubble :

¡Diste en el clavo! La idea de la expansión del universo fue la primera evidencia que sugiere que el universo nació de un punto, en un momento específico hacia el infinito en el pasado. Pero como si eso no fuera suficiente, me dí cuenta que la velocidad de recesión de las galaxias se incrementa al aumentar la distancia. En otras palabras, mientras más lejos está una galaxia más rápido se aleja de nosotros.



Lemaître :

Exactamente, y esta relación está plasmada en la ley de Hubble-Lemaître, la ley que esencialmente nos dice que la velocidad aparente a la que una galaxia se aleja de un observador (como nosotros en la Tierra) es directamente proporcional a la distancia al observador. La ecuación es bastante simple ($v = H_0 D$) representada por esta gráfica. (Ver figura 11).

Estudiante 1 :

Entonces, v es la velocidad de recesión de una galaxia dada, D es la distancia, pero ¿qué es H_0 ?



Hubble :

Cierto, la pendiente de la gráfica de distancia contra velocidad representa la constante de Hubble H_0 que también representa el ritmo al cual se expande el universo, aproximadamente 70 kilómetros por segundo por megaparsec con 1 megaparsec siendo alrededor de 3.3 millones de años luz. De hecho, tomó décadas poder establecer un valor adecuado de la constante de Hubble H_0 , puesto que es una cantidad fundamental para determinar la edad, estructura y el destino del universo. Nos dice qué tan rápido parecen estarse alejando las galaxias de nosotros dependiendo de la distancia a la que se encuentren.

Ejemplos: Para una galaxia que se encuentra a 1 megaparsec de distancia, la velocidad de recesión es de 70 kilómetros por segundo. Para una galaxia que se encuentra a 2 megaparsecs de distancia ¿cuál es su velocidad de recesión?

Estudiante 2 :

Fácil, la velocidad de recesión debería de ser de $70 \times 2 = 140$ kilómetros por segundo.

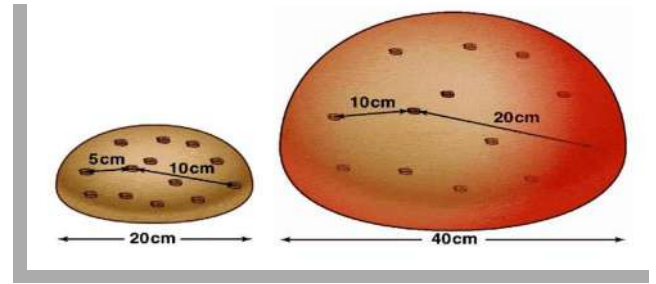


Figura 10: El modelo del pastel de pasas explica cómo una galaxia percibe a las otras en un universo en que se alejan de ella. Crédito a la NASA.

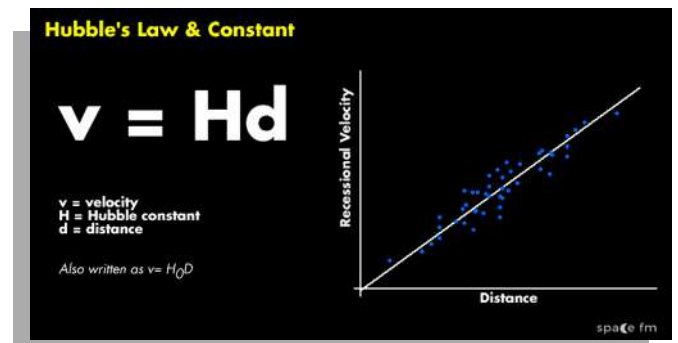


Figura 11: Hubble propuso que había una relación entre la distancia a las galaxias y su corrimiento al rojo (o velocidad de recesión). En otras palabras, qué tan rápido se aleja una galaxia es proporcional a su distancia. Crédito a Space.fm

 Estudiante 3 :

Nuestra perspectiva del universo ha sido cambiada drásticamente, ¿no es cierto? De vernos a nosotros como el centro, a entender nuestra humilde posición en la infinitud.

 Lemaître :

Así es. La ciencia nos desvela la inmensidad y complejidad del cosmos, recordándonos el pequeño, y sin embargo, único lugar que ocupamos.

 Quark :

Gracias a ambos, es tiempo de preguntar a la escuela sobre el “Laboratorio Acción” donde tu profesor ha preparado algunos experimentos para entender mejor la ley de Hubble-Lemaître.





Laboratorio de Acción

Actividad: Modelo de la banda elástica- un modelo de 1 dimensión



Objetivo :

Entender cómo la expansión del universo lleva a que la velocidad de las galaxias crezca conforme crece la distancia y la ilusión de que la Tierra es el centro del universo.



Tiempo de preparación : 5 minutos



Tiempo de actividad : 20 minutos



Materials Needed :

- Gomas elásticas (ligas) de diferentes tamaños.
- Arandelas (rondanas) metálicas de diferentes tamaños.
- Pines.
- Pizarra o una tarjeta de papel grueso.
- Pequeños plumones de colores para identificar las galaxias.
- Regla o cinta métrica.
- Papel milimétrico.
- Lápices.



Procedimiento :

- Divida a su clase en parejas o pequeños grupos. Brinde a cada grupo un conjunto de ligas y rondanas. Pídale que trabajen juntos para construir su propio 'universo' en donde un número de diferentes 'galaxias' (las rondanas) de diferentes tamaños están conectadas por diferentes distancias (las ligas) entre ellas. Las gomas elásticas deben de tensarse pero no estirarse como se ve en la figura.
- Pídale a cada grupo que elija una de las rondanas para que sea nuestra galaxia – La Vía Láctea y márkela con un sticker o un plumón de forma que se recuerde la elección. Marque el resto de las galaxias con nombres o números de forma que sean registrados en la tabla mostrada.
- Pídale a cada grupo que ponga su universo de liga en una línea recta, fije la posición, y mida la distancia desde la Vía Láctea a cada una de las otras 'galaxias' usando una escala apropiada como por ejemplo 1 cm = 100 millones de km. Escriban esto en la segunda columna de la tabla.



Rubber band universe © British Council

Figura 12: Modelo del universo de ligas. Crédito al Consejo Británico.

Nombre de la Galaxia	Distancia inicial a la Vía Láctea	Distancia final a la Vía Láctea	Cambio de distancia en km	Velocidad en km/s

- Pídale a los alumnos que estiren la liga al doble del tamaño original y que fijen el arreglo en esta nueva posición. Dígale a sus alumnos que la expansión tardó mil millones de años (tienen que hacer la respectiva conversión a segundos).
- Invite a cada grupo a volver a medir las distancias desde la Vía Láctea al resto de las otras galaxias y a anotar las nuevas distancias. Entonces restarán para encontrar la diferencia de distancias y reportar esto en las columnas 3 y 4 de la tabla.
- Rételos a calcular la velocidad a la que cada galaxia se aleja de nosotros usando la fórmula “Velocidad = Cambio en la distancia/Tiempo”. Escriban estos resultados en la columna final de la tabla.
- Grafiquen los datos con la distancia en el eje horizontal y la velocidad en el eje vertical.
- Ahora, tomando otra galaxia diferente al a Vía Láctea, repita el procedimiento anterior. La pregunta que se busca contestar ahora es: “¿Cómo se vería la expansión del universo para un extraterrestre viviendo en otra galaxia?”
- Finalmente, grafiquen en la misma figura los datos obtenidos para la Vía Láctea y para la otra galaxia elegida y observen la comparación.

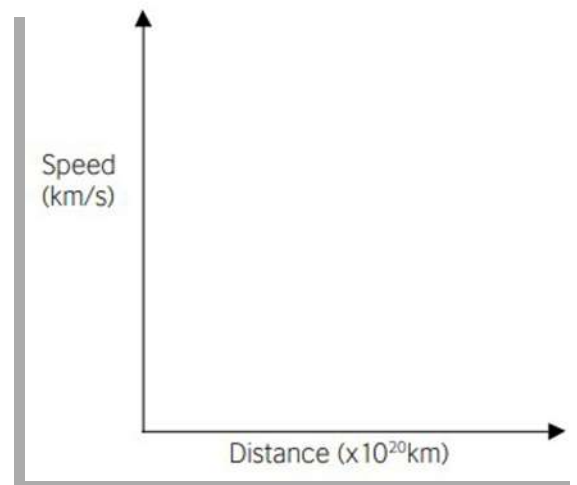


Figura 13: Dibuje una línea que mejor ajuste los datos y repítalo para la otra galaxia.



Observaciones :

- La siguiente gráfica (Ver figura 14) es un ejemplo de como se deben ver los datos para la Vía Láctea y para la otra galaxia elegida.
- ¡Los datos obtenidos para la Vía Láctea y para la galaxia elegida siguen la misma línea! Si lo piensas un poco, esto tiene sentido. La pendiente de la gráfica es la medición del ritmo de expansión del universo. Como la Vía Láctea y la otra galaxia viven en el mismo universo, las dos deben de medir el mismo ritmo de expansión.

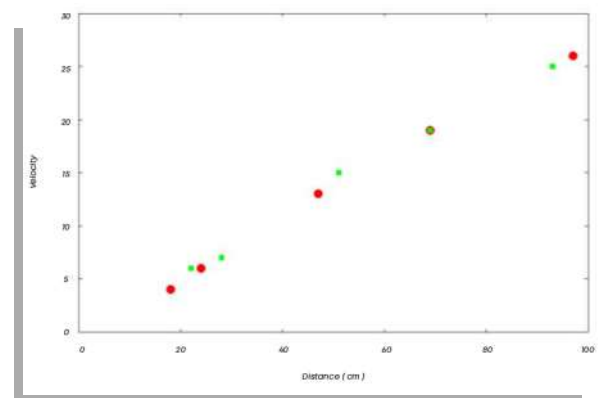


Figura 14: Un ejemplo de como se ven los datos de la Vía Láctea rondana y la otra galaxia elegida.

Discusión y conclusiones :

Profesor :

¡Muy bien, todos! Ahora que hemos realizado el experimento, ¿qué observaciones tienen de haber hecho sus gráficas?

Estudiante 1 :

Notamos que independientemente de la galaxia, ya sea la Vía Láctea o la otra rondana elegida, mientras más alejadas estuvieran las otras galaxias más rápido se alejaban. Este comportamiento es consistente en los dos escenarios.

Profesor :

Esa es una observación perspicaz. ¿Alguien podría explicar por qué ocurre esto?

Estudiante 2 :

Por la expansión uniforme del universo, lo que significa que mientras más espacio exista entre dos galaxias, lo más rápido que estas se separarán entre ellas. Es como la liga, mientras más la estiras las partes más lejanas de tus dedos son las que estirarán más que las partes más cercanas a tus dedos.

Profesor :

¡Excelente analogía! ¿Qué opinan de que los datos tomados para la Vía Láctea y la otra galaxia caen en la misma línea? ¿Qué implica acerca de nuestra posición en el universo?

Estudiante 3 :

Implica que no hay un único centro del universo. No importa en qué galaxia estemos observando, la expansión parece uniforme. Es como si cada galaxia sintiera que está en el centro del universo.

Estudiante 4 :

¿Entonces no estamos realmente en el centro del universo?

Profesor :

¡Correcto! La idea de que estamos al centro del universo es una ilusión creada por la forma en que el universo se expande. Cada galaxia siente que está en el centro, pero en realidad, no existe un centro. El universo no se expande desde un punto individual, sino más bien todo el espacio se está expandiendo.



Estudiante 2 :

Este experimento demuestra que el universo en expansión no es sólo galaxias alejándose de un sólo punto por el espacio. Es el espacio en sí el que se está estirando.



Profesor :

Precisamente. Y este concepto es fundamental en el entendimiento de la naturaleza del universo. El modelo de la liga es una gran manera de visualizar el fenómeno, pero recuerden que el universo es algo mucho más complejo. Esta es una actividad simplificada para ayudar a entender el concepto.

Tomemos un momento para recapitular nuestra Aventura CosmoVerse. Tuvimos un largo viaje, ¿no es cierto? Hoy aprendimos que vasto y magnífico es el universo. Aprendimos también acerca de la ley de Hubble-Lemaître, que en términos simples se puede decir: mientras más lejos se encuentra una galaxia, más rápido se aleja de nosotros. Nuestro viaje de hoy fue más que hechos y figuras, también nos enseñó de maravillas y humildad. Alguna vez creímos que éramos el centro de todo. Ahora entendemos nuestro pequeño, y sin embargo especial, lugar en este vasto y siempre expansivo universo. Para aquellos interesados en saber más sobre la expansión del universo, la Biblioteca Cósmica les ofrece un tesoro de conocimiento, esperando ser explorado.





Biblioteca Cósmica



Videos :

[How small are we in the scale of the universe?](#)

[Scale of the large – Khan Academy](#)

[An Epic Journey from Earth to the Edge of the Universe](#)

[What is our Cosmic Address?](#)

[Hubble's law | Scale of the universe](#)

[Hubble's law](#)

[Hubble's Law](#)

[How big is the universe and Hubble's Law](#)

[The EXPANSION of the UNIVERSE!](#)



Interactivos :

[The Scale of the universe](#)



Sitios Web :

[NASA – Hubble Space Telescope](#)

[Teacher's resources](#)

[NASA SCALE AND DISTANCE](#)

[The Big History Project](#)

[NASA's summary of the latest discoveries made around the Big Bang](#)



Documentales :

[Journey to the Edge of the Universe](#)

[Everything and Nothing](#)



Libros :

[The day we found the Universe](#)



Artículos :

[The expanding universe credit to Hubble-Lemaitre](#)

[Our expanding universe: Age, history & other facts](#)

[Hubble's Law & Constant](#)



Quiz :

[The Age of the Universe](#)

[Hubble- Lemaître law](#)

[Hubble's Law & Hubble's Constant](#)



Juegos :

[Expanding Universe](#)



Glosario

Galaxia: Un masivo sistema aglomerado gravitacionalmente que consiste de estrellas, remanentes estelares, polvo, medio interestelar y materia oscura.

Big Bang: La explicación principal acerca del origen del universo. Propone que el universo fue en algún momento una singularidad, un pequeño punto en el espacio que explotó y se expandió para crear el espacio que conocemos hoy.

Hubble Ultra Deep Field (HUDF) -- Campo Ultra Profundo del Hubble: Una imagen de una pequeña región en la constelación de Fornax, basada en los datos obtenidos por el Telescopio Espacial Hubble. Contiene alrededor de 10,000 galaxias.

Telescopio Espacial Hubble: Un telescopio espacial que fue puesto en órbita por el Transbordador Espacial Discovery en 1990. Es llamado así por el astrónomo Edwin Hubble.

Universo observable: Se refiere a la parte del universo que potencialmente podemos observar. El universo observable depende de la posición del observador.

Modelo geocéntrico: Modelo obsoleto que coloca a la Tierra en el centro del universo y a las estrellas y los planetas girando alrededor.

Aristarco de Samos: Matemático y astrónomo de la antigua Grecia, conocido por presentar el primer modelo heliocéntrico de nuestro sistema solar, colocando al Sol y no a la Tierra en el centro.

Modelo heliocéntrico: Un modelo en el que la Tierra y los demás planetas giran alrededor del Sol, que es el centro de nuestro Sistema Solar.

Copérnico: Astrónomo del renacimiento que propuso un modelo heliocéntrico de nuestro Sistema Solar.

Galileo: Físico, astrónomo y matemático Italiano. Dentro de sus contribuciones se encuentran la mejora de los telescopios y sus observaciones astronómicas que aportaron pruebas al modelo heliocéntrico.

Kepler: Astrónomo alemán conocido por sus leyes que rigen el movimiento planetario.

Newton: Sir Isaac Newton fue un escritor, físico, matemático y astrónomo. Es famoso por sus leyes de movimiento y por la Ley de la Gravitación Universal.

Vía Láctea: La galaxia que contiene a nuestro Sistema Solar. Es una galaxia espiral barrada y tiene un diámetro visible entre 100 mil y 200 mil años luz.

Hubble: Edwin Hubble, astrónomo Norteamericano que jugó un papel crucial en establecer los campos de la cosmología observacional y la astronomía extragaláctica.

Lemaître: Georges Lemaître, un sacerdote católico belga, astrónomo y profesor de física. Fue el primero en proponer la teoría de la expansión del universo.

Stellarium: Un software de libre acceso que permite la visualización realista 3D del cielo.

Speed of light: La velocidad a la que viaja la luz en el vacío, precisamente a 299,792,458 metros por segundo o aproximadamente 300,000 km/sec.

Año luz: Una unidad astronómica cuya distancia es equivalente a la distancia que la luz viaja en un año, que es aproximadamente 9.46 billones de kilómetros o 5.88 billones de millas.

Espacio interestelar: El espacio físico en una galaxia que no está ocupado por estrellas o sus sistemas planetarios.

Exoplanetas: Planetas que orbitan una estrella fuera de nuestro sistema solar.

Agujero negro supermasivo: El tipo de agujero negro más grande, en el orden de magnitud de cientos de miles de millones de veces la masa solar.

Galaxia Andrómeda: Una galaxia espiral de aproximadamente 2.537 millones de años luz de la Tierra y además la galaxia más grande cercana a la Vía Láctea.

Radiación del Fondo Cósmico de Microondas: Radiación remanente del Big Bang que nos provee evidencia observacional de la evolución y origen del universo.

Universo observable: La porción del universo entero que potencialmente podemos observar.

Espolón de Orión: Un brazo menor de la Vía Láctea, localizado entre el brazo de Perseo y de Sagitario.

Grupo Local: Grupo de más de 50 galaxias entre las que se encuentran Andrómeda y la Vía Láctea.

Supercúmulo de Virgo: Supercúmulo de galaxias que contiene al Grupo Local que también contiene a la Vía Láctea.

Supercúmulo Laniakea: El supercúmulo de galaxias que contiene a nuestra Vía Láctea y a aproximadamente 100 mil galaxias más.

Ley de Hubble-Lemaître: Ley que describe la expansión del universo describiendo como las galaxias parecen alejarse de nosotros a una velocidad proporcional a la distancia a la que se encuentran.

Telescopio reflector de 100 pulgadas (2.5 m): Un tipo de telescopio en el que se utiliza espejos para enfocar la luz en un punto. La medida de 100 pulgadas se refiere al diámetro del espejo primario.

Nebulosa: Una nube de polvo y gas en el espacio que suele actuar como elemento de formación estelar.

Redshift o Corrimiento al rojo: Fenómeno donde la luz y otras ondas del espectro electromagnético es incrementada en su longitud de onda y transportada a la parte más roja del espectro.

Líneas espectrales: Líneas brillantes u oscuras en el que de otra forma sería un continuo o espectro suave. Son usadas para identificar elementos químicos en el espacio y sus movimientos relativos.

Espectro electromagnético: El rango completo de longitudes de onda de todos los tipos conocidos de radiación electromagnética.

Expansión del universo: El incremento en la distancia entre dos puntos o galaxias indicativos de que el universo se está haciendo más grande.

Constante de Hubble (H_0): Valor usado en cosmología que describe el ritmo al cuál el universo se expande.

Megaparsec: Unidad en astronomía igual a aproximadamente 3.3 millones de años luz.

Velocidad de recesión: La velocidad a la que un objeto se mueve alejándose debido a la expansión del universo.

Distancia propia: Una medida usada en cosmología que considera la posición de un objeto, en vez de considerar el momento en que la luz fue emitida.

Expansión uniforme: Es el concepto que describe como la expansión del espacio es en todas las direcciones, haciendo que las galaxias se alejen unas de las otras a velocidades cada vez más grandes mientras más lejos se encuentren.



This article/publication is based upon work from COST Action CA21136 – “Addressing observational tensions in cosmology with systematics and fundamental physics (CosmoVerse)”, supported by COST (European Cooperation in Science and Technology)

COST (European Cooperation in Science and Technology) is a funding agency for research and innovation networks. Our Actions help connect research initiatives across Europe and enable scientists to grow their ideas by sharing them with their peers. This boosts their research, career and innovation.

www.cost.eu

