

Actividad 4. Temas de frontera sobre el cosmos: ¿Estoy listo para ampliar mis horizontes?!

PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD

Que los estudiantes conozcan, reflexionen y discutan sobre las limitaciones de las teorías cosmológicas actuales, las nuevas propuestas en cosmología y las grandes preguntas que permanecen aún sin respuestas.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

OA 2

Comprender, basándose en el estudio historiográfico, las explicaciones científicas sobre el origen y la evolución del universo.

OA a

Formular preguntas y problemas sobre tópicos científicos de interés, a partir de la observación de fenómenos y/o la exploración de diversas fuentes.

OA b

Planificar y desarrollar investigaciones que permitan recoger evidencias y contrastar hipótesis, con apoyo de herramientas tecnológicas y matemáticas.

OA f

Desarrollar y usar modelos basados en evidencia, para predecir y explicar mecanismos y fenómenos naturales.

OA h

Evaluar la validez de información proveniente de diversas fuentes, distinguiendo entre evidencia científica e interpretación, y analizar sus alcances y limitaciones.

OA i

Analizar críticamente implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales de problemas relacionados con controversias públicas que involucran ciencia y tecnología.

ACTITUDES

Pensar con flexibilidad para reelaborar las propias ideas, puntos de vista y creencias.

Pensar con conciencia, reconociendo que los errores ofrecen oportunidades para el aprendizaje.

DURACIÓN

12 horas pedagógicas.

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

Reflexión

- Los estudiantes reflexionan sobre el escenario de las incertidumbres, interrogantes y límites de validez de los saberes actuales en cosmología. Para esto:
- Observan la imagen que se presenta a continuación, se reúnen en grupos y comparten lo que piensan y sienten sobre las interrogantes que aparecen en ella en colores, guiados por las siguientes preguntas:
 - ¿Son preguntas que se pueden responder científicamente? Argumenten.
 - ¿Se sienten preparados para responder a cada una de estas preguntas? ¿por qué?
 - ¿Qué emociones les evoca reflexionar sobre las interrogantes de la imagen?
 - ¿Qué otras preguntas les surgen?

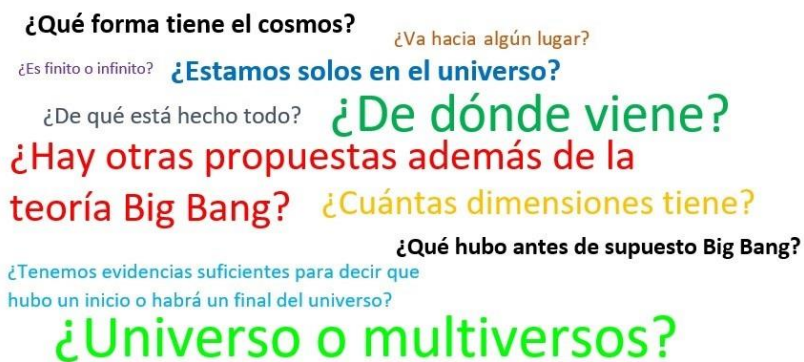
Conexión interdisciplinar:

Filosofía.

OA c, 3° y 4° medio.

Observaciones al docente

Estos temas son muy atractivos para los jóvenes y, normalmente, no se requiere hacer grandes esfuerzos desde el punto de vista de la motivación; la dificultad máxima radica en que muchas de las preguntas que suelen realizar simplemente no tienen respuestas definitivas y las opiniones de los especialistas suelen escapar al nivel escolar. En estos casos, se sugiere humildad intelectual, reconociendo que no lo sabe o que todavía lo está intentando comprender.



Observaciones al docente

Al momento de observar la imagen, es clave favorecer un ambiente de tranquilidad y respeto para la introspección. Cada pregunta en la imagen es compleja y lleva a grandes cuestionamientos. Si bien la comunidad científica ha hecho y hace esfuerzos para aproximarse a algunas respuestas sobre la base de evidencias, hoy existen más interrogantes que certezas. En ese sentido, se sugiere humildad y empatía para el desarrollo de la actividad ante los estudiantes.

- Los estudiantes leen y comparten reflexiones sobre el siguiente fragmento del libro *El universo: teorías sobre su origen y evolución*. Se guían por las preguntas que se proponen a continuación.

Dificultades básicas de la cosmología

Hay misterios fundamentales en las ciencias. Parece que hay ciertas leyes de la naturaleza, pero ¿por qué existen? No sabemos. Podemos perfectamente imaginar un universo que tuviese otras leyes, o que ni siquiera tuviera leyes, en que todo ocurre por casualidad.

Como no sabemos el motivo por el cual existen esas leyes, tampoco podemos saber si valen para siempre, o si valieron en el pasado más remoto y valdrán en el futuro más distante.

Hay un inmenso dominio para las dudas en relación con las teorías sobre el origen y la evolución del universo. Hay puntos fundamentales sobre los cuales no podemos tener certeza. Además, aun aceptando como válida la expansión del universo, la validez de las leyes de la física en todos los tiempos, etc., las teorías aún presentan muchas dificultades. Eso no significa que todo el trabajo realizado hasta ahora sea inútil. De ningún modo. Nuestro conocimiento actual del universo es amplio, mucho más que hace cien años. Pero aún hay cosas que no han sido respondidas, y otras que jamás podrán serlo.

Si la teoría del Big Bang (o alguna otra semejante) fuese correcta y si el universo está de hecho expandiéndose, ¿va a crecer siempre, o va a parar y después disminuir y encoger hasta volver al estado inicial? ¿Puede el universo ser pulsante, cíclico, repitiéndose para siempre? Y, al final de cuentas, ¿qué estaría haciendo el universo antes del Big Bang: existía alguna cosa o no? Tal vez sea posible responder a la primera pregunta, pues las medidas astronómicas pueden indicar, en el futuro, si el universo está disminuyendo su velocidad de expansión.

En las últimas décadas del siglo XX, se desarrollaron instrumentos muy “poderosos” para la investigación del universo. Los radiotelescopios permitieron estudiar ondas invisibles que vienen del espacio. Las sondas espaciales dieron informaciones detalladas sobre la Luna y los planetas. Se puso en órbita nuevos instrumentos astronómicos: telescopios de rayos X (que no pueden funcionar en la superficie de la Tierra) y un gran telescopio óptico: el Hubble. El desarrollo de cámaras de televisión de alta definición, acopladas a esos instrumentos, permitió obtener imágenes extremadamente nítidas. Los enormes volúmenes de información que ofrecen los estudios astronómicos pueden ser procesados actualmente por computadores potentes. Ahora podemos ver galaxias y cúasares mucho más distantes de los que eran visibles al inicio del siglo XX.

Todo ese avance de las técnicas de investigación se refleja en el conocimiento del universo como un todo y repercute en las teorías sobre el origen del cosmos.

Hay ciertos aspectos que dependen de medidas (de la densidad de materia del universo, de la constante de Hubble, etc.) y que irán aclarándose poco a poco. Pero hay otras cosas que, probablemente, escapan a toda investigación científica.

Si existió un universo antes del nuestro (que se contrajo y se tornó un punto de altísima energía, que después se expandió y produjo aquello que conocemos), todos los rasgos de ese universo anterior deben haber sido borrados por esa contracción. Ninguna observación del universo actual nos dará informaciones sobre ese posible universo anterior, que escapa a la posibilidad de observación, experimentación y estudio científico.

No debemos imaginar que las ciencias llegaron a su fin y que tenemos las teorías definitivas sobre el universo. La larga historia de la ciencia nos muestra que nuestras teorías cambian siempre; que siempre hay descubrimientos inesperados a nuestra espera en ese inmenso universo, y que ahora podemos estar tan lejos de las respuestas correctas como los pensadores de hace cien, doscientos o mil años atrás. Por el contrario, es exactamente porque falta mucho por descubrir que la ciencia es tan fascinante. Si no hubiese nada más importante para ser investigado, la ciencia estaría muerta. (Fuente: Martins, traducción nuestra, pp. 224-226, 2012)⁴.

⁴ Martins, R. (2012). *O Universo - Teorias Sobre Sua Origem e Evolução*. São Paulo: Livraria da Física.

- ¿Qué les pareció el texto leído?
- ¿Qué preguntas les surgen tras la lectura?
- ¿En qué aspectos están de acuerdo o en desacuerdo con lo leído?, ¿por qué?
- ¿Por qué el autor alude a que hay cosas que jamás podremos responder?, ¿en qué se basa para indicar eso?
- ¿Cuál es el rol que se le atribuye a las tecnologías en la comprensión del cosmos?
- ¿Qué piensan de esta afirmación? "No debemos imaginar que las ciencias llegaron a su fin, y que tenemos las teorías definitivas sobre el universo". La larga historia de la ciencia ¿nos muestra que nuestras teorías cambian siempre"?

Observaciones al docente

Tras leer el fragmento *Dificultades básicas de la cosmología*, promover en los estudiantes el máximo de libertad intelectual (pensamiento crítico, pero también curiosidad, incertidumbre, imaginación y creatividad), pero cautelando que sea siempre en un ambiente de respeto por la diversidad y de humildad frente a las interrogantes no resueltas.

Investigación

- Los alumnos leen el siguiente titular sobre la expansión acelerada del universo⁵, y luego responden algunas preguntas por medio de pequeñas investigaciones.



- ¿Qué significa desde la física que el universo se "expanda más rápido de lo que se pensaba"?
- ¿Conocen o habían escuchado la idea de un universo en expansión acelerada?
- ¿Por qué y en qué contexto socio-histórico se desarrolló un modelo cosmológico que postula una expansión acelerada del universo?
- La teoría del Big Bang, ¿se complementa o contrapone con el modelo cosmológico de expansión acelerada del universo? Argumenten brevemente.
- ¿Cuáles son las limitaciones del modelo inflacionario del universo?
- ¿Qué estaría causando una expansión acelerada del universo?, ¿es esta una idea nueva en la historia de la cosmología?
- ¿Qué quiere decir la noticia con "el cosmos se expande un 9% más rápido de lo previsto"? ¿Cómo se explicaría esto desde las ciencias físicas?

Observaciones al docente

- Es una oportuna instancia para abordar ciertos aspectos de la naturaleza de las ciencias, como la construcción dinámica del conocimiento científico, el rol de las tecnologías y la importancia de la colaboración más allá de las fronteras de una nación. De ser posible, estudie la contribución de los astrónomos chilenos Mario Hamuy y José Maza a la construcción del conocimiento sobre la expansión acelerada del universo, a partir del estudio de supernovas tipo I. Puede apoyarse en el capítulo Las supernovas y su utilización para medir distancias cósmicas, del libro *Supernovas. El explosivo final de una estrella*, escrito por ambos astrónomos.

⁵ [www.curriculumnacional/link/https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/universo-se-esta-expandiendo-mas-rapido-que-se-pensaba_14196](https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/universo-se-esta-expandiendo-mas-rapido-que-se-pensaba_14196)

Reflexión

- Los estudiantes leen el siguiente texto y luego resuelven algunos desafíos.

¿Qué tanto sabemos de la composición del universo?

Esto te puede resultar sorprendente, pero **no sabemos de qué está compuesta la mayor parte del universo**. En serio, no lo sabemos. Seguramente estás pensando: "¡Pero por supuesto que sabemos! ¡Está compuesto de galaxias, estrellas, planetas, agujeros negros, cometas, asteroides y todas esas cosas interesantes del espacio!".

Sí, hay muchas cosas interesantes en el espacio, pero si sumamos todo, es una porción muy pequeña de todo el universo. Hay mucho más por conocer. Y no podemos comprender con exactitud de qué se trata.

En conjunto, **la energía oscura y la materia oscura componen el 95% del universo**. Eso es casi todo el universo. Eso quiere decir que **lo que nosotros conocemos y comprendemos es tan solo un 5%**.

(Fuente: Adaptado de www.curriculumnacional/link/https://spaceplace.nasa.gov/dark-matter/sp/)

- ¿Cuáles son las evidencias de que existen la materia oscura y la energía oscura en el universo?, ¿qué experimentos o intentos se han realizado para detectarlas?
- La naturaleza de la materia oscura y la energía oscura, ¿es la misma? Expliquen.
- ¿Existe compatibilidad entre la materia oscura, la energía oscura, la teoría del Big Bang y el modelo inflacionario del universo? Argumenten.
- ¿En qué momento y mediante qué procedimientos la comunidad científica en astrofísica y cosmología llegó a la conclusión de que solo conocemos el 5% del universo?
- ¿Por qué la comunidad científica afirma que el 5% que conocemos es de una naturaleza diferente al otro 95% restante y desconocido?
- ¿Cómo se relacionan las cosmogonías ancestrales con los saberes y reflexiones actuales de la cosmología?

Observaciones al docente

- Es esencial mostrar los esfuerzos humanos por profundizar y mejorar los modelos sobre el cosmos con base en evidencias, pero es fundamental también enfatizar que desconocemos la mayor parte de las piezas del "puzzle cósmico". Por eso, y por el valor de los conocimientos culturales, es importante situar la reflexión sobre los saberes ancestrales del cosmos, y preguntar: la comprensión ancestral del cosmos, ¿se aproxima a la conclusión preliminar actual en cosmología sobre el desconocimiento del 95% del universo?

- Los estudiantes, guiados por las siguientes preguntas, reflexionan sobre la propuesta teórica de los multiversos a partir del video *Más allá del cosmos 01. Multiversos*, de National Geographic, disponible en YouTube.
- ¿Habían imaginado alguna vez la posibilidad de la existencia de universos paralelos?
 - ¿Qué emociones y sentimientos les evoca vivir en un universo que pueda ser parte de millones de otros universos, donde incluso puedan cambiar las leyes de la naturaleza?
 - La idea de multiverso, ¿es una teoría científica? Argumenten.
 - Desde los saberes convencionales, hace mil años se proponía un universo donde la Tierra estaba al centro. Hace 300 años, se defendió al Sol como centro del universo. Hoy se defiende la no existencia de un centro que sea "privilegiado" en el universo, el que además puede ser parte de millones de otros. ¿Qué piensan que se propondrá en 30, 80, 150, 500 años más, en el caso de que aún podamos habitar el planeta Tierra?

Observaciones al docente

- Es esta parte de la actividad, es importante que antes de iniciar el diálogo estimule un ambiente para que cada estudiante se tome una pausa, conecte con su respiración y se tome toda la libertad para imaginar. El tema invita a todos a que amplíemos las posibilidades sobre lo que pensamos y sabemos sobre el cosmos; es decir, a un cambio paradigmático.
- Para la reflexión sobre los multiversos, podría incluir la lectura de la noticia *La clave de los "multiversos" estaría en el Big Bang, plantean científicos chilenos*, disponible en internet.

Evaluación de controversias, alcances y límites de validez

- Finalmente, los estudiantes construyen un cortometraje sobre la base de la siguiente pregunta: ¿Qué es lo último que sabemos sobre el universo? Aluden a su composición, forma, estructura, dinámica, edad, y las respectivas controversias y límites de validez de los modelos y teorías.

Observaciones al docente

- Es una oportuna instancia para sugerir la aplicación de criterios historiográficos trabajados en otras actividades, sobre todo, teniendo en cuenta la pregunta ¿Qué es lo último que sabemos sobre el universo?, que está siendo abordada hoy en todos los continentes.
- Alertar sobre el panorama del exceso de datos e información histórica distorsionada que se encuentra en internet, donde se hace alusiones categóricas y rimbombantes sobre el origen y la evolución del universo que llevan a creer que se tienen respuestas verdaderas y definitivas.
- Se sugiere que el desafío sea abordado en grupos, permitiendo la búsqueda, reflexión y creación colectiva.
- Realizar un cortometraje como el propuesto en esta actividad, en un mundo en que ver documentales y filmar videos no encierra gran dificultad para los jóvenes, es un desafío que consiste en tener muy claras las ideas de lo que se quiere explicar. Ello requiere que los estudiantes se hayan apoderado de ciertos conocimientos, que planifiquen cuidadosamente el trabajo y que se esfuercen en lograr las metas planteadas.
- Sugerir el uso de celulares u otros dispositivos para buscar en internet las consideraciones que se necesita tener en cuenta para diseñar un cortometraje.
- De ser posible, y considerando la autorización de los estudiantes, compartir los cortometrajes en las redes sociales de la Sociedad Chilena de Enseñanza de la Física (SOCHEF).

Algunos indicadores para evaluar formativamente esta actividad pueden ser:

- Evalúan evidencias y alcances que sustentan explicaciones científicas sobre el origen y la evolución del universo.
- Desarrollan y usan modelos para explicar el dinamismo de los saberes del universo a lo largo de la historia.

Construyen argumentos sobre la influencia de la realidad geográfica, social y cultural en la construcción de cosmogonías.

RECURSOS Y SITIOS WEB

- Asociación para la Enseñanza de la Astronomía. *Cosmología*. Recuperado de www.curriculumnacional/link/https://www.apea.es/cosmologia/BBC Mundo (2018).
- *El extraño "fluido oscuro": la nueva teoría que explica de qué está hecho el 95% del universo*. Recuperado de www.curriculumnacional/link/https://www.bbc.com/mundo/noticias-46532305
 - *¿Qué había antes del Big Bang? La explicación de Stephen Hawking sobre lo que existía antes de la aparición del Universo*. Recuperado de www.curriculumnacional/link/https://www.bbc.com/mundo/noticias-43303695
 - García-Bellido, J. (2011). La expansión acelerada del universo y el Premio Nobel de Física 2011. *Investigación y Ciencia*.
 - Hamuy, M. (2018). *El universo en expansión. Desde el Big Bang al Homo Sapiens*. Santiago: Debate.
 - Hamuy, M., Maza, J. (2008). *Supernovas. El explosivo final de una estrella*. Santiago: Ediciones B.
 - Hawking, L., Hawking, S. (2013). *El origen del universo*. Buenos Aires: Montena.
 - Magaña Zapata, J. Sánchez-Salcedo, F. Santillán González, A. (2005). Materia y Energía Oscuras. *Revista Digital Universitaria*, 12, 5. Recuperado de www.curriculumnacional/link/http://www.revista.unam.mx/vol.12/num5/art51/art51.pdf
 - Maza, J. (2017). *Somos Polvos de Estrellas. Cómo entender nuestro origen en el cosmos*. Santiago: Planeta.
 - Medidores del cosmos www.curriculumnacional/link/https://www.explora.cl/blog/2019/05/06/medidores-del-cosmos/
 - National Aeronautic and Space Administrator. Sitio Web. www.curriculumnacional/link/https://www.nasa.gov/
 - Nieves, J.M. (2019). *¿Dio el Big Bang origen a un segundo Universo que va hacia atrás en el tiempo?* Recuperado de www.curriculumnacional/link/https://www.abc.es/ciencia/abci-bang-origen-segundo-universo-hacia-atras-tiempo-201901082332_noticia.html
 - Padilla, N. (2013). *El universo extremo. La historia del cosmos con telescopios, satélites y supercomputadores*. Santiago: Ediciones B.
 - Romero, S. *¿Qué había antes del Big Bang?* Recuperado de www.curriculumnacional/link/https://www.muyinteresante.es/ciencia/articulo/que-habia-antes-del-big-bang-891554106223
 - Ruiz, M. (2017). *Hijos de las estrellas. La astronomía y nuestro lugar en el universo*. Santiago: Debate.
 - Tendencias Científicas (2018). *Una nueva teoría científica cuestiona el origen del universo*. Recuperado de www.curriculumnacional/link/https://www.tendencias21.net/Una-nueva-teoria-cientifica-cuestiona-el-origen-del-universo_a44934.html
 - Yáñez, C. (2019). *El chileno que propone una forma de saber si el Universo es o no un holograma*. Recuperado de www.curriculumnacional/link/https://www.latercera.com/que-pasa/noticia/chileno-propone-una-forma-saber-universo-no-



[holograma/655197/?fbclid=IwAR2-Um5Bp_1n8N08TqgvGo5N-tVMozr1hEoKdBGxOSkxDsH-jC9isEaRD2Y](https://www.fisica.com/holograma/655197/?fbclid=IwAR2-Um5Bp_1n8N08TqgvGo5N-tVMozr1hEoKdBGxOSkxDsH-jC9isEaRD2Y)