

UNIDAD 1. Cosmos: ¿en qué momento y lugar del universo nos encontramos?

PROPÓSITO DE LA UNIDAD

Esta unidad busca que los estudiantes desarrollen criterios para la investigación, reflexión y el debate sobre la construcción del conocimiento acerca del origen y evolución del universo en diversas culturas y momentos de la historia, considerando interrogantes como las siguientes: ¿por qué las explicaciones científicas sobre el origen y evolución del universo generan controversia? ¿Cómo se relacionan los saberes ancestrales del cosmos con las teorías científicas acerca del universo? ¿Cuáles son los límites de validez de la cosmología actual?

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 c. Describir patrones, tendencias y relaciones entre datos, información y variables.

OA e. Construir, usar y comunicar argumentos científicos.

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.

Actividad 1. ¿Cuál es el rol de los saberes ancestrales en la comprensión actual del cosmos?

PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD

Que los estudiantes investiguen y reflexionen sobre las cosmogonías de pueblos originarios de diversos lugares del mundo, y su rol en la comprensión actual del cosmos.

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.

ACTITUDES

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

Trabajar con empatía y respeto en el contexto de la diversidad, eliminando toda expresión de prejuicio y discriminación.

DURACIÓN

9 horas pedagógicas.

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

Observación directa del cielo nocturno

- Los estudiantes, a partir de la observación directa del cielo nocturno de su localidad, responden:
 - ¿Cuándo fue la última vez que observaste un cielo estrellado? Describan lo observado.
 - ¿Con qué frecuencia observan el cielo nocturno y con qué finalidad?
 - ¿Qué cuerpos celestes identifican con facilidad en el cielo? Descríbanlos.
 - ¿Observamos el mismo cielo nocturno independiente de la latitud en la que nos encontremos? Explica.
 - ¿Qué preguntas les surgen al observar el cielo nocturno? Regístrenlas.
 - ¿Lo que observamos hoy en el cielo habrá sido observado también por nuestros abuelos y bisabuelos, y por los abuelos y bisabuelos de ellos? ¿Y lo que observaron ellos en el cielo, habrá sido visto también por los pueblos originarios? Expliquen.

Observaciones al docente

- Para la realización de la observación astronómica nocturna, elegir idealmente una noche despejada de nubes, lo más clara posible, ubicarse en el lugar más oscuro que se pueda (sin contaminación lumínica) y, especialmente, sin la presencia directa de la Luna. Preocuparse, también, de que sea un lugar seguro para los estudiantes.
- Hay que explicarles a los estudiantes que, previo a observar al cielo, el ojo humano debe acostumbrarse a la oscuridad durante unos 20 o 30 minutos. Recién después de ese tiempo empezarán a ver algo. Luces de linternas o celulares que lleguen a nuestros ojos harán que tengamos que acostumbrarnos nuevamente al nivel de oscuridad necesario, con lo cual se pierde mucho tiempo. Por lo mismo, es imperativo no usar los teléfonos celulares para fines distintos a los de la actividad.
- Para iluminar por donde caminan se puede solicitar a los estudiantes que porten linternas pequeñas envueltas en papel celofán rojo, para no encandilarse y perder sensibilidad en la visión.
- Es una oportuna instancia para activar conocimientos previos sobre las características de los cuerpos celestes.
- Para identificar los astros se pueden ayudar de un software gratuito como Mapa Estelar, que muestra el cielo visible en el lugar en que uno se encuentra al dirigirlo al cielo. Configurarlos antes para que muestre lo que se requiere; por ejemplo, en "Modo nocturno", que pone todo en rojo para no contaminar lumínicamente al usuario. Alternativamente, pueden llevar impreso un planisferio celeste de la zona donde realizarán la observación, el que pueden descargar en internet.
- También conviene usar un puntero láser (idealmente verde) para mostrar a los estudiantes las estrellas que conforman las constelaciones zodiacales disponibles en esa noche, dejando en claro que también existen otras posibles figuras dependiendo de la cultura.
- De no ser posible observar directamente el cielo nocturno, o como complemento, usan imágenes o videos disponibles en internet para identificar planetas, estrellas, la Vía Láctea, constelaciones, entre otros. Stellarium (www.curriculumnacional/link/https://stellarium.org/es/) y otros softwares pueden proyectarse a través de un data en un telón y simular una observación nocturna oscureciendo lo más posible la sala de clases, con la ventaja de que se ilustran imágenes que representan, según las mitologías clásicas (griega y romana) las distintas constelaciones.

Lectura y reflexión

- Los estudiantes leen y responden preguntas a partir del siguiente texto:

Unas de las características distintivas de nosotros los seres humanos son la curiosidad y la imaginación, que se evidencian en esa capacidad de preguntárselo todo e intentar buscar las respuestas. Entre las preguntas más fundamentales que nos hacemos hace miles de años están: ¿cómo llegamos hasta aquí?, ¿hubo creación del cosmos? Si fue así, ¿cuándo y cómo ocurrió? Y también: ¿cuán grande es el universo?, ¿en qué lugar de él nos encontramos?, ¿vamos hacia algún lugar?, entre otras. Estas preguntas siguen vigentes, y les buscamos respuestas por distintos caminos, las que tienen semejanzas y diferencias.

(Fuente: Texto elaborado por equipo de ciencias UCE)

- ¿Cuál será el objetivo del texto?
- ¿Qué título piensan que representa de mejor manera el texto leído?
- ¿Existe alguna relación entre las preguntas que se plantearon en la observación nocturna del cielo y las interrogantes sobre el cosmos que aparecen en el texto? Expliquen.
- ¿Las preguntas del texto pueden responderse científicamente? Argumenten brevemente.
- ¿Qué respuestas les habrán dado nuestros abuelos y bisabuelos a estas preguntas?
- ¿Cómo habrán buscado respuestas a estas preguntas distintas culturas y pueblos originarios?

Investigación

- Los estudiantes investigan sobre la cosmogonía de algún pueblo originario o civilización prístina, para lo cual:
 - Buscan la definición de cosmogonía y reflexionan en torno a esta.
 - Seleccionan algún pueblo originario o civilización, como quechua, aymara, atacameño, mapuche, kawashkar, selk'nam, colla, rapa nui, inca, maya, azteca, sioux, cherokee, shipibo, yawanawa, huichol, griego, vikingo, sumerio, egipcio, persa, chino, mongol, zulúes, batusi, indio, ainu, maorí, entre otros.
 - Planifican la investigación por realizar, organizándose al interior de los grupos (si corresponde); buscando las fuentes de información en la biblioteca, sala de computación, la sala de clases o el hogar, si acuerdan tal cosa. Establecen los tiempos y fijan las metas.
 - Buscan, seleccionan y analizan información en diversas fuentes (libros, revistas, artículos, documentales, entre otros.), y registran las fuentes de información utilizadas.
 - Sintetizan la información recabada y la presentan al curso, haciendo uso de TIC.

Observaciones al docente

- Antes de que los estudiantes inicien la investigación es necesario asegurarse de que ellos comprendan correctamente la noción de *cosmogonía*, lo que es clave para que focalicen adecuadamente la búsqueda de información y su posterior análisis.
Según la RAE, una cosmogonía puede ser entendida como relato mítico relativo a los orígenes del mundo, o bien, teoría científica que trata del origen y la evolución del universo.
- Es importante señalar que, en la mayor parte de la información disponible sobre pueblos originarios, no se hace alusión explícita a la palabra "universo", sino que a la palabra "mundo".
- Enfatizar que la información debiese ser seleccionada de manera crítica, haciendo cruces de información. En este sentido, que eviten el uso de blogs o páginas sin autores y referencias. No obstante, tener en cuenta y empatizar con la dificultosa realidad de, por un lado, encontrar información sobre el tema para cada pueblo (por razones de lengua, incentivos y motivación de la investigación etnográfica, la particularidad de que en un mismo territorio coexistan tantas posibles maneras de interpretar la posibilidad de creación de mundo, el resguardo por la tradición oral de los pueblos, la limitación de los buscadores en internet, entre otros), y, por otro lado, asumir una posición crítica y seleccionar el recurso que se piensa como adecuado. Hay que destacar aquí que este trabajo no es simple, ni siquiera para los expertos. La información no es siempre explícita y muchas veces hay que leerla entre líneas.
- Indicar que hubo muchos pueblos que no emplearon la escritura, y los mitos y leyendas sobre la creación del mundo solo se transmitieron oralmente, lo que hace más desafiante investigarlas. En algunos casos, como en la cosmogonía andina, el estudio de algunos símbolos encontrados en piedras o rocas puede ayudar.
- Para complementar los hallazgos bibliográficos, podría usarse el software Stellarium. Su uso ayudaría a conocer y empatizar todavía más con el pueblo originario escogido, pues, al poder seleccionar coordenadas espaciales y temporales específicas, permite identificar los astros que observaron; si vieron eclipses, entre otros fenómenos o cuerpos celestes. Esto podría incluso compensar la falta de información que podrían encontrar algunos grupos comparados con otros.
- Puede ser interesante enfatizar que hoy, por ejemplo, conocemos más sobre las contribuciones de las cosmogonías griegas y egipcias, pero esto no quiere decir que las representaciones sobre el cosmos de personas de pueblos originarios del continente americano u otros territorios del planeta sean menos importantes.

- En caso de ser posible, contáctese con personas pertenecientes a alguno de los pueblos originarios; por ejemplo, con una machi o kimches de la cultura mapuche, para entrevistarlos acerca de sus visiones sobre el origen del mundo. Con mucho respeto, explicarles el propósito de la entrevista y pedirles permiso para realizar algún registro audiovisual.
- Puede sugerir a los estudiantes, complementariamente, que pongan atención en los especialistas que investigan los mitos y leyendas acerca de la creación del universo y en qué se basan (por ejemplo, estudios arqueológicos, antropológicos o folclóricos) para realizar estas investigaciones.
- Se sugiere que los estudiantes no demoren más de 10 minutos en la presentación de cada cosmogonía.

Conversatorio

- Los estudiantes participan de un conversatorio sobre las cosmogonías, guiados por preguntas como las siguientes:
 - ¿Qué características comunes y distintivas sobre cosmogonías de pueblos originarios identificaron durante la presentación de sus compañeros?
 - ¿Las ideas sobre la creación del universo o del mundo de los pueblos originarios estudiados se basaron en evidencias o creencias? Expliquen brevemente.
 - ¿Cuál podría ser la razón de la diversidad de interpretaciones sobre un posible origen del mundo? Expliquen.
 - ¿Cómo las preguntas sobre el cosmos contribuyen al desarrollo integral del ser humano?
 - ¿Cuál es el rol de la observación, la imaginación, la reflexión y la discusión en la búsqueda de respuestas a preguntas fundamentales sobre el universo que históricamente se ha planteado el ser humano?
 - ¿Cómo ha influido la realidad geográfica, social y cultural en la construcción de cosmogonías ancestrales?
 - ¿Hay alguna relación entre las cosmogonías de culturas originarias y los saberes científicos actuales sobre el cosmos, por ejemplo, con la teoría del Big Bang? Argumenten.

Observaciones al docente

- Cautelar el ambiente actitudinal del espacio. El respeto entre ellos, y hacia las cosmogonías y contextos de otras culturas prístinas es relevante en una sociedad caracterizada por los cambios y la diversidad. Evitar posicionar a algunos como más inteligentes o importantes que otros.
- En el caso de que surjan dudas sobre los conocimientos científicos actuales de cosmología, es pertinente responder a los estudiantes en forma resumida e indicar que se profundizará en ello más adelante en esta unidad, y que así construirán sus propias conclusiones.

Divulgación

- Finalmente, los estudiantes, sobre la base de las investigaciones realizadas y de lo conversado, elaboran un recurso de divulgación que responda a la siguiente pregunta: “¿cuál es el rol de los saberes ancestrales en la comprensión actual del cosmos?”.

Conexión interdisciplinar:
Lengua y Literatura.
OA 6, 3° medio.

Observaciones al docente

- Durante la elaboración del recurso de divulgación, puede colaborar con los estudiantes a través de preguntas; por ejemplo: ¿para qué están diseñando el recurso?, ¿quién o quiénes la leerán o verán?, ¿tienen la información necesaria o requieren de otros recursos?, ¿con qué les gustaría que se quedaran sus compañeros y la comunidad escolar?, ¿creen que la manera como se mostrará la información motivará y permitirá que sus compañeros comprendan lo que ustedes quieren comunicarles?
- Indicar a los estudiantes que cuentan con toda la libertad de inclusión de imágenes o videos, cautelando siempre la rigurosidad, el uso ético de la información y el respeto entre ellos.
- Recordar a los estudiantes que los seres humanos, independientemente del lugar y época de nacimiento, hemos buscado respuestas sobre un posible origen del universo y de nosotros mismos como parte de nuestro desarrollo integral, y que las respuestas obtenidas han estado influidas por la realidad geográfica,

social y cultural del momento, y que las guías han sido no solo la observación y el razonamiento, sino que también la imaginación y el instinto.

- Es pertinente que exista una evaluación por parte del docente y entre pares sobre la calidad del recurso de divulgación que considere: la integración de conocimientos, reflexiones y creatividad para dar respuesta a la pregunta planteada, la claridad de la información, la precisión, entre otros criterios.
- Se sugiere que, los recursos elaborados, con la respectiva autorización de estudiantes, sea compartido en las redes sociales de la Sociedad Chilena de Enseñanza de la Física (SOCHEF).

Algunos indicadores para evaluar formativamente esta actividad pueden ser:

- Construyen argumentos sobre la influencia de la realidad geográfica, social y cultural en la construcción de cosmogonías.
- Desarrollan y usan modelos para explicar el dinamismo de los saberes del universo a lo largo de la historia.

RECURSOS Y SITIOS WEB

- Esquivel, S., Artigas, D., Espinoza, P. (2012). *Cosmogonías. Mitos chilenos sobre el origen del mundo*. Ediciones Quilombo.
www.curriculumnacional/link/http://www.sociedadbellaterra.cl/publicaciones/?did=48
- Mercado, C. (2005). *La creación selk`nam. Un mito de Tierra del Fuego*. Museo de Arte Precolombino. Recurso Audiovisual. 16 minutos. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/https://vimeo.com/12952939](https://vimeo.com/12952939).
- Ñanculef, J. (2016). *Epistemología Mapuche. Sabiduría y Conocimientos*. FACSÓ. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/http://www.uchileindigena.cl/wp-content/uploads/2016/10/Tayin%CC%83-Mapuche-kimun_29092016-1.pdf](http://www.uchileindigena.cl/wp-content/uploads/2016/10/Tayin%CC%83-Mapuche-kimun_29092016-1.pdf)
- Observatorio Alma. (2013). *El universo de nuestros abuelos*, Proyecto de Etnoastronomía Atacameña, recuperado de [www.curriculumnacional/link/https://almaobservatory.org/wp-content/uploads/2016/11/alma-etno_2013.pdf](https://almaobservatory.org/wp-content/uploads/2016/11/alma-etno_2013.pdf)
- Pavez, A.M. (2005) *Popol Vuh*. Museo de Arte Precolombino. Recurso audiovisual. 11 minutos. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/https://vimeo.com/12953093](https://vimeo.com/12953093)
- Pozo, G., Canio, M. (2014). *Wenu Mapu. Astronomía y Cosmología mapuche*. Santiago: Ocho Libros Editores.
- Quintanilla, M. (2017). *Multiculturalidad y diversidad en la enseñanza de las ciencias. Hacia una educación inclusiva y liberadora*. Santiago: Bellaterra. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/http://www.sociedadbellaterra.cl/wp-content/uploads/2017/09/Multiculturalidad-y-diversidad-en-la-EC-RPC-290817.pdf](http://www.sociedadbellaterra.cl/wp-content/uploads/2017/09/Multiculturalidad-y-diversidad-en-la-EC-RPC-290817.pdf)
- Raúl Varela, *Pueblos originarios*. Sitio Web. recuperado de [www.curriculumnacional/link/https://pueblosoriginarios.com/enlaces/cosmos2.html](https://pueblosoriginarios.com/enlaces/cosmos2.html)
- Trivero, A. (2014). *Trentrenfilú*. Santiago: Ediciones Tácitas.



Actividad 2. ¿Qué historia me han contado sobre la confrontación de los modelos geocéntrico y heliocéntrico del cosmos?

PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD

Que los estudiantes reflexionen y debatan sobre la confrontación y transición de los modelos cosmológicos geocéntrico y heliocéntrico, considerando el contexto geográfico y sociocultural.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

OA 2

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

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.

ACTITUDES

Pensar con conciencia, reconociendo que los errores ofrecen oportunidades para el aprendizaje.
Pensar con flexibilidad para reelaborar las propias ideas, puntos de vista y creencias.

DURACIÓN

14 horas pedagógicas.

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

Investigación

- Los estudiantes investigan ideas y modelos sobre la localización de la Tierra en el universo en diversos momentos y lugares de la historia de la humanidad, para lo cual:
 - Buscan y observan en silencio los videos *Lost horizon: the Big Bang* de la BBC y *Dirección cósmica*, de la serie *Cosmos* de National Geographic Channel, ambos disponibles en YouTube.
 - Reflexionan en pares a partir de la siguiente pregunta: si existiese un Google Maps del cosmos, ¿en qué lugar del universo estaría la Tierra?
 - Escuchan o leen un texto como el siguiente:

¿Qué lugar ocupamos en el universo?

Han sido innumerables los intentos realizados para dar respuesta a la interrogante sobre el probable lugar que ocupamos en el universo, búsqueda que ha existido en los diversos pueblos y civilizaciones, en todos los tiempos. Pero ¿qué tanto conocemos de estas históricas respuestas?, ¿en qué lugares y contextos se propusieron?, ¿qué impacto tuvieron?, ¿cómo fueron cambiando y con qué motivación?, ¿siguen vigentes estas ideas en la sociedad?

(Fuente: Texto elaborado por equipo de ciencias UCE)

- Buscan, seleccionan y organizan la información recabada sobre ideas y modelos sobre la localización de la Tierra en una línea de tiempo y en un mapamundi, utilizándola como un recurso de consulta hasta el término de la unidad.
- Explican resumidamente las ideas y modelos cosmológicos estudiados, sus autores, el contexto en el que se propone, las evidencias y argumentos que los sustentaron, sus limitaciones y alcances, y otros aspectos que estimen pertinente de destacar.

Observaciones al docente

- Para cautelar que los estudiantes sí tengan acceso a los videos, se sugiere descargarlos previamente y así no depender del estado o calidad del internet del establecimiento.
- Se sugiere que los videos sean observados en silencio. Solo si estima necesario resuelva algunas preguntas. Lo más importante en este momento es motivar y favorecer la imaginación, pues, posteriormente, serán ellos mismos quienes construirán sus sentidos y significados sobre el lugar que ocupamos en el cosmos.
- Se sugiere distribuir la investigación entre los estudiantes, de modo que distintos grupos estudien las Edad Antigua, Media y Moderna. No se recomienda abordar la Edad Contemporánea, pues será objeto de estudio en una próxima actividad.
- Recomendar o invitar a los estudiantes a buscar películas y obras artísticas, las que pueden ayudarles a entender mejor el contexto de las épocas estudiadas, por ejemplo, *Ágora* (director: Alejandro Amenábar), que está disponible en YouTube.
- Preguntar a los estudiantes en qué tanto se parecen o diferencian sus ideas actuales sobre la localización de la Tierra en el cosmos en comparación a las que se propusieron en diversos momentos de la historia. Enfatizar en la naturaleza dinámica de los modelos y que no existen modelos buenos o malos, sino que más apropiados de acuerdo a las evidencias y observaciones.

Breve estudio de una época

- Profundizan en la transición histórica de modelos cosmológicos controversiales durante el Renacimiento. Para esto, investigan y responden las siguientes preguntas:

Conexión interdisciplinar:
Ciencias para la Ciudadanía.
OA 2 del Módulo Tecnología y Sociedad.

- ¿Por qué hasta la época de Copérnico era aceptada una separación entre el mundo Sub-lunar (compuesto por fuego, aire, agua y tierra, es decir, los cuatro elementos) y el mundo Supra-lunar, compuesto por éter?

- ¿Cuáles habrán sido las razones de pensar por más de mil años que la naturaleza de la Tierra era diferente a la que estaba en el espacio interestelar?, ¿qué argumentos sustentaban estas ideas?
- ¿Por qué al inicio del Renacimiento se aceptaba un universo finito con la Tierra en el centro, cuando el heliocentrismo ya había sido propuesto muchos años antes por Aristarco en la antigua Grecia?
- ¿Qué ideas de la Física predominaban en la época de Copérnico?
- ¿La física aristotélica permitía adoptar otros modelos cosmológicos además del geocentrismo? Argumenten brevemente.
- ¿El modelo copernicano era más simple que el modelo aristotélico-ptolemaico?, ¿por qué?
- ¿Cuáles fueron las evidencias que sustentaron al geocentrismo y al heliocentrismo, respectivamente, y cuál era su límite de validez?
- ¿Cómo ayudó la tecnología en el desarrollo del conocimiento astronómico en el Renacimiento? ¿Este conocimiento astronómico favoreció a algún modelo cosmológico en particular? Expliquen.
- ¿Cuáles fueron las implicancias de la contribución de Newton al unificar la mecánica celeste con la terrestre?
- ¿Por qué el heliocentrismo causó tanta controversia en Europa y quiénes fueron sus principales defensores?
- ¿Cómo explicarían el hecho de que el geocentrismo duró tantos años en comparación con la defensa del heliocentrismo?
- ¿Qué propuestas de modelos cosmológicos alternativos hubo respecto de los sistemas aristotélico-ptolemaicos geocéntrico y del heliocentrismo copernicano en Europa en aquella época?
- ¿Cómo explicarían la influencia de la realidad geográfica, social y cultural de la Europa renacentista en el desarrollo y divulgación del conocimiento sobre el cosmos?

Observaciones al docente

- Mencionar que el estudio de la transición de geocentrismo al heliocentrismo se justifica por sus implicancias en la construcción de la ciencia moderna y, por tanto, en la forma de concebir la naturaleza y el cosmos durante el Renacimiento en la cultura occidental, lo que tuvo gran influencia posteriormente en las cosmogonías ancestrales de América Latina y el resto del mundo.
- Se recomienda indicar que en gran parte de Europa, durante el Renacimiento, fue muy peligroso verbalizar libremente algunas ideas, particularmente las referidas a un universo donde la Tierra no estuviese en el centro. Esta era la verdad indiscutible para la Iglesia Católica, cuya influencia y autoridad en diversos ámbitos favoreció –a través de la Inquisición– la persecución y condena a muerte de muchas personas que fueron categorizadas de herejes por pensar diferente.
- A modo de desafío, podría plantear a los estudiantes: en la época del Renacimiento europeo, ¿qué estaba aconteciendo en continentes como América, África, Asia y Oceanía, y qué otras ideas y modelos se desarrollaron sobre la localización de la Tierra en el cosmos?

Desarrollo de una obra teatral

- Los estudiantes, colaborativamente, desarrollan una obra teatral que muestre la transición controversial del modelo geocéntrico al heliocéntrico del universo en Europa, para lo cual:
 - Seleccionan aspectos del proceso de transición del modelo geocéntrico al heliocéntrico del universo, considerando el contexto sociocultural, el rol de las evidencias, explicaciones, limitaciones, personas y preguntas previamente estudiadas.
 - Escriben un guion teatral que represente el desafío propuesto sobre la base de criterios historiográficos de la ciencia.

Conexión interdisciplinar:
Lengua y Literatura.
 OA 6, 3° medio.

Observaciones al docente

- Explicar qué significa hacer un guion teatral en forma colectiva y los cuidados que es necesario considerar durante el montaje de la obra y su presentación. Por esta razón, se sugiere solicitar ayuda al docente de Lengua y Literatura. Si es la primera vez que realizan una obra de teatro y no tienen experiencia, puede ser importante que asistan a una obra de teatro (virtual o presencial) cualquiera para que aprecien sus estructuras y características y sepan a qué se deberán enfrentar. Equilibrar, además, el trabajo de los estudiantes entre actores, escenógrafos, encargados de sonido e iluminación y tramoyas, u otras comisiones que se desee o necesite formar.
- Para orientar la etapa de selección de contenidos y de la escritura del guion teatral, señalar a los estudiantes algunos aspectos historiográficos importantes, que pueden no haber encontrado de manera evidente en las fuentes de información consultadas; por ejemplo:
 1. Evitar una visión histórica anacrónica y decorativa del pasado; es decir, no interpretar lo sucedido desde los valores, cultura y conocimientos de hoy, sino que hacer el esfuerzo por entenderlo desde el contexto sociocultural en el que se desarrolló.
 2. Evitar enaltecer la autoridad de individuos, grupos o instituciones.
 3. No romantizar a ciertas personas de la Historia de las Ciencias como especiales, héroes o grandes personajes.
 4. Cautelar que no se realicen reconstrucciones lineales de episodios de la historia de las ciencias que hagan parecer que hay una receta única e infalible de hacer ciencias o que las ciencias son constituidas a partir de eventos o episodios aislados.
 5. Cautelar una rigurosa relación entre las personas estudiadas, su ubicación geográfica y el momento sociohistórico que les correspondió vivir.
- Explicar que los modelos de universo de Ptolomeo y Copérnico no fueron tan distintos como se tiende a creer en medios de divulgación. Los dos se limitan a describir y no a explicar el movimiento de los planetas; en ambos modelos predominan la "circularidad" y la uniformidad de los movimientos y, en ambos modelos la bóveda celeste presenta exactamente las mismas características.
- No ridiculizar a los geocentristas ni poner como poseedores de la verdad a los heliocentristas. El error es y ha sido un componente significativo en el proceso de construcción del conocimiento científico. Debe quedar claro para los estudiantes que el modelo heliocéntrico, comparado con el geocéntrico, tuvo una duración mínima; y que hoy sabemos que tampoco es adecuado el modelo heliocéntrico del cosmos.
- Entregar alguna guía de apoyo sobre las características que debe poseer un guion teatral, o bien, sugerir la visita a alguna página web. Por ejemplo, *¿Cómo hacer un guion de teatro?*
www.curriculumnacional/link/http://red.ilce.edu.mx/sitios/proyectos/leonora_oto12/art_guionteatro.html
- El guion puede contener humor y aspectos lúdicos, pero debe cuidarse en todo momento el uso correcto del lenguaje, el respeto entre los actores y hacia el público y, especialmente, el atenerse a los hechos históricos y cuidar la rigurosidad científica.
- Sugerir que el guion sea elaborado pensando en una presentación teatral de unos 15 o 20 minutos, que considere el espacio que tienen para realizarla y los medios con que cuentan para hacerlo.
- Sugerir que ensayen varias veces el guion, hasta memorizar los parlamentos y los momentos en que entran a escena los distintos actores. Que ensayen, también, el trabajo de los asistentes y tramoyas que apoyarán en trabajo de los actores.

Presentan la obra teatral.

Observaciones al docente

- Invitarles a que consideren cómo eran las vestimentas en la época que recrearán, para que adapten sus ropas para asemejarse a ellas y realicen también una decoración en el escenario que recuerde la época que se representará. Tener presente que, entre Aristóteles y Galileo, si aparecen en la obra, hay más de mil años y, por lo tanto, las vestimentas y los ambientes son muy distintos.
- Si en la actuación surgen problemas con la impostación de la voz, olvido del parlamento, problemas de pánico escénico u otras dificultades imprevistas que puedan ocurrir, y solo en el caso que los estudiantes no consigan superar la dificultad, mediar para mantener la calma, el respeto y las buenas relaciones entre ellos.
- Consensuar previamente con los estudiantes quién será el público.
- Si es posible, filmar la obra de teatro para dejar constancia del trabajo realizado y poder verla en otra instancia.
- La actividad puede desarrollarse colaborativamente con varias asignaturas, por ejemplo: Artes Visuales, Música, Lengua y Literatura, e Historia, Geografía y Ciencias Sociales.

- Finalmente, reflexionan sobre el proceso de desarrollo de la obra, verbalizando sus sentimientos, obstáculos y aprendizajes, y respondiendo además a la pregunta: ¿cuál es la contribución de la historiografía para la comprensión de explicaciones científicas sobre el origen y evolución del universo?

Observaciones al docente

Es un momento oportuno para agradecer el compromiso y retroalimentar la obra en términos de creatividad e imaginación, claridad en los mensajes, rigurosidad en la comunicación de hechos y conceptos.

Algunos indicadores para evaluar formativamente esta actividad pueden ser:

- 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



- Claro, F. (2015). A la sombra del asombro. Ediciones UC.
- Debus, A. (1985). *El hombre y la naturaleza en el renacimiento* (Sergio Lugo Rendón, Trad.). D.F: Fondo de la cultura nacional.
- Espinoza, J. (2016). *El mensajero sideral, de Galileo Galilei. Guía para el estudiante*. Departamento de Física. Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación. Recuperado de www.curriculumnacional/link/http://www.umce.cl/joomlatools-files/docman-files/universidad/revistas/eureka/revista8/7-el-mensajero.pdf
- Gando, X. (2015). *Heliocentrismo vs. Geocentrismo: ¿asunto zanjado? O el caso de una clase que salió mal*. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la cultura. Sitio Web. Recuperado de www.curriculumnacional/link/https://www.oei.es/historico/divulgacioncientific/a/?Heliocentrismo-vs-Geocentrismo
- García, F. (2010). Ágora: una aproximación al nacimiento del saber científico. En *Revista Eureka Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(3), 708-728.
- Koestler, A. (1981). *Los sonámbulos* (Alberto Vixio, Trad.). D.F: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Koyré, A. (1980). *Estudios Galileanos* (Mariano Gonzáles, Trad.). Madrid: Siglo XXI Editores.
- Koyré, A. (1999). *Del mundo cerrado al universo infinito* (Carlos Solís, Trad.). Madrid: Siglo XXI Editores.
- Kuhn, T. (1975). *La estructura de las revoluciones científicas*. (Agustín Contin. Trad.). México: Fondo de Cultura Económica.
- Kuhn, T. (1985). *La revolución copernicana*. Trad. Domènec Bergadá. Madrid: Orbis Hyspamérica.
- Lanciano, N. (1989). Ver y hablar como Ptolomeo y pensar como Copérnico. En *Enseñanza de las Ciencias*, 7(2), 173-182.
- Pérez, U., Lires, M., Serrallé, F. (2009). Los errores de los libros de texto de primer curso de ESO sobre la evolución histórica del conocimiento del universo. En *Enseñanza de las Ciencias*, 27(1), 109-120.
- Quintanilla, M. (2017). *Multiculturalidad y diversidad en la enseñanza de las ciencias Hacia una educación inclusiva y liberadora*. Santiago: Bellaterra. Disponible en www.curriculumnacional/link/http://www.sociedadbellaterra.cl/publicaciones/?did=48
- Quintanilla, M., Daza, S., Cabrera, H. (2014). *Historia y Filosofía de las Ciencias. Aportes para una "nueva aulas de ciencia", promotora de ciudadanía y valores*. Bellaterra: Santiago. Disponible en [www.curriculumnacional/link/http://laboratoriogrecia.cl/?page_id=149&did=141](http://laboratoriogrecia.cl/?page_id=149&did=141)

Actividad 3. Teoría del Big Bang: ¿de dónde viene y hasta dónde llega?

PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD

Que los estudiantes reflexionen y analicen modelos controversiales del cosmos desde el final de la Edad Moderna hasta el desarrollo de la teoría del Big Bang, considerando evidencias, contextos y límites de validez.

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 c

Describir patrones, tendencias y relaciones entre datos, información y variables.

OA e

Construir, usar y comunicar argumentos científicos.

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.

ACTITUDES

Pensar con conciencia, reconociendo que los errores ofrecen oportunidades para el aprendizaje.
Pensar con flexibilidad para reelaborar las propias ideas, puntos de vista y creencias.

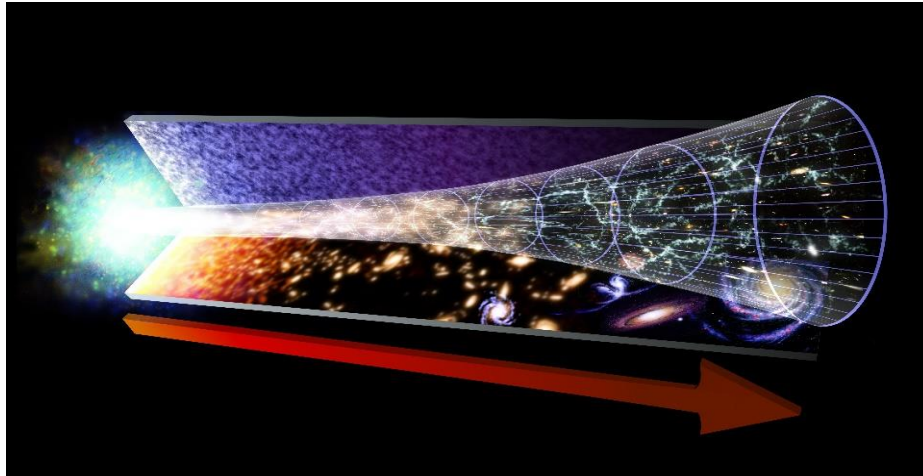
DURACIÓN

14 horas pedagógicas.

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

Activación

- Los estudiantes observan la siguiente imagen de la NASA que representa la evolución del universo que comienza con el Big Bang y luego reflexionan en parejas guiados por las preguntas que se proponen a continuación:



- ¿Qué ideas y sentimientos les evoca la imagen observada? Describan.
- ¿La imagen de la NASA muestra lo que ocurrió exactamente con el universo en su "nacimiento"? Expliquen.
- ¿Por qué muchos están a favor de la teoría del Big Bang siendo que ninguno de nosotros estuvo ahí para "fotografiar" el evento? Argumenten brevemente.
- ¿Cuántas veces, aproximadamente, han hablado sobre el Big Bang en su círculo de amistades o familia? Comenten.

Seminario sobre "evolución de ideas sobre el cosmos"

- Los estudiantes se organizan en grupos y llevan a cabo el siguiente desafío:
 - Seleccionan uno de los siguientes temas, lo investigan y después lo presentan a sus compañeros:
 - Rol que tuvo el desarrollo de la teoría de gravitación universal de Newton en la visión del cosmos de la época.
 - Modelos propuestos independientemente por René Descartes, Immanuel Kant y Pierre-Simon Laplace para explicar el origen y evolución del Sol y del sistema planetario.
 - Finitud o infinitud del universo a partir de la paradoja de Heinrich Olbers.
 - Annie Jump Cannon y la clasificación espectral de las estrellas.
 - Concepto de galaxia y descubrimiento de que nuestra galaxia no era la única y que había muchas otras.
 - Trabajos de Lord Kelvin relacionados con la estimación que él hace de la edad de la Tierra en comparación al que estima Charles Darwin.
 - Impacto de la relatividad general de Einstein en una nueva interpretación del cosmos.

Observaciones al docente

- Se sugiere explicar la dinámica del seminario a los estudiantes, que, básicamente, consiste en:
 1. Investigar un tema.
 2. Organizar los aspectos más relevantes de lo investigado y redactarlos en un máximo de 3 páginas.
 3. Entregar el documento al docente y sus compañeros previamente o durante la presentación oral.
 4. Presentar lo investigado en clases: hallazgos, reflexiones y conclusiones. Esto debiese ser apoyado con el uso de TIC, evitando superar los 15 minutos de presentación.
 5. Aclarar dudas.
- Cautelar el abordaje de todos los temas propuestos. Para esto, invitar a la organización de grupos de 4 o 5 integrantes, y colaborar en la distribución de temas. No obstante, nunca descarte la posibilidad de incorporar otro tema relevante que usted o los estudiantes piensen que es pertinente estudiar sobre la "evolución de ideas sobre el cosmos" que se enmarque en la época en estudio. Apoyarse con una línea de tiempo.
- Explicitar que es necesario aplicar criterios historiográficos durante la investigación (ideas alternativas en otros lugares, contextos socio-históricos, implicancias, controversias, entre otros), los que ya fueron abordados en la actividad n°2. Esto debiese ser uno de los criterios de evaluación.
- Desde esta actividad en adelante, es pertinente mencionar y recordar permanentemente que la cosmología, actualmente, aun cuando la discusión histórica sobre su inicio exacto es controversial, es entendida como la ciencia que estudia el origen, estructura y evolución del universo como un todo.
- Es fundamental, asimismo, el significado e importancia de los modelos en las ciencias para aproximarse al estudio de la naturaleza, cómo se construyen y por qué cambian en el tiempo.

Reflexión colectiva

- Los estudiantes reflexionan acerca de los modelos estático y dinámico del universo. Para esto:
 - Dialogan a partir de las siguientes preguntas:
 - ¿Qué piensan cuando leen "modelo estático o dinámico del universo"?
 - ¿Cuál modelo les hace más sentido?, ¿por qué?
 - ¿De qué manera la reflexión sobre los modelos estático y dinámico del universo puede contribuir a la discusión sobre el desarrollo de la teoría del Big Bang?
 - Indagan y reflexionan, de modo general, sobre el escenario científico y sociocultural de Europa y el mundo a principios del siglo XX, para comprender mejor el contexto de desarrollo de los nuevos modelos cosmológicos.

Observaciones al docente

- Puede sugerir un breve estudio del inicio de la Primera Gran Guerra, enfatizando en la influencia de los países participantes en las ciencias.
 - Una pregunta guía pertinente es: ¿por qué las prácticas científicas pueden ser influidas por el contexto socio-histórico? Actualmente, historiadores de las ciencias muestran lo evidente que fue la oposición conceptual y nacional entre la cosmología newtoniana inglesa y la relatividad general alemana. Si es posible, ver la película *Einstein y Eddington* (disponible en YouTube), ya que puede colaborar a comprender mejor lo acontecido.
- Leen un texto sobre la controversia de un posible universo estático versus uno dinámico, y responden posteriormente algunas preguntas:

¿Universo estático versus uno dinámico?

Como consecuencia de la teoría de la relatividad general, el universo debía ser dinámico, lo cual iba en contra de la propia idea del científico alemán Albert Einstein, quien defendía un universo estático. Si el universo está sobre la influencia de una curvatura espacio-tiempo, debiese colapsar por la atracción gravitacional, en caso de que no hubiese una especie de fuerza contraria a la gravedad. Por esto, Einstein propuso una especie de "antigravedad" que, teóricamente, contrabalancearía el colapso predicho, equilibrando la

atracción gravitacional y permitiendo la existencia de un universo estático. Exactamente, introdujo un nuevo factor en sus ecuaciones: la constante cosmológica.

La idea de un universo estático e inmutable no era nueva. Newton ya había manifestado la idea de un espacio absoluto y eterno.

Por otro lado, el científico soviético Alexander Friedmann comenzó a estudiar la teoría de la relatividad general después de 1920, cuando la URSS volvió a recibir artículos internacionales después de un largo periodo de aislamiento causado por la Revolución Rusa y por la Guerra Civil.

Dos años después, Friedmann publicó una de las más conocidas obras soviéticas: contenía diversas soluciones dinámicas de las ecuaciones de la relatividad general, las que no habían sido encontradas por Einstein ni por De Sitter en 1917.

Historiadores de la ciencia indican que Einstein, quien fue escogido como el evaluador del artículo de Friedmann, inicialmente escribió una nota a la misma revista alemana indicando que, en su parecer, las soluciones presentadas por el soviético eran sospechosas e incompatibles con sus ecuaciones. Ante esta situación, Friedmann revisó cuidadosamente sus cálculos y escribió una carta a Einstein demostrando que no había errores en su artículo, y sugirió que hiciera una corrección en su nota. En 1923, Einstein escribe una nueva nota aludiendo al artículo de Friedmann y explicita que, efectivamente, los cálculos del soviético estaban correctos. No obstante, el historiador de la ciencia John Stachel encontró un manuscrito de Einstein idéntico al publicado en 1923, pero con una frase adicional: "La solución de Friedmann de un universo no estático, aun siendo matemáticamente correcta, difícilmente puede tener un significado físico".

Por lo tanto, en 1922, más allá de la opinión de Einstein, Friedmann había descubierto la posibilidad de un universo en contracción o en expansión, aunque no la expansión del universo.

(Fuente: Texto elaborado por el equipo de ciencias de la UCE)

- ¿Cuáles podrían haber sido las razones de defender un modelo de universo estático o uno dinámico en aquella época? ¿Cuáles fueron los argumentos?
- ¿Qué podría motivar a los historiadores de la ciencia para dejar en evidencia que la idea de "un universo estático e inmutable" no era una idea nueva en la época?
- ¿Perciben alguna influencia del contexto académico y socio-histórico en el desarrollo de la ciencia? Comenten.
- Según el texto, ¿el universo sería estático o dinámico? Expliquen.

Observaciones al docente

- Es una oportuna instancia para hacer evidente el dinamismo y la construcción no lineal del conocimiento científico.
- Asimismo, sería pertinente desmitificar la imagen de los científicos como "personajes" que actúan neutralmente en el mundo como si la cultura, el contexto y sus creencias no tuvieran influencia en lo que piensan, sienten, dicen y hacen.

- Los estudiantes reflexionan sobre el “diálogo” entre los modelos cosmológicos, para lo cual leen el siguiente texto y, en seguida, resuelven algunas interrogantes:

Modelos cosmológicos en expansión, el estacionario y la teoría del Big Bang

Luego de la postulación de un posible universo dinámico, la idea de un universo finito no demoró en surgir, y su precursor fue el sacerdote y astrónomo belga Georges Lemaître. Él, quien estaba actualizado con las implicancias de la teoría de la relatividad, en 1925, de modo independiente, obtuvo las ecuaciones equivalentes a Friedmann, pero, al contrario, y sin conocer los trabajos del soviético, desarrolló una teoría física consistente denominada “átomo primordial”, que recién publicaría en 1931 y que tomaría varios años que fuese tomada en serio.

Entretanto, en 1929 Edwin Hubble constató que las galaxias se alejaban unas de otras por medio de su *redshift* (corrimiento al rojo). Hubble propuso, entonces, una relación entre las distancias de las galaxias (obtenidas por medio de la ya conocida relación entre el periodo y la luminosidad de estrellas especiales, denominadas de variables cefeidas) y sus respectivos *redshifts*, conocida como ley de Hubble. Así, ofreció una significativa evidencia de un universo en expansión a la comunidad científica.

La hipótesis de Lemaître fue revivida y mejorada por George Gamow y sus colaboradores al final de la década de 1940, pero aun así no ganó más reconocimiento. De hecho, entre 1954 y 1963 solamente hubo un artículo publicado sobre el modelo del Big Bang.

La expresión Big Bang fue indicada por Fred Hoyle en un programa de radio en 1949, inicialmente, como una manera irónica de referirse al modelo de un universo creado en un instante determinado. El nombre Big Bang recién aparece, oficialmente, en un artículo en 1966.

Paralelamente, Hermann Bondi y Thomas Gold, cuya teoría fue ampliada por Fred Hoyle, proponen el modelo estacionario del universo, el que no admitía un universo finito naciendo de una “gran explosión”, sino que un universo infinito en el tiempo que mantiene globalmente su estructura. Como indica Smoot (1995), se prefería la visión de Aristóteles, es decir, que el universo siempre existió y siempre existirá.

(Fuente: Texto elaborado por el equipo de ciencias de la UCE)

- ¿Qué aspectos del texto les llamaron la atención? Compartan sus impresiones.
- ¿Por qué se pueden desarrollar varias propuestas en paralelo sobre un tema en las ciencias?
- ¿En qué consistió la propuesta del “átomo primordial” desarrollada por Georges Lemaître y por qué habrá demorado que adquiriera más importancia?
- ¿En qué consiste el corrimiento al rojo de Hubble y por qué contribuyó a la idea de un universo en expansión? Apóyense con imágenes para responder.
- ¿Existe una relación entre la propuesta del “átomo primordial” de Lemaître y la ley de Hubble? Argumenten brevemente.
- ¿Qué habrá motivado a Gamow y sus colaboradores a “revivir” la hipótesis de Lemaître? ¿Es esto una evidencia del dinamismo y la construcción colectiva del conocimiento científico? Expliquen.
- ¿Por qué el trabajo realizado por Gamow y sus colaboradores sobre el modelo del Big Bang tampoco tuvo éxito inmediatamente?
- ¿En qué consistió el modelo estacionario del universo?
- Imaginen que vivieron entre 1920 y 1960 en Europa, ¿qué modelo cosmológico creen que hubiesen adoptado y por qué?
- Finalmente, ¿qué pasaba con las ciencias en Chile en aquel periodo? ¿Había otros estudios o proyectos de investigación análogos sobre cosmología, por ejemplo, en Asia, Sudamérica, África y Oceanía? Indaguen y expliquen.

- ¿En qué momento la idea del Big Bang pasó a ser una teoría y qué evidencias la sustentaron? Apóyense con TIC para responder.

Observaciones al docente

- Invíteles a recordar la lectura y reflexiones del texto anterior.
- Hay preguntas que no necesariamente se pueden responder con el texto, por lo que invitan a realizar pequeñas investigaciones.
- Dada la complejidad del tema y contexto en estudio, es muy importante empatizar con la natural incertidumbre y confusión de los estudiantes. Primero, hay que considerar que el tema es complejo incluso para los propios científicos, filósofos e historiadores de las ciencias. Segundo, hay conceptos e ideas que resultarán difíciles de entender cabalmente por nuestros estudiantes, pues no han tenido aún la oportunidad de estudiar con detalle, por ejemplo, las contribuciones de Albert Einstein. Tercero, en la literatura no siempre existe coherencia entre las fuentes primarias (originales) y el ámbito de la divulgación científica. Todo esto hace necesario el acompañamiento casi permanente y muy cercano del docente.
- Es importante explicar a los estudiantes que, si bien la pluralidad de propuestas para explicar un fenómeno ayuda en la construcción del conocimiento, las ciencias no pueden mantener las ideas o modelos como una mera elección o un simple sentimiento de afinidad. Por esta razón, es importante destacar que un modelo, para que transite a un estatus de teoría, debe necesariamente estar apoyado por evidencias.
- Asimismo, es importante verbalizar que la existencia de una teoría apoyada en evidencias no implica necesariamente que esté ajena a críticas y contradicciones.
- Es relevante enfatizar que, hasta 1960, los modelos del Big Bang y del estado estacionario fueron los que disputaron la preferencia de la comunidad científica. En la época, la decisión era una cuestión personal, pues nada había que pudiera decir que una estaba errada y la otra correcta.
- Es una oportuna instancia para recordar las diferencias entre hipótesis, modelo, teoría y ley en las ciencias; los alcances y límite de validez de cada una. Para favorecer una visión más amplia, podría leerles el siguiente fragmento del libro *Una breve historia del tiempo* de Stephen Hawking: "Cualquier teoría física es siempre provisional, en el sentido de que es solo una hipótesis: nunca se puede probar. A pesar de que los resultados de los experimentos concuerden muchas veces con la teoría, nunca podremos estar seguros de que la próxima vez el resultado no vaya a contradecirla. Sin embargo, se puede rechazar una teoría en cuanto se encuentre una única observación que contradiga sus predicciones".
- Desde aquí en adelante, se puede profundizar en las evidencias que han dado soporte a la teoría cosmológica del Big Bang, haciendo que sea la más citada en la comunidad científica. No obstante, es importante evitar mostrar la teoría del Big Bang como una verdad absoluta e indiscutible. Es natural que exista algún tipo de resistencia en creerla. Hoy continúan voces discordantes entre filósofos y científicos.

Elaboración de un ensayo

- A modo de cierre de la actividad, los estudiantes plantean preguntas sobre los límites de validez e implicancias de la teoría del Big Bang en la sociedad, y responden a través de ensayos breves.

Conexión interdisciplinaria:
Lengua y Literatura.
OA 6, 3° medio.

Observaciones al docente

Es posible que los estudiantes hayan tenido previamente la oportunidad de desarrollar ensayos en ciencias; pero, de todos modos, se recomienda seguir el formato e instrucciones practicadas en la asignatura de Lengua y Literatura.

Así, los ensayos que realicen los estudiantes deberán cumplir, como mínimo, con elementos como los siguientes:

- Selección de un tema controversial o una pregunta relacionada con el tema en estudio.
- Introducción (definición del tema controversial y presentación de la afirmación central del trabajo).
- Desarrollo (presentación de los distintos argumentos, ejemplos, contraargumentos y refutaciones).
- Conclusión (síntesis de lo expuesto en el desarrollo, reafirmación o no de la afirmación central del trabajo).
- Esquemas, gráficos, tablas e imágenes, si son realmente necesarias.
- Bibliografía.

Limitar estos ensayos a unas tres o cuatro páginas y en un formato electrónico que facilite compartirlo con el resto de los estudiantes del curso u otros interesados en los temas.

Para los estudiantes que presenten dificultades en la redacción del ensayo final, investigar dónde está el problema: ¿el formato exigido?, ¿las ideas por presentar? Despejar las dudas sobre el formato por medio de ejemplos y, respecto a la expresión escrita de las ideas, sugerir que antes de escribir las verbalicen. Sería interesante que, una vez evaluados los diversos ensayos, el docente comparta con los estudiantes los aspectos comunes y distintivos de estas producciones.

Algunos indicadores para evaluar formativamente esta actividad pueden ser:

- Describen las relaciones entre las explicaciones científicas sobre el origen y la evolución del universo y las evidencias que las sustentan.
- Construyen argumentos sobre la influencia de la realidad geográfica, social y cultural en la construcción de cosmogonías.

RECURSOS Y SITIOS WEB



- BBC Mundo (2019) *Teoría de la relatividad de Einstein: el eclipse hace 100 años que confirmó "el pensamiento más feliz" del célebre científico alemán*. El Mostrador. Recuperado de www.curriculumnacional/link/https://m.elmostrador.cl/cultura/2019/05/25/teoria-de-la-relatividad-de-einstein-el-eclipse-hace-100-anos-que-confirio-el-pensamiento-mas-feliz-del-celebre-cientifico-aleman/
- Claro, F. (2011) *De Newton a Einstein y algo más*. Ediciones UC.
- *Cosmología*. Asociación para la Enseñanza de la Astronomía. Recuperado de www.curriculumnacional/link/https://www.apea.es/cosmologia/
- Hamuy, M. (2018). *El universo en expansión. Desde el Big Bang al Homo Sapiens*. Santiago: Debate.
- Hawking, L., Hawking, S. (2013). *El origen del universo*. Buenos Aires: Montena.
- Lineaweaver, C., Davis, T. (2005). Misconceptions about the Big Bang. *Scientific American*. Recuperado de www.curriculumnacional/link/https://www.mso.anu.edu.au/~charley/papers/LineweaverDavisSciAm.pdf
- Maza, J. (2017). *Somos Polvos de Estrellas. Cómo entender nuestro origen en el cosmos*. Santiago: Planeta.
- Padilla, N. (2013). *El universo extremo. La historia del cosmos con telescopios, satélites y supercomputadores*. Santiago: Ediciones B.
- Palomar, R., Solbes, J. (2015). Evaluación de una propuesta para la enseñanza y el aprendizaje de la astronomía en secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*. 33(2), 91-111.
- Ruiz, M. (2017). *Hijos de las estrellas. La astronomía y nuestro lugar en el universo*. Santiago: Debate.

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?

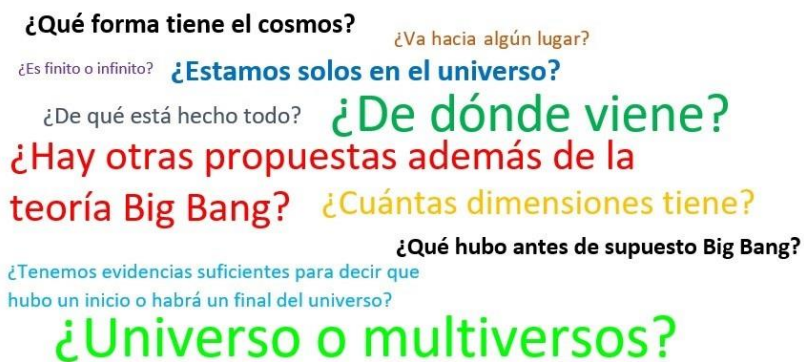
Conexión interdisciplinar:

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)

Actividad de Evaluación. Cosmos: saberes e interrogantes

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

OA 2. Comprender, basándose en el estudio historiográfico, las explicaciones científicas sobre el origen y la evolución del universo.

OA e. Construir, usar y comunicar argumentos científicos.

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.

INDICADORES DE EVALUACIÓN

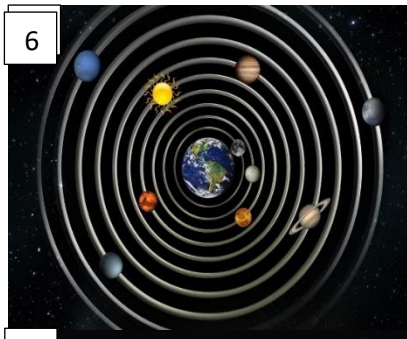
- Evalúan evidencias y alcances que sustentan explicaciones científicas sobre el origen y la evolución del universo.
- Desarrollan y usan modelos para explicar el dinamismo de los saberes del universo a lo largo de la historia.
- Construyen argumentos sobre la influencia de la realidad geográfica, social y cultural en la construcción de cosmogonías.

DURACIÓN

5 horas pedagógicas.

Reflexión y análisis

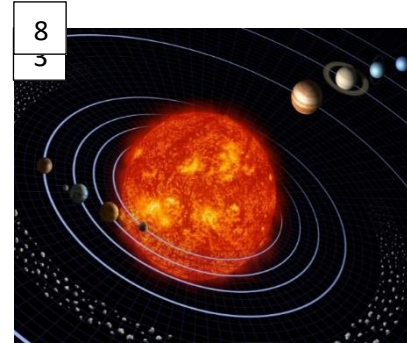
➤ Los estudiantes observan las siguientes imágenes y después responden algunas preguntas.



6

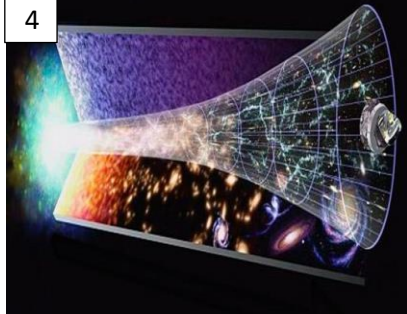


7

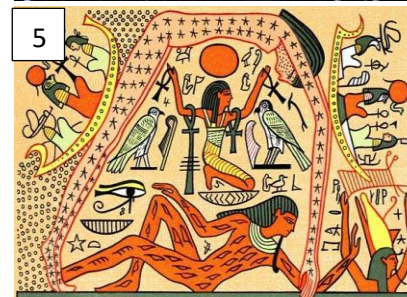


8

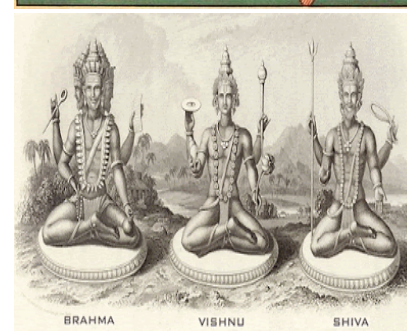
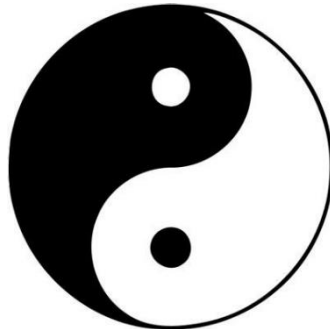
3



4



5



BRAHMA

VISHNU

SHIVA

- En términos generales, ¿qué saberes hay detrás de cada imagen?, ¿en qué contextos piensan que fueron construidos estos saberes?
- ¿Todas ellas hacen alusión al cosmos? Argumenten.
- ¿Cómo explicarían qué es una cosmogonía y cómo se construye?
- ¿Por qué el contexto histórico y cultural influye en la construcción de una cosmogonía?
- ¿Pueden coexistir diversas cosmogonías en una misma cultura?, ¿por qué?
- ¿Cómo se relaciona la cosmogonía científica actual con los saberes ancestrales del cosmos?
- ¿Cuál de las imágenes corresponde a una representación científica sobre la evolución del cosmos? Expliquen.
- ¿Qué son para ustedes los modelos sobre la naturaleza? ¿Por qué cambian en el tiempo?, ¿por qué presentan limitaciones?
- ¿Cómo es su actual representación del cosmos? Apóyense de esquemas o dibujos.

Construcción de argumentos

- Los estudiantes responden las siguientes preguntas, con argumentos:
 - ¿Por qué la historia y filosofía de las ciencias favorecen una comprensión más integral de los saberes científicos en general, y de las cosmogonías en particular?
 - ¿A qué se deben las controversias históricas sobre la evolución del cosmos?
 - ¿Por qué la comunidad científica continúa legitimando la teoría del Big Bang, aun cuando presenta varias limitaciones?
 - ¿Por qué, en general, se continúa asumiendo la existencia de un solo universo?
 - Si la teoría del Big Bang fuese cierta, ¿qué había antes?
 - ¿Cómo la comunidad científica llegó a la conclusión de que el universo se está acelerando?
 - ¿Podemos afirmar con certeza que el universo tuvo un origen o que tendrá un final?
 - ¿A qué se deben las distorsiones en internet sobre las teorías del origen y evolución del universo?
 - ¿Es importante que las personas estudien los modelos y teorías sobre el origen y evolución del universo?
 - ¿Por qué existen muchas interrogantes por resolver sobre el cosmos en la actualidad?

Redacción de un ensayo

- Los estudiantes responden la siguiente pregunta en un ensayo: ¿en qué momento y lugar del universo nos encontramos?