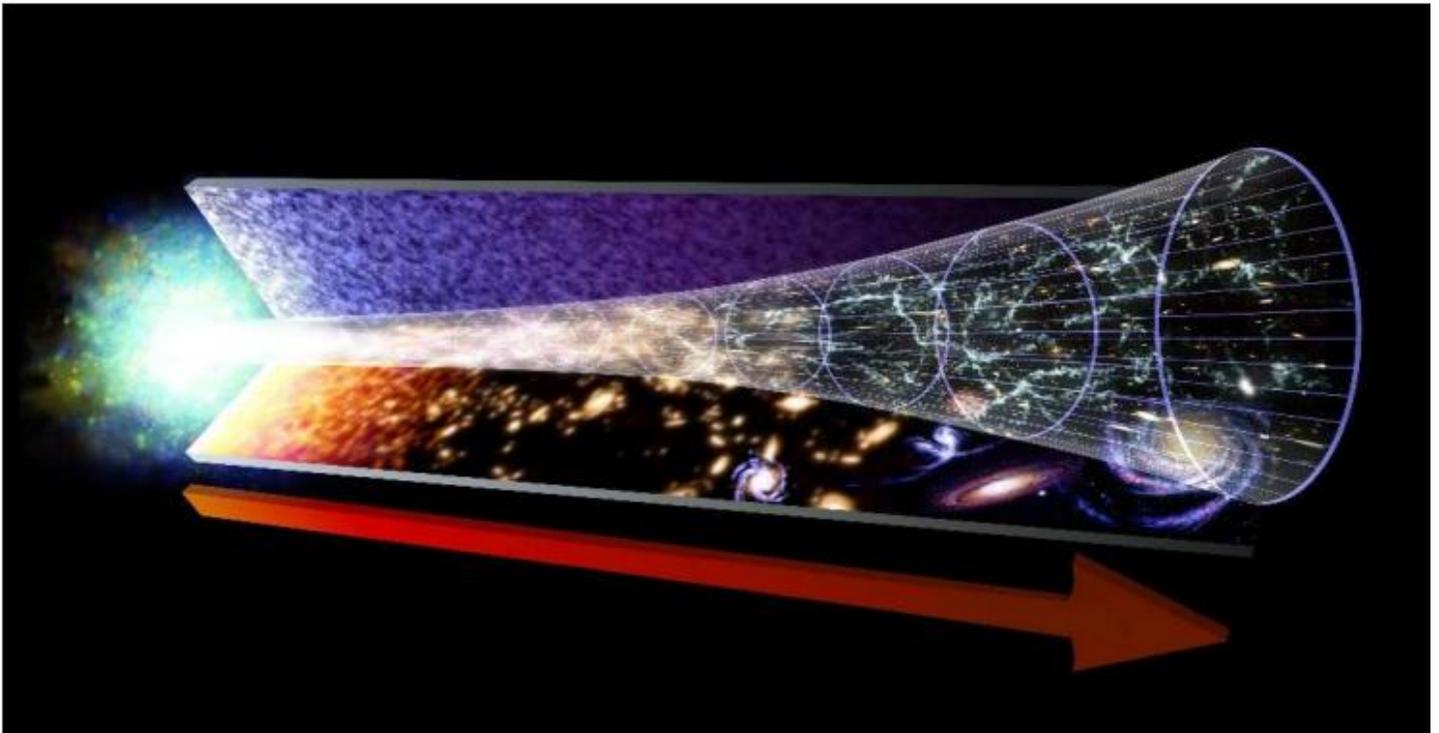


## ACTIVIDAD N°3: TEORÍA DEL BIG BANG: ¿DE DÓNDE VIENE Y HASTA DÓNDE LLEGA?

### I. Activación

- Observa la siguiente imagen de la NASA que representa la evolución del universo que comienza con el Big Bang y luego responde las preguntas que se proponen a continuación:



1. ¿Qué ideas y sentimientos les evoca la imagen observada? Describe.
2. ¿La imagen de la NASA muestra lo que ocurrió exactamente con el universo en su “nacimiento”? Explique.
3. ¿Por qué muchos están a favor de la teoría del Big Bang siendo que ninguno de nosotros estuvo ahí para “fotografiar” el evento? Argumente brevemente.
4. ¿Cuántas veces, aproximadamente, han hablado sobre el Big Bang en su círculo de amistades o familia? Comente.

### II. Seminario sobre “evolución de ideas sobre el cosmos”

- Selecciona alguna de las siguientes temáticas, investiga y realiza un **PPT**, para posteriormente, presentarla 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.

❖ **Dinámica del seminario:**

1. Investigar un tema en grupos de 3 personas máximo.
2. Organizar los aspectos más relevantes de lo investigado y redactarlos en un Word con un máximo de 3 páginas tamaño carta.

Debe apoyarse con una línea de tiempo y dejando en claro criterios historiográficos durante la investigación (ideas alternativas en otros lugares, contextos sociohistóricos, implicancias, controversias, entre otros), los que ya fueron abordados en la actividad n°2.

3. Enviar el documento y la PPT al docente, para después entregar a sus compañeros previamente o durante la presentación oral.
4. Presentar lo investigado: hallazgos, reflexiones y conclusiones. Esto debiese ser apoyado con el uso de TIC (PPT), evitando superar los 15 minutos de presentación.

### III. Reflexión colectiva

➤ Reflexionar acerca de los modelos estático y dinámico del universo.

- Para esto responde las siguientes preguntas:

- 1) ¿Qué piensan cuando leen “modelo estático o dinámico del universo”?
- 2) ¿Cuál modelo les hace más sentido?, ¿por qué?
- 3) ¿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?

- Indaga y reflexiona, 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. Se recomienda ver la película Einstein y Eddington [https://www.youtube.com/watch?v=t5fQXZEZQ\\_M](https://www.youtube.com/watch?v=t5fQXZEZQ_M)

➤ Leer el texto sobre la controversia de un posible universo estático versus uno dinámico, y responde 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 espaciotiempo, 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)

1. ¿Cuáles podrían haber sido las razones de defender un modelo de universo estático o uno dinámico en aquella época? ¿Cuáles fueron los argumentos?
  2. ¿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?
  3. ¿Perciben alguna influencia del contexto académico y sociohistórico en el desarrollo de la ciencia? Comente.
  4. Según el texto, ¿el universo sería estático o dinámico? Explique.
- Reflexionan sobre el “diálogo” entre los modelos cosmológicos, para lo cual lee 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)

1. ¿Qué aspectos del texto les llamaron la atención? Compartan sus impresiones.
2. ¿Por qué se pueden desarrollar varias propuestas en paralelo sobre un tema en las ciencias?
3. ¿En qué consistió la propuesta del “átomo primordial” desarrollada por Georges Lemaître y por qué habrá demorado que adquiriera más importancia?
4. ¿En qué consiste el corrimiento al rojo de Hubble y por qué contribuyó a la idea de un universo en expansión? Apóyese con imágenes para responder.
5. ¿Existe una relación entre la propuesta del “átomo primordial” de Lemaître y la ley de Hubble? Argumente brevemente.
6. ¿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? Explique.
7. ¿Por qué el trabajo realizado por Gamow y sus colaboradores sobre el modelo del Big Bang tampoco tuvo éxito inmediatamente?
8. ¿En qué consistió el modelo estacionario del universo?
9. Imagine que vivieron entre 1920 y 1960 en Europa, ¿qué modelo cosmológico creen que hubiese adoptado y por qué?
10. 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? Indague y explique.
11. ¿En qué momento la idea del Big Bang pasó a ser una teoría y qué evidencias la sustentaron?

#### IV. Elaboración de un ensayo

- Plantea preguntas sobre los límites de validez e implicancias de la teoría del Big Bang en la sociedad, y responden a través de un **ensayo** breve.

Debe cumplir con los siguientes elementos:

- ✓ Selecciona 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.
- ✓ Presentación en Word, máximo tres hojas, tipo de letra Arial 11, tamaño de hoja carta y justificado al margen.

### **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 <https://m.elmostrador.cl/cultura/2019/05/25/teoria-de-la-relatividadde-einstein-el-eclipse-hace-100-anos-que-confirio-el-pensamientomas-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 <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 <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.
- Ruiz, M. (2017). Hijos de las estrellas. La astronomía y nuestro lugar en el universo. Santiago: Debate.