

**UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE**

**FACULTAD DE CIENCIA  
Departamento de Física**



**Propuesta didáctica para el aprendizaje de contenidos sobre  
cosmología, en el marco del currículum nacional vigente.**

**Jennifer Nicole Becerra Véliz**

**Karina Paz Jiménez Silva**

**Tamara Andrea Toledo Valenzuela**

**Profesor Guía:  
Leonor Huerta Cancino**

**Tesis para optar al Grado de Licenciado  
en Educación de Física y Matemática.**

**Santiago – Chile**

**2016**

271419 © Jennifer Nicole Becerra Véliz, 2016.

© Karina Paz Jiménez Silva, 2016.

© Tamara Andrea Toledo Valenzuela, 2016.

Licencia CreativeCommons Atribución-NoComercial Chile 3.0

**Propuesta didáctica para el aprendizaje de contenidos sobre cosmología,  
en el marco del currículum nacional vigente**

**Jennifer Nicole Becerra Véliz**

**Karina Paz Jiménez Silva**

**Tamara Andrea Toledo Valenzuela**

Este trabajo de graduación fue elaborado bajo la supervisión del profesor guía Sra. Leonor Huerta Cancino, del Departamento de Física y ha sido aprobado por los miembros de la comisión calificadora, Sra. Silvia Tecpan Flores y Sr. Nicolás Garrido.

---

Sra. Leonor Huerta Cancino  
Profesor Guía

---

Sra. Silvia Tecpan Flores  
Profesor Corrector

---

Sr. Nicolás Garrido  
Profesor Corrector

---

Sr. Enrique Cerda  
Director

## Resumen

Actualmente, el currículum nacional exige para el nivel de cuarto año medio, en el sector de Física, la enseñanza de contenidos relacionados a cosmología, área del conocimiento que durante el último siglo ha sufrido un proceso de evolución, integrando conceptos físicos y matemáticos cada vez más complejos. Dentro de los Aprendizajes Esperados (AE) relacionados con estos contenidos, es de interés para el presente trabajo el número 12: “describir el origen y la evolución del universo considerando las teorías más aceptadas por la comunidad científica”, es decir, mostrar los fundamentos teóricos y observacionales que respaldan a la teoría del *Big Bang* como la más aceptada actualmente por la comunidad científica.

La principal motivación de abordar este AE radica en que, los recursos actuales para su enseñanza no son suficientes para lograrlo de manera íntegra, dando pie a una revisión de diversas propuestas para la enseñanza de la cosmología, siendo de interés aquellas que enseñan los conceptos desde una visión más histórica y social, lo cual responde a la perspectiva actual de la educación en ciencias, para promover la alfabetización científica de los individuos.

Así, se enriquece a esta línea de trabajo a través de la elaboración de una propuesta de tres clases, teniendo cada una un vídeo, cuyos contenidos son aprovechados por los estudiantes para la realización de mapas conceptuales y líneas de tiempo, con la finalidad de posteriormente generar una reflexión en torno a las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad existentes en la cosmología, trabajo que es apoyado con instrumentos de evaluación e indicaciones para los docentes. Cada una de estas tres clases fue validada por tres expertos, cuyas opiniones fueron favorables en torno a los materiales presentados, y por tanto esta propuesta se presenta como una nueva opción de trabajo para facilitar los aprendizajes sobre cosmología.

**Palabras clave:** Cosmología, Enfoque CTS, Mapa Conceptual, Línea de Tiempo, Vídeo Educativo.

## Abstract

Nowadays, the Chilean national curriculum requires the teaching of cosmological concepts on physics for high school seniors. This area of knowledge has undergone a process of evolution in the last century, integrating physical and mathematical concepts increasingly complex. In relation to expected student learning on these contents, one of them, number 12, is relevant for the present work “*describir el origen y la evolución del universo considerando teorías más aceptadas por la comunidad científica*”, i.e. discussing the fundamental theories and observations which support the Big Bang theory as one of the most currently accepted by the scientific community.

The main motivation for this work is the limited resources available to teach these concepts in full, leading to a review of several proposals for the teaching of Cosmology, highlighting the ones which teach from a more historical and social point of view, which provides an answer for the current perspective on Science education in order to promote the increase of scientific literacy for students in these levels.

This line of work is enriched by the elaboration of a three-class-proposal, having for each of them a video, whose contents shown are used by the students for the realization of conceptual maps and time lines with the final objective of fostering a reflection regarding the relationship among science, technology and society that exists in Cosmology. This work is supported with assessment tools and suggestions for teachers. Each one of these three classes was validated by three experts, whose opinions were favorable regarding the presented materials. Therefore, this proposal presents itself as a new working option to facilitate the teaching of Cosmology.

**Key words:** Cosmology, STS Movement, Concept Map, Timeline, Educative Video.

## **Agradecimientos**

Sin duda realizar este seminario ha sido uno de los trabajos más complejos que he realizado durante toda mi etapa universitaria. En primer lugar agradezco a mi familia por estar presente no solo en este proceso, sino a lo largo de toda la vida, apoyándome y dándome todo su cariño, siempre han sido un pilar fundamental para mí. En segundo lugar quiero agradecer a los tres profesores que fueron parte de este trabajo, ya que gracias a su dedicación y participación nuestra propuesta pudo ser mejorada gracias a sus comentarios y críticas constructivas, pero debo hacer una mención a nuestra profesora guía Leonor, quien puso toda su confianza en nosotras, ayudándonos e instruyéndonos en el tema en el cual la considero una referente. Además decir que es un área que me encanta, por lo que la disposición fue muy positiva de mi parte, ya que considero que es uno de los temas de la física más cautivantes e interesantes.

Por otro lado, a mis amigos y compañeros, les agradezco por estar en los momentos de risas, conversaciones, viajes y muchas oportunidades donde disfrutamos compartiendo experiencias, pero también, y sobre todo, doy las gracias a esas personas que estuvieron en los peores momentos de esta etapa dándome su apoyo y ánimo, que en muchos casos fue determinante. En realidad, agradezco a todo quien me preguntó “cómo va la tesis” o quien estaba pendiente de cómo iba el proceso.

Finalmente, quiero agradecer a mis dos compañeras que fueron parte de este proceso que en algunas oportunidades se tornó muy difícil, pero que sin embargo pudimos sacar delante de la mejor manera. En primer lugar doy gracias a mi compañera Karina, quien fue un pilar fundamental durante este proceso, si bien no habíamos trabajado antes, creo que esta oportunidad de reunirnos permitió generar lazos de cercanía muy fuertes. Quiero agradecer tu disposición, dedicación, carisma, empatía y cariño que fueron muy importantes para mí durante estos últimos meses. Por otro lado, quiero agradecer infinitamente a la persona que ha estado apoyándome y dándome su amistad por estos últimos cinco años, mi compañera y amiga Tamara, quien gracias a su personalidad hizo que una persona sumamente diferente a ella pudiera sentirse cómoda y querida durante todo este proceso universitario. Por sobre todas las cosas agradezco su cariño, amistad, lealtad, paciencia, sinceridad, comprensión y sobre todo la confianza que ha puesto en mí, realmente creo que es una de las mejores y más importantes personas que ha aparecido en mi vida, y gracias a ella sé que “la amistad duplica las alegrías y divide las angustias por la mitad”.

**Jennifer Nicole Becerra Véliz**

## Agradecimientos

Con este trabajo concluye una de las etapas de mayor crecimiento y aprendizaje de mi vida, proceso del cual han sido parte muchas personas y que a través de este espacio quisiera reconocer. En primera instancia, agradecer enormemente a Jennifer y Tamara por aceptarme como tercera integrante de este grupo de seminario, fácilmente pudieron negarse a trabajar conmigo y habría tardado mucho en encontrar otras personas con quienes me animase a trabajar. Gracias por la paciencia que tuvieron conmigo, por recibir cada comentario o sugerencia que les di, y por sobre todo, gracias por el cariño y ánimo con el que fuimos avanzando, siéntanse enteramente orgullosas de lo que aquí hemos creado.

También agradecer a la profesora Leonor, quien nos aceptó como grupo tesista este semestre y nos animó a aprender cosas que nunca hubiésemos pensado. Debo admitir que al principio tenía temor de trabajar con usted, pero en este proceso no hice más que descubrir que usted es una profesora comprensiva y de una consideración enorme, muchas gracias por todo lo que me ha enseñado y por todas las veces que tranquilizó a esta estudiante estresada que soy yo. A través de esto, también agradecer a todos esos profesores que forman parte de la carrera LEFM, siéntanse orgullosos del proyecto del cual forman parte, yo estoy absolutamente feliz de haber estudiado en esta carrera, muchas gracias por todas las enseñanzas y consejos, intentaré siempre ponerlos en práctica.

Aquí no solo concluye el trabajo de seminario, también finaliza una etapa de cinco años en los que conocí personas maravillosas, con las que pude compartir siendo compañera, ayudante, o simplemente riéndonos en la sala de computación o en el patio de física. Quiero agradecer a todos aquellos que durante estos años me han escuchado, me han ayudado y han aprendido algo de mí, en especial a quienes han ido más allá y han pasado a formar parte de mis amigos. A todas esas amistades, muchas gracias por todo el cariño y apoyo, espero haber retribuido y seguir ayudándoles en lo que pueda, nunca pensé que iba a crear lazos tan fuertes y hermosos como los que tenemos.

Por último, agradecer a mi círculo más cercano, amigos de la vida que siempre me fueron distraendo o animando durante estos años, gracias por siempre darme esa confianza y apoyo necesario en los momentos difíciles. Asimismo, agradecer profundamente la paciencia, apoyo y amor que me ha dado mi novio, gracias por su comprensión que cada vez que no quería salir o verlo porque tenía alguna prueba o trabajo por hacer y sobre todo durante este proceso de la tesis; sepa que parte de mi éxito académico es gracias a usted, siéntase tan orgulloso como yo de lo que hoy he logrado. Finalmente, agradecer a mi familia, quienes siempre me han apoyado y comprendido, quienes han soportado mis malas caras o desánimo cuando llegaba a la casa luego de estar todo el día en la universidad. Y por sobre todo, agradecer a mi madre, quien siempre me animó a estudiar y que me hizo comprender que los estudios son al mejor arma para lograr los objetivos, espero poder transmitir este mensaje a todas aquellas personas que sean mis estudiantes.

Realmente, no sé otra forma de expresar la felicidad y gratitud hacia todos ustedes, espero poder cumplir sus expectativas y las mías, y ser un aporte a la educación científica de este país.

**Karina Paz Jiménez Silva**

## Agradecimientos

*“Árbol de la esperanza, mantente firme”* Frida Kahlo

Me mantuve firme a lo largo del camino como un árbol,  
como un árbol que se nutre del sol, del agua, de la tierra,  
pero que con el viento tiende a decaer.  
Me mantuve firme porque me aferre a mis sueños, me aferre al amor,  
a la esperanza de ayudar en la construcción de un mundo mejor.

Agradezco en primer lugar a la vida por entregarme el valor de ser perseverante, de otorgarme el combustible para conseguir mis objetivos, sin importar el obstáculo; me caí ocho veces, por lo que me tuve que levantar nueve.

En segundo lugar, agradezco al destino por unir todos los caminos necesarios que nos llevaron a ser compañera, Jennifer Becerra, te convertiste en una amiga indispensable para mi vida y para este proceso de aprendizaje, el apoyo diario que me entregaste sin duda es el más importante de estos cinco años ya que solo nosotras conocemos, entendemos y sentimos las alegrías y dolores vividos en este camino de inicio a fin, tengo la convicción de que nunca se cortara el lazo que nos une y que sin duda, nos volverá a reunir.

También agradezco a la carrera, LEFM, por lo aprendido, y sobre todo agradezco a los amigos y amigas que conocí en este recorrido, sin ustedes el camino hubiese sido más difícil, los rojos hubiesen sido más tristes, los días de estudio más fomes, las prácticas más estresantes, etc. La vida universitaria es más que solo estudiar, se aprende no tan solo en el aula, sino que también fuera de ella, compartiendo, queriendo, confiando, discutiendo y carreando -con la secta y amigos/as-. Nadie más que ustedes entienden el amor y pasión que se tiene por lo que hacemos lo quiero infinito.

Agradezco a mi familia, porque un árbol sin raíces no es árbol. Gracias por confiar en mí, por todas esas veces en las que me desvelaba estudiando y llegaban con una taza de té o un pan, por esperarme después de la universidad para llevarme a casa, por celebrarme cada triunfo obtenido, y por entregarme los espacios y herramientas necesarias para hacer mí propio destino y ser dueña de él. Agradezco a mi mejor amiga por ser incondicional y a mi pololo por apañarme y mostrarme la luz en momentos de oscuridad.

Finalmente, agradezco al grupo de trabajo que conformo esta tesis; la profesora Leonor por ser nuestra profesora guía de tesis, ayudarnos a la construcción de esta propuesta enriquecedora que sin duda contribuirá en algo a la enseñanza de la cosmología y también por consentirme en mis comidas saladas. Agradecer a Jennifer y Karina por las enseñanzas y el compromiso entregado en este proceso, pero más aún, estoy infinitamente agradecida por el apoyo que me dieron en este último periodo de la tesis con las dificultades que se me presentaron, gracias por la comprensión y compañerismo.

La vida me enseñó a ser agradecida de lo positivo y negativo, por lo que doy gracias a cada persona que fue parte de este camino, los que están y los que se fueron, lo que me entregaron y me quitaron. Gracias por ser factor de una u otra forma, de la persona que soy. Cierro este ciclo feliz, siendo esto solo el inicio de lo que hare para el resto de mi vida.

**Tamara Andrea Toledo Valenzuela**



## Tabla de contenidos

<b>Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>Capítulo 1: Marco de Antecedentes</b> .....	<b>3</b>
<b>1.1 Antecedentes Curriculares</b> .....	<b>3</b>
1.1.1 Marco Curricular.....	3
1.1.2 El Ajuste Curricular .....	4
1.1.3. Bases Curriculares.....	6
<b>1.2 Ciencias de la Tierra y el Universo</b> .....	<b>7</b>
1.2.1 Contenidos de Tierra y Universo en el currículum nacional .....	7
1.2.2. Competencias docentes.....	9
1.2.3. Recursos educativos de Cosmología proporcionados por el Ministerio de Educación. .....	10
<b>1.3. Resultados de pruebas estandarizadas en ciencias</b> .....	<b>16</b>
<b>1.4 Objetivos</b> .....	<b>20</b>
<b>Capítulo 2: Marco Teórico</b> .....	<b>21</b>
<b>2.1 La enseñanza de la cosmología</b> .....	<b>21</b>
2.1.1 ¿Qué es la cosmología? .....	21
2.1.2 Investigación asociada a la enseñanza de la cosmología.....	23
2.1.3 Referentes iberoamericanos .....	24
<b>2.2 Recursos para la enseñanza de la cosmología</b> .....	<b>28</b>
2.2.1 Aprendizaje Visual .....	28
2.2.2 Tecnologías de la Información y la Comunicación .....	32
2.2.3 Enfoque CTS y Alfabetización Científica .....	35
<b>2.3 Instrumentos de evaluación</b> .....	<b>41</b>
<b>Capítulo 3: Propuesta didáctica para contenidos de cosmología</b> .....	<b>45</b>
<b>3.1 Descripción general de la propuesta</b> .....	<b>45</b>
<b>3.2 Detalle de la Secuencia Didáctica</b> .....	<b>49</b>
3.2.1 Primera clase: Evolución del Universo: Galaxias .....	50
3.2.2 Segunda Clase: La revolución de Einstein .....	55
3.2.3 Tercera clase: Evidencias para un veredicto .....	63
<b>3.3 Indicaciones al docente</b> .....	<b>70</b>
<b>3.4 Instrumentos de evaluación de la propuesta</b> .....	<b>71</b>
<b>3.5 Validación de la propuesta</b> .....	<b>76</b>

3.5.1 Validación de la propuesta Clase 1 .....	76
3.5.2 Validación de la propuesta Clase 2 .....	78
3.5.3 Validación de la propuesta Clase 3 .....	80
<b>Conclusiones</b> .....	<b>82</b>
<b>Referencias bibliográficas</b> .....	<b>86</b>
<b>Apéndice</b> .....	<b>91</b>
<b>Apéndice 1: Análisis de los recursos presentes en la Sección “El Universo” del texto de Física para el estudiante.</b> .....	<b>91</b>
<b>Apéndice 2: Libretos vídeos curriculares</b> .....	<b>102</b>
Apéndice 2.1: Libreto vídeo curricular Clase 1 .....	102
Apéndice 2.2.: Libreto Vídeo Clase 2. ....	108
Apéndice 2.3.: Libreto Vídeo Clase 3. ....	119
<b>Apéndice 3: Test diagnóstico individual</b> .....	<b>127</b>
Apéndice 3.1: Test individual diagnóstico n°1: .....	127
Apéndice 3.2: Test diagnóstico individual n°2 .....	128
Apéndice 3.3: Test diagnóstico individual n°3. ....	129
<b>Apéndice 4: Guía didáctica grupal.</b> .....	<b>130</b>
Apéndice 4.1.: Guía didáctica grupal. Clase 1 .....	130
Apéndice 4.2.: Guía didáctica grupal Clase 2.....	135
Apéndice 4.3.: Guía didáctica grupal Clase 3.....	141
<b>Apéndice 5: Indicaciones para el docente</b> .....	<b>146</b>
<b>Apéndice 6: Instrumentos de evaluación de la secuencia didáctica</b> .....	<b>156</b>
<b>Apéndice 7: Encuesta de validación de la propuesta</b> .....	<b>163</b>
Apéndice 7.1. Encuestas de validación clase 1: <i>Evolución del Universo: Galaxias</i> .....	163
Apéndice 7.2. Encuesta validación clase 2: <i>La revolución de Einstein</i> .....	173
Apéndice 7.3. Encuesta validación clase 3: <i>Evidencias para un veredicto</i> .....	183
<b>Materiales Anexos</b> .....	<b>192</b>
Anexo 1: Objetivos de aprendizaje relacionados con el Eje Tierra y Universo, según MC .....	192
Anexo 2: Objetivos de aprendizaje relacionados con el Eje Tierra y Universo, según BC .....	194
Anexo 3: Estándares Orientadores para carreras de Pedagogía en Educación Media .....	196

## Índice de Tablas

### Tablas del Capítulo 1

<b>Tabla 1.1</b>	
Implementación temporal de las Bases Curriculares	7
<b>Tabla 1.2</b>	
Tema 1: Propiedades físicas de las galaxias (p.336 - p.345 del TFE)	11-12
<b>Tabla 1.3</b>	
Tema 2: Evidencias experimentales del <i>Big Bang</i> (p.346-p.353 del TFE)	12-13
<b>Tabla 1.4</b>	
Tabla de resumen: Recursos presentes en la Sección “El universo”	14-15
<b>Tabla 1.5</b>	
Comparación de resultados PISA (Ciencias) 2012.	19

### Tablas del Capítulo 2

<b>Tabla 2.1</b>	
Elementos de las rúbricas	42

## Índice de Ilustraciones

### Gráficas del Capítulo 1

<b>Gráfico 1.1</b> Comparación de resultados PISA, evaluación Ciencias años 2006, 2009, 2012.	<b>17</b>
<b>Gráfico 1.2</b> Comparación de resultados PISA porcentual (%) Nivel de desempeño en Ciencias año 2012.	<b>18</b>

### Imágenes del Capítulo 2

<b>Imagen 2.1.</b> Resumen investigaciones sobre cómo enseñar cosmología. Elaboración propia con base en investigación de García-Salcedo y Moreno (2007)	<b>23</b>
<b>Imagen 2.2.</b> Resumen investigaciones sobre cómo enseñar cosmología. Elaboración propia con base en investigación de Mora (2008)	<b>24</b>

### Imágenes del Capítulo 3

<b>Imagen 3.1.</b> Resumen de la propuesta didáctica y sus elementos	<b>49</b>
<b>Imagen 3.2.</b> Primera pregunta de selección múltiple del test de diagnóstico n°1	<b>50</b>
<b>Imagen 3.3.</b> Segunda actividad del test diagnóstico n° 1	<b>50</b>
<b>Imagen 3.4.</b> Modelo heliocéntrico de Nicolás Copérnico. Vídeo Clase 1	<b>51</b>
<b>Imagen 3.5.</b> Edwin Hubble. Vídeo Clase 1	<b>52</b>
<b>Imagen 3.6</b> Mapa conceptual relacionado con el catálogo de Messier de la Guía grupal de actividades. Clase 1	<b>52</b>
<b>Imagen 3.7.</b> Presentación de la tercera actividad de la Guía grupal de actividades. Clase 1	<b>53</b>
<b>Imagen 3.8.</b> Primera actividad del test diagnóstico n°2	<b>55</b>
<b>Imagen 3.9.</b> Conferencia de Solvay realizada en 1927. Vídeo Clase 2	<b>56</b>
<b>Imagen 3.10.</b> Resultado del experimento de Michelson y Morley. Vídeo Clase 2	<b>56</b>
<b>Imagen 3.11.</b> Sorpresa ante la Teoría de Einstein que desecha el éter. Vídeo Clase 2	<b>57</b>
<b>Imagen 3.12.</b> Primer cohete del ejemplo. Vídeo Clase 2	<b>57</b>
<b>Imagen 3.13.</b> Segundo cohete del ejemplo. Vídeo Clase 2	<b>57</b>
<b>Imagen 3.14.</b> Postulado principal de la TRG. Vídeo Clase 2	<b>58</b>
<b>Imagen 3.15.</b> Modelos cosmológicos. Vídeo Clase 2	<b>58</b>

<b>Imagen 3.16.</b> Primera actividad, parte (a), de la Guía grupal de actividades. Clase 2	<b>59</b>
<b>Imagen 3.17.</b> Primera actividad, parte (b), de la Guía grupal de actividades. Clase 2	<b>59</b>
<b>Imagen 3.18.</b> Segunda Actividad de la Guía grupal de actividades. Clase2	<b>60</b>
<b>Imagen 3.19.</b> Primera actividad del Test diagnóstico n°3	<b>63</b>
<b>Imagen 3.20.</b> Segunda actividad del Test diagnóstico n°3	<b>64</b>
<b>Imagen 3.21.</b> Enfrentamiento entre Fred Hoyle y George Gamow. Video Clase 3	<b>64</b>
<b>Imagen 3.22.</b> Radiotelescopio de Wilson y Penzias. Vídeo Clase 3.	<b>65</b>
<b>Imagen 3.23.</b> Mapa de un Universo joven con temperatura homogénea. Vídeo Clase 3	<b>65</b>
<b>Imagen 3.24.</b> Gráfica de la “teoría inflacionaria”. Vídeo Clase 3	<b>65</b>
<b>Imagen 3.25.</b> Satélite COBE. Vídeo Clase 3	<b>65</b>
<b>Imagen 3.26.</b> Imagen de un Universo joven con pequeñas diferencias de temperaturas distribuida en sectores de colores. Vídeo Clase 3	<b>65</b>
<b>Imagen 3.27.</b> Satélite WMAP. Vídeo Clase 3	<b>66</b>
<b>Imagen 3.28.</b> Imagen Universo joven con pequeñas diferencias de temperaturas distribuida en puntos de colores. Vídeo Clase 3	<b>66</b>
<b>Imagen 3.29.</b> Radiotelescopio CBI. Vídeo Clase 3	<b>66</b>
<b>Imagen 3.30.</b> Imagen de colores que representan la intensidad de la radiación de un Universo temprano. Vídeo Clase 3	<b>66</b>
<b>Imagen 3.31.</b> Representación de Supernova Tipo Ia. Video Clase3	<b>66</b>
<b>Imagen 3.32.</b> Primera actividad de la Guía	<b>67</b>
<b>Imagen 3.33.</b> Segunda actividad de la Guía grupal de Actividades, Clase 3	<b>67</b>
<b>Imagen 3.34.</b> Tercera actividad de la Guía grupal de Actividades, Clase 3	<b>68</b>
<b>Imagen 3.35.</b> Lista de cotejo para la primera actividad de la Clase 1	<b>72</b>
<b>Imagen 3.36.</b> Parte de la rúbrica de evaluación para los mapas conceptuales. Actividades de la Clase 1 y la Clase 2	<b>72</b>
<b>Imagen 3.37.</b> Lista de cotejo para el primer mapa conceptual. Actividad de la Clase 3	<b>73</b>
<b>Imagen 3.38.</b> Lista de cotejo para el segundo mapa conceptual. Actividad de la Clase 3	<b>74</b>
<b>Imagen 3.39.</b> Lista de cotejo para las líneas de tiempo. Actividades de la Clase 3	<b>74</b>
<b>Imagen 3.40.</b> Parte de la autoevaluación para las actitudes en clase	<b>75</b>

## Introducción

En el presente Seminario de Grado se presenta la elaboración de una propuesta didáctica para la enseñanza de contenidos de cosmología, y su validación a través de la opinión de expertos. La propuesta incorpora el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) con la finalidad de promover el proceso de alfabetización científica de los estudiantes, rigiéndose bajo la perspectiva de la enseñanza de las ciencias planteada por el MINEDUC a través de sus Bases Curriculares (BC) para las asignaturas de ciencia (2013). Los contenidos abordados en la propuesta se enmarcan en el aprendizaje esperado número 12 (AE12) de Física del nivel de cuarto año medio: “*describir el origen y la evolución del universo considerando las teorías más aceptadas por la comunidad científica.*” (MINEDUC, 2015b), específicamente en los contenidos necesarios para comprender por qué la teoría del *Big Bang* es la más aceptada actualmente por la comunidad científica, para la descripción del origen y evolución del universo.

En el Marco de Antecedentes (Capítulo 1) se presenta la evolución que ha experimentado el currículum nacional en los últimos 25 años, en especial en el área de las Ciencias de la Tierra y el Universo. Por otra parte, se analizan los Estándares Orientadores para Carreras de Pedagogía, específicamente en el área de ciencias físicas (MINEDUC, 2012), así como el texto escolar que se entrega a los estudiantes: “Física III-IV Medio | Texto del estudiante” (Muñoz, 2012), analizándose la sección correspondiente a los contenidos relativos al AE12 del cuarto año medio. Al final de este apartado, se presenta como antecedente los resultados que han obtenido los estudiantes chilenos en la prueba estandarizada de ciencias del programa PISA, mostrando el bajo nivel de desempeño que éstos tienen. Finalmente, a partir de los antecedentes expuestos, se llega al planteamiento del objetivo general y los objetivos específicos del presente trabajo de Seminario de Grado.

En el Marco Teórico (Capítulo 2) se presentan las referencias teóricas en que se sustentan los principios de aprendizaje y elementos que articulan la propuesta didáctica. En primer lugar, se da la concepción de cosmología sobre la cual se trabaja en la propuesta, además de realizar una revisión de investigaciones y propuestas iberoamericanas sobre el trabajo de contenidos en esta área para la enseñanza escolar. Asimismo, se presentan los recursos y respaldos teóricos sobre los cuales se generó el trabajo realizado, presentándose dos tipos organizadores gráficos: mapas conceptuales y líneas de tiempo, siendo éstos estrategias que promueven el aprendizaje visual de los contenidos; de igual modo se presenta dentro del ámbito de las

Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) los vídeos educativos, como recursos de aula que pueden ser aprovechados actualmente, dada la digitalización que está sufriendo la sociedad. Además, se presenta la perspectiva desde la cual se plantean los contenidos de la propuesta, la cual corresponde al enfoque CTS, en donde la visión de la ciencia se desliga de la mirada tradicional y se relaciona ésta con los procesos sociales de la humanidad, esto con la finalidad de promover en los estudiantes conocimientos y actitudes hacia las ciencias, con el objetivo de propiciar el proceso de alfabetización científica, que es esencial en los individuos de la sociedad globalizada. Por otra parte, también se presentan los elementos con los que se evalúa el trabajo de los estudiantes durante una posible implementación de la propuesta, por tanto se exponen los elementos que caracterizan las rúbricas, listas de cotejo y autoevaluación.

La elaboración de la propuesta didáctica se presenta en el Capítulo 3, en primera instancia se presenta una descripción general de cómo está compuesta esta misma, la que consta de tres clases, en donde se utilizan test diagnósticos individuales, vídeos especialmente generados para tratar los contenidos del AE12, guías de actividades grupales, instrumentos de evaluación e indicaciones para el docente. Además, en este apartado se presentan las etapas que estructuran cada una de las tres clases de la secuencia didáctica, explicando la función que debe desempeñar el docente y el trabajo que deben realizar los estudiantes. Posteriormente, se presenta una descripción detallada de cada una de las tres clases que componen la propuesta, explicando detalladamente los componentes de los test diagnósticos individuales, vídeos y guías de actividades grupales, y los fundamentos bajo los cuales se decidió elaborar así estos elementos. Por otro lado, se presenta una descripción y argumentación sobre las indicaciones al docente para la implementación de la propuesta, así como también se exponen los instrumentos de evaluación para el trabajo de los estudiantes, dándose los argumentos bajo los cuales se decidió elaborar éstos. El último apartado de este capítulo, es el correspondiente a la validación de la propuesta a través de expertos, en donde se presenta una descripción de los resultados de las apreciaciones que docentes expertos en ejercicio dieron en torno a los materiales que se utilizan en las tres clases de la propuesta didáctica: test diagnósticos individuales, vídeos y guías de actividades grupales. Todo el material generado en torno a la propuesta, del cual se hace mención en el Capítulo 3, se encuentra en la sección de Apéndice.

Finalmente, en el Capítulo 4 se presentan las conclusiones finales respecto al trabajo realizado, contrastando los productos elaborados con los objetivos planteados para el trabajo, además de analizar éstos con los resultados de la validación. Asimismo, se plantean reflexiones sobre el trabajo realizado y se proponen mejores o actividades futuras en torno al trabajo generado.

## **Capítulo 1: Marco de Antecedentes**

En este primer capítulo se presentan antecedentes del currículum nacional, con el objetivo de contextualizar cómo ha evolucionado la presencia de contenidos correspondientes a las Ciencias de la Tierra y el Universo (CTU), en específico, del eje Tierra y Universo. Asimismo, se exponen competencias docentes necesarias para la enseñanza de estos contenidos, a través de la revisión de los estándares orientadores para las carreras de pedagogía expuestos por el Ministerio de Educación (MINEDUC), y de los requisitos planteados por organismos internacionales.

Por otra parte, se realiza un análisis de los contenidos de cosmología tratados en el texto para el estudiante de tercero y cuarto año de enseñanza media, el cual ha sido el único recurso que ha distribuido el MINEDUC a los estudiantes del país desde el año 2012. Además, se muestran los resultados que han tenido los estudiantes chilenos en pruebas estandarizadas internacionales de ciencias, datos que reflejan un bajo desempeño en las competencias de esta área.

Finalmente, a la luz de los antecedentes presentados en el capítulo, se plantea la necesidad de disponer recursos alternativos para facilitar el aprendizaje de contenidos relativos a cosmología en el nivel de cuarto año medio, surgiendo así los objetivos del presente trabajo de seminario.

### **1.1 Antecedentes Curriculares**

El currículum nacional para la educación chilena viene dado por un conjunto de leyes y decretos, las cuales se han ido modificando o reemplazando, lo que ha producido que en la actualidad estén en vigencia tanto el marco curricular, ajustado el año 2009, y las nuevas bases curriculares, promulgadas el año 2013. Por tanto, se hace necesario explicar el desarrollo de estas leyes y que el currículum nacional ha sufrido cambios en los últimos 25 años, lo cual se realizará brevemente a continuación.

#### **1.1.1 Marco Curricular**

La Ley Orgánica Constitucional de la Educación -LOCE- (Ley N° 18.926) se promulga en el año 1990, la cual se aprueba por la Junta Nacional de Gobierno de la República de Chile, y que trae consigo el Marco Curricular que se promulgó el 7 de Marzo del mismo año. Este Marco tiene como objetivos establecer y regular los requisitos mínimos que deben cumplir los Establecimientos Educacionales; como el determinar los contenidos se deben enseñar por los docentes, el rol que debe tener cada participante de la comunidad educativa y las características que debe cumplir el establecimiento educacional. En el año 1996 se publica el



decreto n°40, que definió los Contenidos Mínimos Obligatorios -CMO- “*como los conocimientos específicos y prácticas para lograr destrezas y actitudes que los establecimientos deben obligatoriamente enseñar* y los Objetivos Fundamentales -OF- *como las competencias que los alumnos deben lograr en los distintos períodos de su escolarización*” (MINEDUC, 1996), para el Marco Curricular del Ciclo Básico de enseñanza, que abarca del primer al octavo nivel básico y que se basan en los objetivos generales y los requisitos mínimos de egreso señalados en la LOCE. De esta forma, el estado chileno define los contenidos que se han de enseñar a sus estudiantes, así como también los objetivos que el proceso de enseñanza debe tener.

### **1.1.2 El Ajuste Curricular**

En el año 2009 se promulgan los decretos n°256 y n°254, para reemplazar los decretos n°40 y n°220 de enseñanza básica y de enseñanza media respectivamente, con el objetivo de ajustar el marco curricular ya existente. Esta modificación surge por un conjunto de estudios realizado por el MINEDUC, donde se destaca los Estudios de Cobertura Curricular en segundo ciclo de enseñanza básica y en enseñanza media (MINEDUC, 2004) realizado entre el año 2000 y el año 2003. En el caso particular de Ciencias Naturales, el estudio señala que participaron 811 profesores de ciencia de enseñanza básica, y 1722 de enseñanza media, siendo quinientos ochenta y siete de ellos, docentes de Física.

Respecto a los contenidos de Tierra y Universo, la investigación de modalidad abierta implementada el año 2000 respecto a los contenidos de segundo año medio, muestra que el contenido “El Sistema Solar” fue trabajado un 17% y “El Universo” un 12,4% (MINEDUC, 2004). Los resultados del estudio permiten apreciar que en segundo año medio el porcentaje de trabajo sobre estos contenidos es considerablemente menor. Dada esta realidad, si los estudiantes no trabajan estos contenidos en este nivel, no tendrán otra oportunidad de estudiarlos, ya que estos temas no son tratados en otros niveles.

Por otra parte, el documento “Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios de la Enseñanza Básica y Enseñanza Media, Actualización 2009” señala que el ajuste curricular responde también a las nuevas demandas sociales exigidas al proceso educativo, considerando un análisis a las secuencias de aprendizaje ya existentes y a los resultados de pruebas estandarizadas nacionales. Asimismo, dentro de los factores que incidieron en el ajuste curricular, se integra la consideración de los currículos de otros países, principalmente de aquellos pertenecientes a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la cual se compone de 34 países miembros -entre ellos Chile- y que colabora con más

de 100 naciones en la búsqueda de soluciones a problemas comunes entre sus gobiernos en pos de lograr una sociedad y economía más justa para los ciudadanos (OCDE, 2015).

Finalmente, este ajuste curricular también se vio impulsado por los resultados obtenidos por los estudiantes chilenos en pruebas estandarizadas internacionales (MINEDUC, 2009a), como la evaluación *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMMS), cuyo objetivo es medir los conocimientos de ciencias y matemáticas con los que cuentan los estudiantes de cuarto y octavo grado, el que es desarrollado por la Asociación Internacional para la Evaluación del Rendimiento Educativo (IEA)<sup>1</sup>. Asimismo, se suman los resultados obtenidos en el *Programme for International Student Assessment* (PISA), programa impulsado por la OCDE, el cual entrega resultados en el área de ciencias que se presentarán hacia el final de este capítulo.

Estos nuevos decretos inciden de manera importante en cómo se tratan los contenidos a lo largo de la escolaridad chilena, ya que por una parte el decreto n°256 cambia la denominación de subsector a la de sector en la enseñanza básica, en particular, el subsector de comprensión del medio Natural, social y cultural se divide en dos sectores, generando el sector de estudio y comprensión de la naturaleza. Por otra parte, el decreto n°254 modifica la denominación de subsector a la de sector de aprendizaje en la enseñanza media, teniendo en el sector de ciencias los subsectores especializados de Biología, Química y Física.

Esta nueva reestructuración tiene por objetivo dar coherencia a la secuencia de contenidos y habilidades a desarrollar en los estudiantes, dando como resultado una estructura más sencilla y continua de los 12 años de escolarización. En este sentido, el Mineduc señala que:

Los objetivos y contenidos se encuentran organizados en torno a seis ejes, que recorren este sector desde primero básico a cuarto medio, dándole coherencia, unidad y progresión a los aprendizajes definidos. Estos son:

- Estructura y función de los seres vivos
- Organismos, ambiente y sus interacciones
- Materia y sus transformaciones
- Fuerzas y Movimiento
- La Tierra y el Universo
- Habilidades de Pensamiento Científico

[...] el subsector Física, aborda el eje Fuerza y Movimiento, y aprendizajes referidos a Materia y sus transformaciones, y a La Tierra y el Universo. Además, estos tres subsectores trabajan Habilidades de pensamiento científico. (MINEDUC, 2009a, p.244).

---

<sup>1</sup> Fuente: <http://ww2.educarchile.cl/Portal.Base/Web/verContenido.aspx?ID=217419>

Por tanto, en cada nivel escolar se trabajan CMO y OF relacionados con alguno de estos ejes, así estos elementos del currículum permiten trabajar las mismas temáticas a lo largo de la escolarización, pudiendo darles una profundidad pertinente a la etapa en que se encuentren los estudiantes. Específicamente, para los contenidos de Tierra y Universo, esta nueva estructuración de contenidos en los ejes temáticos permite la posibilidad de trabajar en más de un año dichas temáticas, lo que evitaría situaciones como el escaso trabajo de los contenidos de Universo en el nivel de segundo año medio, evidenciado a través de los Estudios de Cobertura Curricular.

Otro cambio que trae el Ajuste Curricular del año 2009, es la incorporación de los Aprendizajes Esperados (AE), que se definen como los aprendizajes específicos que se deben lograr a lo largo del proceso educativo, para finalmente alcanzar los OF y CMO (MINEDUC, 2011a).

Finalmente, cabe mencionar que estos ajustes al Marco Curricular debían ser implementados para la formación general en enseñanza media como sigue: primero medio en el año 2010, segundo medio en el año 2011, tercero medio en el año 2012 y finalmente cuarto medio en el año 2013 (MINEDUC, 2009a).

### **1.1.3. Bases Curriculares**

Hasta el año 2009 la educación en Chile regía bajo la LOCE promulgada en 1990, la cual fue derogada en el año 2009 por la Ley General de Educación -LGE- (Ley N°20.370), cuya implementación se proyectó a partir del año 2013. Entre las modificaciones más importantes, se tiene que el artículo 25 de la ley cambia la estructura curricular de ocho años de educación básica y cuatro años de educación media por una de dos ciclos de seis años cada una, cambio que se implementará a partir del año 2017. Por otra parte, el artículo 31 de la ley señala que corresponde al estado establecer las Bases Curriculares para la Educación parvularia, Básica y Media, con el objetivo de definir los objetivos de aprendizaje -por ciclos o años- que permitan lograr los objetivos generales para cada ciclo educacional, definidos en la misma ley. Por último, está presente el artículo 35, que permite posibles modificaciones o creación de nuevas bases curriculares (MINEDUC, 2009b).

Como consecuencia, la nueva ley de educación integra un nuevo elemento al proceso de enseñanza, los OF y CMO son reemplazados por un nuevo elemento llamada Objetivos de Aprendizaje -OA- por curso o asignatura, que promueven la comprensión de los Objetivos Generales propuestos en cada eje temático. Los Objetivos de Aprendizaje *“son objetivos que*

*definen los aprendizajes terminales esperables para una asignatura determinada para cada año escolar. Los Objetivos de Aprendizaje se refieren a habilidades, actitudes y conocimientos que buscan favorecer el desarrollo integral de los estudiantes” (MINEDUC, 2013a, p.19).*

En la actualidad, han sido aprobadas y publicadas las Bases Curriculares (BC) de Educación Básica (2012) y las de Educación Media (2013) y que serán aplicadas a partir del año 2016. Sin embargo las BC para tercero y cuarto medio aún se encuentran pendientes, niveles para los cuales rige el Marco Curricular ajustado (2009). La implementación temporal de las Bases Curriculares para la enseñanza media se presenta a continuación en la tabla 1.1:

Tabla 1.1

Implementación temporal de las Bases Curriculares

	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Bases Curriculares</b> aprobadas por CNED, pero sin decreto (a la fecha)	» 7° básico	» 7° básico	» 7° básico	» 7° básico	» 7° básico
	» 8° básico	» 8° básico	» 8° básico	» 8° básico	» 8° básico
		» 1° Medio	» 1° Medio	» 1° Medio	» 1° Medio
			» 2° Medio	» 2° Medio	» 2° Medio

Fuente: Elaboración propia con base en información oficial (MINEDUC, 2015a).

En la tabla 1.1 se puede apreciar que para tercero y cuarto medio no está planificado implementar las Bases Curriculares, por lo cual estos niveles seguirán rigiéndose por el MC ajustado del año 2009.

## 1.2 Ciencias de la Tierra y el Universo

### 1.2.1 Contenidos de Tierra y Universo en el currículum nacional

Desde el establecimiento del Ajuste al Marco Curricular, en todos los niveles de enseñanza se encuentran contenidos relativos a Tierra y Universo, en educación básica existen tres ejes vinculados con las disciplinas que integran las Ciencias Naturales, siendo estos las Ciencias de la Vida, Ciencias Físicas y Químicas, y Ciencias de la Tierra y Universo. Mientras que en educación media el estudio de las Ciencias se relaciona a los Ejes Temáticos de Biología, Física y Química.

Respecto a Ciencias de la Tierra y Universo en enseñanza básica, los OA que se relacionan con estas temáticas están presentes en primero y tercero básico. En primero básico se profundiza en temas relacionados con el Sol y los efectos que éste tiene en la vida en la Tierra, también el ciclo diario y las estaciones del año. Mientras que en tercero básico se profundiza en temas relacionados con la temática de Universo, tales como el Sistema Solar, movimientos de la Tierra, fases de la Luna y modelos que explican fenómenos de eclipses de Sol y Luna. Respecto a la enseñanza media, considerando los OF que presenta el Ajuste al Marco Curricular (ver Anexo 1) y los OA que presentan las Bases Curriculares (ver Anexo 2), se puede apreciar que en los niveles de séptimo básico, primero medio, segundo medio y cuarto medio, se abordan temas relacionados con fenómenos astronómicos.

Para los niveles desde séptimo básico a segundo medio están aprobadas las BC(a implementarse como se señala en la Tabla 1.2), donde el elemento del currículum utilizado es el OA. En el nivel de séptimo básico se abordan temas relacionados con movimientos de la Tierra y tectónica de placas, mientras que en el nivel de octavo básico no se trabajan contenidos relacionados con el Eje Tierra y Universo. Luego, en el nivel de primero medio se trabaja en temas relacionados con fenómenos astronómicos del Sistema Solar, tales como movimientos del sistema Tierra-Luna, fases lunares y eclipses, estaciones del año relacionadas al movimiento de la Tierra con respecto al Sol y comparación de otros planetas con la Tierra con respecto a su distancia al Sol, periodo orbital, entre otros; además de profundizar y comparar estructuras cósmicas. Finalmente, en el nivel de segundo medio se ven temas relacionados con Universo, tales como: comprender que el conocimiento sobre este tema cambia en función de nuevas evidencias, también se profundiza en la formación y dinámica de estructuras cósmicas relacionadas con las Leyes de Kepler y la ley de Gravitación Universal de Newton (ver Anexo 1).

Por otro lado, para los niveles de tercero y cuarto medio aún rige el ajuste al MC, donde los elementos del currículum que se utilizan son los OF, CMO y AE. En el nivel de tercero medio solamente se estudian temas relacionados con ciencias de la Tierra, mientras que en el nivel de cuarto medio, los AE están relacionados con la descripción del origen y evolución del Universo, considerando las teorías más aceptadas, y la descripción de los procesos nucleares y gravitacionales sufridos por las estrellas; siendo relevante para el desarrollo de este trabajo los temas relacionados con el nivel de cuarto medio que comprende al AE12 el cual siendo relevante para este trabajo el primero, que corresponde al AE12 *“describir el origen y la*

*evolución del universo considerando las teorías más aceptadas por la comunidad científica.”* (MINEDUC, 2015b)(ver Anexo 1).

### **1.2.2. Competencias docentes**

El MINEDUC además de establecer los distintos documentos que componen el currículum nacional, ha establecido los Estándares Orientadores para Carreras de Pedagogía (MINEDUC, 2012) tanto para la enseñanza parvularia, básica y media, con la finalidad de informar cuáles son las competencias que un docente debe conocer, en el ámbito de su disciplina y de la enseñanza misma, lo que involucra competencias, disposiciones y actitudes profesionales necesarias para enseñar (ver Anexo 3).

Dentro de los estándares orientadores para docentes de enseñanza media en el subsector de Física, es de nuestro interés el estándar nueve referido a Tierra y Universo, y sus descriptores uno y seis, que señalan que el docente *“utiliza escalas de tiempo y distancia a nivel astronómico, así como los órdenes de magnitud correspondientes, para caracterizar diversos cuerpos y estructuras del universo.”* y *“fundamenta las principales evidencias que sustentan la teoría del Big Bang, describe y comprende las principales etapas de la evolución de diferentes tipos de estrellas, y su rol en la formación de elementos químicos y la evolución del universo”* (MINEDUC, 2012), y que por tanto, están relacionados con la enseñanza de la cosmología.

Por otra parte, existen estándares necesarios para la enseñanza de cualquier contenido de Física en la enseñanza media, que indican que el docente debe comprender cómo el estudiante aprende Física y las dificultades de aprender esta disciplina (estándares uno y dos); y otras que señalan que el docente debe contar con habilidades de carácter científico y que es su deber promover en sus estudiantes el desarrollo de habilidades científicas para desempeñarse en la vida cotidiana (estándares diez y once).

Considerando lo anterior, se puede apreciar que las competencias demandadas actualmente a los profesores para la enseñanza de contenidos cosmológicos están involucradas con la comprensión de las magnitudes con las cuales se trabaja en cosmología, con la comprensión de los fundamentos de las evidencias que sustentan la Teoría del *Big Bang*, y de la comprensión de la evolución del Universo. Además, el profesor debe estar consciente de las dificultades que se podrían presentar en sus estudiantes el aprendizaje de teorías y conceptos utilizados en la cosmología moderna, y por tanto, debe conocer estrategias para una enseñanza eficaz de ello. Una enseñanza pertinente de los contenidos de cosmología está relacionada con el logro de los

estándares diez y once, ya que el profesor debe enseñar dichos contenidos con una perspectiva científica en pos de generar en sus estudiantes una comprensión de cómo los avances en ciencia y tecnología en esta área, se relacionan entre sí e influyen en la sociedad en que vivimos.

### **1.2.3. Recursos educativos de Cosmología proporcionados por el Ministerio de Educación.**

Para trabajar los contenidos curriculares de todas las asignaturas impartidas durante la enseñanza básica y media, el MINEDUC otorga gratuitamente textos escolares (TE) para los estudiantes, con su respectiva guía didáctica para el docente (GDD), con la finalidad de apoyar con ellos al proceso de formación académica de los estudiantes chilenos.

En particular, para el subsector de física el MINEDUC ha entregado para los dos últimos niveles de enseñanza media un texto escolar que integra los contenidos tratados en tercero y cuarto medio, el cual se titula “Física III-IV Medio | Texto del estudiante”, de ahora en adelante Texto de Física para el Estudiante (TFE), el cual ha sido publicado por la Editorial ZigZag S.A. desde el 2012 hasta la fecha. Este último antecedente es relevante, ya que durante cinco años los estudiantes de cuarto medio han trabajado con el mismo texto escolar, siendo éste el recurso en el aula más importante con el que cuentan los docentes a la hora de tratar los contenidos relativos al AE12 de este nivel. Por lo tanto, a continuación se explica la estructura de este texto escolar, para luego analizar cómo se tratan los contenidos de la sección del texto que trabaja los temas relacionados al AE12, y se presentan los recursos con los que cuenta el texto en esta sección para el trabajo de los estudiantes.

El TFE está dividido en dos unidades: “Unidad 1: Fuerza y Movimiento” y “Unidad 2: Tierra y Universo”, lo cual coincide con los ejes temáticos que se presentan en el marco curricular ajustado el año 2009. La Unidad 1 se separa en cuatro capítulos, los dos primeros se trabajan en tercero medio y los otros dos en cuarto medio; mientras que la Unidad 2 se separa en dos capítulos, el primero se trabaja en tercero medio y el segundo en cuarto medio. Cada capítulo del texto se divide en secciones, donde los contenidos están organizados en torno a temas.

En el contexto de este trabajo es de interés analizar los contenidos relativos a cosmología tratados en el Capítulo 2 de la Unidad 2, los cuales se presentan en la Sección 1 (“El Universo”), el que comprende desde las página 335 a la 353 del TFE. En esta sección los contenidos están organizados en dos temas, “Tema 1: Propiedades físicas de las galaxias “y

“Tema 2: Evidencias experimentales del *Big Bang*”, los cuales se analizan a continuación en la Tabla 1.2 y la Tabla 1.3.

Tabla 1.2. Tema 1: Propiedades físicas de las galaxias (p.336 - p.345 del TFE)

Tema	Imágenes y recursos	Contenidos
<b>Galaxias</b> (p.337)	<u>Imagen</u> (Fig. 2.2): Galaxias. Nube de Magallanes y Andrómeda (p.337).	Se presenta y da características sobre el modelo más aceptado del origen del Universo.
<b>Tipos de galaxias</b> (p.337)	<u>Imagen</u> (Fig. 2.3): Visualización de las galaxias conocidas (p.337).	Se realiza una breve descripción histórica del concepto de galaxia, luego se trata el gran debate que enfrenta ideas sobre el concepto que se tenía de galaxia o nebulosas espirales. Finalmente se muestra la clasificación que realizó Hubble a las galaxias.
<b>Distancia a las galaxias</b> (p.338 – p.340)	<u>Investiga</u> (p.338) <u>¿Cómo vas?</u> (p.338) <u>Minilaboratorio</u> (p.339), <u>Ten Presente</u> (p.340), <u>Minilaboratorio</u> : (p.340), <u>¿Cómo vas?</u> (p.340)	Se describe cómo Hubble logró calcular la distancia a las galaxias, y que en la actualidad existen varios métodos para esos cálculos. Luego se describen los cuantificadores de distancias, que son el año luz y el pársec. Posteriormente se ahonda en galaxias lejanas de la Vía Láctea y sus distancias.
<b>Diámetro y Luminosidad de las Galaxias</b> (p.341- p.342)	<u>Imagen</u> (Fig. 2.8a y 2.8b): Medición de la distancia de una galaxia (p.341) <u>Imagen</u> (Fig. 2.9): Relación del tamaño angular (p.342)  <u>Para Saber Más</u> (p.342), <u>Ten Presente</u> (p.342) <u>¿Cómo vas?</u> (p.342)	Se refiere a la importancia de saber la distancia entre galaxias, para conocer su diámetro real y angular, y su luminosidad. Luego se realiza un cálculo sobre el tamaño angular de la luna.
<b>Masa de las galaxias</b> (p.34)	<u>Imagen</u> (Fig. 2.10): Curva de rotación de una galaxia espiral	Se dan las indicaciones para calcular la masa de las galaxias



3-p3.344)	<p>(p.343).  <u>Imagen</u> (Fig. 2.11):  Representación del efecto Doppler  (p.343)  <u>Imagen</u> (Fig. 2.12):  Representación de la Fuerza Centrípeta  (p.344)</p> <p><u>Ten Presente</u>: (p.343),  <u>Cuadro Biográfico</u>:  Christian J. Doppler (p.344)  <u>Reflexiona</u>: (p.344)  <u>Ejercicio Resuelto N°1</u>: (p.345)  <u>Evaluación Individual</u>: (p.345)</p>	mediante las relaciones del movimiento circunferencial y la formulación de Newton de la tercera ley de Kepler, para ello se especifica cómo calcular la velocidad orbital de las estrellas mediante el efecto Doppler.
-----------	---	--

Fuente: elaboración propia con base en “Física III-IV Medio | Texto del estudiante”  
(Muñoz, 2012)

Tabla 1.3. Tema 2: Evidencias experimentales del *Big Bang* (p.346-p.353 del TFE)

Temas	Imágenes y recursos	Contenidos
<b>Corrimiento hacia el rojo</b> (p.346)	<u>Imagen</u> (Fig. 2.13): Corrimiento al rojo (p.337)	Se plantea, gracias a los espectros de galaxias obtenidos por Hubble y Humason, que las galaxias se estaban alejando, y su velocidad es proporcional a la distancia; se plantea que mientras menor sea el brillo de la galaxia, mayor será su velocidad de alejamiento. Lo que es llamado “corrimiento al rojo” porque mientras el astro se aleja, los espectros que se desplazan hacia longitudes de onda larga se, identifican con el color rojo. Luego se muestran los espectros de cinco galaxias, para notar cuál de ellas está más lejos.
<b>Ley de Hubble</b> (p.347-p.348)	<u>Imagen</u> (Fig. 2.13): Representación gráfica de la velocidad de alejamiento o recesión de las galaxias en función de la distancia (p.347)  <u>Cuadro Biográfico</u> : Edwin Hubble (p.347) <u>Ejercicio Resuelto N°2</u> (p.348), <u>Ahora resuelves tú</u> (p.348), <u>Actividad de investigación</u> (p.348)	Se describe como Hubble gracias a los datos obtenidos de las velocidades de las galaxias mediante el método de corrimiento al rojo se da cuenta que existe una relación lineal entre distancia y velocidad, considerada como la ley de Hubble.

	<u>Minirresumen</u> (p.348)	
<b>El <i>Big Bang</i></b> (p.349)	<u>Imagen</u> (Fig. 2.15): Representación del origen del Universo, Singularidad (p.349)  <u>Saber más</u> (p.349) <u>Investiga y Responde</u> (p.349)	Se describe la Teoría de <i>Big Bang</i> propuesta por Gamow la cual establece que el Universo se originó en un estado de altísima temperatura y densidad, donde se creó el espacio y el tiempo. También se describe como con la ley de Hubble se puede obtener la edad del Universo.
<b>Fondo cósmico de radiación de microondas</b> (p.350)	<u>Imagen</u> (Fig. 2.16): Representación Gráfica de la Curva del cuerpo Negro (p.350)  <u>Reflexiona</u> (p.350) <u>Minirresumen:</u> (p.350)	Se plantea el fondo cósmico de radiación de microondas como una evidencia experimental de la Teoría del <i>Big Bang</i> , relacionándola con explosiones termonucleares de estrellas y la cantidad de helio que existe en el Universo.
<b>Estructura del Universo</b> (p.351)	<u>Cuadro Biográfico:</u> Heinrich Wilhelm Olbers (p.351)	Para conocer la estructura del Universo se plantea la interrogante de por qué es oscuro el cielo, el cual responde el astrónomo Olbers realizando mediciones del brillo de fondo del cielo, llegando a conclusiones sobre el Universo, el cual estaría expandiéndose.
<b>Expansión del Universo</b> (p.352)	<u>Imagen</u> (Fig. 2.17): Globo inflándose con galaxias en la superficie (p.352) <u>Imagen</u> (Fig. 2.18): Gráfico circular (p.353) <u>Imagen</u> (Fig. 2.19): Un modelo de la evolución espacio temporal del Universo (p.353)  <u>Minirresumen</u> (p.353) <u>Evaluación de sección I</u> (p.353)	En primer lugar se plantea la ley de Hubble como una evidencia de que el universo se está expandiendo. Luego se muestra una figura de un globo inflado para hacer una analogía con la expansión del universo y finalmente se relaciona la hipótesis de expansión acelerada del universo con la presencia de una energía, llamada energía oscura, sin embargo su naturaleza se desconoce, también se refiere a una hipotética materia que no emite radiación electromagnética suficiente para ser detectada. Estos conceptos aún no se consolidan, por lo que se invita a estar atentos a los nuevos descubrimientos en cosmología.

Fuente: elaboración propia con base en “Física III-IV Medio | Texto del estudiante”  
(Muñoz, 2012)

A partir de la Tabla 1.2 y de la Tabla 1.3, se puede apreciar que solamente los conceptos tratados en el tema dos responden en parte a los contenidos necesarios para lograr el AE12 del nivel de cuarto año medio, el cual señala que el estudiante ha de aprender a “*describir el origen*

y la evolución del universo considerando las teorías más aceptadas por la comunidad científica.” (MINEDUC, 2015b). Si bien se presentan contenidos relativos al corrimiento al rojo y la Ley de Hubble como antecedentes que respaldan la Teoría del *Big Bang*, no se tratan a fondo conceptos como: energía oscura y materia oscura, los cuales son mencionados superficialmente en la página 352 del TFE. Además, no se hace mención a otras teorías anteriores y contemporáneas a la Teoría del *Big Bang*, que explican también el origen y la evolución del Universo, no se presentan conceptos o sucesos fundamentales que también respaldan esta teoría como la más aceptada por la comunidad científica, como lo son: el principio cosmológico, los datos obtenidos por telescopios espaciales más avanzados desde los años noventa, y la integración de la Teoría Inflacionaria a este modelo de Universo. En este sentido, se plantea la necesidad de contribuir al ejercicio docente elaborando una propuesta didáctica sobre cosmología desde una perspectiva que permita lograr el AE12 de manera más integral, añadiendo a los contenidos ya tratados en el TFE otros antecedentes históricos y observacionales que enriquezcan la fundamentación de por qué hoy en día se considera a la Teoría del *Big Bang* como la más aceptada por la comunidad científica.

Por otra parte, los contenidos de la sección se trabajan con el apoyo de diversos recursos presentes en el TFE, como por ejemplo “Investiga”, “Ten presente”, “¿Cómo vas?”, entre otros, los cuales se presentan en la Tabla 1.4, donde están agrupados según su objetivo curricular. Un análisis detallado sobre los recursos de la sección “El Universo” se presenta en el Apéndice 1.

Tabla 1.4. Tabla de resumen: Recursos presentes en la Sección “El universo”

Objetivo del recurso	Recursos		
Investigación			
			
Complementar información			
	Cuadros biográficos, como por ejemplo: 		
Trabajo estudiante:			

Ejercitación o construcción de maquetas	<b>minilaboratorio</b>		
Evaluar	<b>¿CÓMO VAS?</b>	<b>EVALUACIÓN INDIVIDUAL</b>	
	<b>Evaluación de sección I</b>		
Otro	<b>REVISANDO LO QUE SABES</b>	<b>REFLEXIONA</b>	<b>miniresumen</b>

Fuente: elaboración propia con base en “Física III-IV Medio | Texto del estudiante”  
(Muñoz, 2012)

Se puede apreciar que algunos de los recursos presentes en el TFE cumplen funciones similares, como por ejemplo los recursos “Para saber más”, “Ten presente” y “Saber más”, se enfocan en proporcionar información complementaria presentada en el cuerpo del texto, de igual modo los recursos “Investiga”, “Investiga y responde” y “Actividad de investigación” tienen por finalidad solicitar al estudiante que realice la misma tarea: buscar información en sitios web. Sin embargo, más allá de esta coincidencia entre los objetivos de diversos recursos, cerca de la mitad de éstos dan información o solicitan su búsqueda, sin plantear preguntas de reflexión o actividades a desarrollar con la información otorgada o buscada. Mientras que otra parte importante de los recursos apuntan a actividades que el estudiante debe realizar, y en las cuales se les evalúa a través de preguntas cerradas referente a los mismos conceptos presentes en el TFE, o se requiere realizar los mismos cálculos presentados en otro ejercicio, o se les solicita la realización de alguna maqueta; siendo estas actividades de carácter superficial, ya que se le pide al estudiante reiterar los mismos contenidos vistos en el texto, y no existe un análisis de las dimensiones con las cuales se trabaja en los ejercicios o en la maqueta, existiendo solamente un recurso que apunta a la reflexión de los contenidos tratados en la sección.

Por lo tanto, es necesario integrar en una propuesta didáctica sobre actividades referentes a cosmología que apunten a otras habilidades de los estudiantes, como la capacidad de conectar estos sucesos y datos permiten apoyar cierta teoría científica entre sí, en pos de desarrollar en los estudiantes una comprensión de cómo ha funcionado y funciona el trabajo que realizan los científicos.

Finalmente, como este texto es el mismo que ha distribuido el MINEDUC desde el año 2012, no integra los últimos requisitos que exige el ministerio para los TE y las GDD, siendo el elemento

más reciente que se ha integrado a estos materiales los Recursos Digitales Complementarios (RDC). Estos recursos surgen como respuesta a las transformaciones que ha sufrido la sociedad, donde los recursos digitales ya forman parte del diario vivir de los estudiantes y por tanto debe integrarse esto al proceso educativo. Es así, como a partir del año 2016 los textos del estudiante pasan a ser un sistema que integra tres instrumentos (TE, GDD y RDC), con la finalidad de potenciar el proceso de aprendizaje de los estudiantes chilenos (MINEDUC, s.f.a). Así, el Texto de Física para el Estudiante que se utiliza actualmente no contiene este nuevo elemento, el cual es contingente a la realidad digital en la que viven los estudiantes chilenos, no está contextualizado, por tanto se tiene un texto retrasado con respecto a los otros textos otorgados por el MINEDUC para otros niveles y subsectores curricular.

En vista de lo anterior, es necesario generar una propuesta didáctica complementaria para trabajar los contenidos de cosmología en el cuarto nivel de enseñanza media, la cual debe integrar contenidos y datos que se han integrado en esta área, para hoy en día avalar cierta teoría sobre el Universo y no otra. Este trabajo debe ser realizado a través de recursos pertinentes a la época digitalizada en la cual vivimos, tal como lo solicita actualmente el MINEDUC, y cuyas actividades apuntan a que los estudiantes puedan desarrollar habilidades que les permitan tener una comprensión mayor de cómo han ido evolucionando los conceptos en la cosmología, viendo cómo las teorías y las evidencias observacionales permiten avanzar en el desarrollo de los modelos del universo.

### **1.3. Resultados de pruebas estandarizadas en ciencias**

Como se mencionó anteriormente, el currículum nacional se ha modificado en función de diversos factores, siendo uno de los más importantes el desempeño que los estudiantes chilenos han tenido en pruebas estandarizadas internacionales. Dentro de estas evaluaciones, la que destaca es la realizada en el contexto del programa PISA, dirigido por la organización OCDE de la cual Chile es miembro, y cuyo principal objetivo es describir la situación escolar de los países partícipes, para poder promover el mejoramiento de ésta. El programa realiza pruebas estandarizadas internacionales desde el año 2000, las que se repiten cada tres años, en ellas participan estudiantes en promedio de 15 años de edad, a quienes se les mide las competencias que tienen en las áreas de lenguaje (y/o comunicación), matemática y ciencias. Sin embargo, cada tres años se enfatiza una de estas áreas en específico, por ejemplo en los años 2000 y 2009 se enfatizó el área de lenguaje, para el 2003 y 2012 fue el área de matemática, y en el 2006 y 2015 fue el área de ciencias (Ministerio de Educación de Perú, 2015).

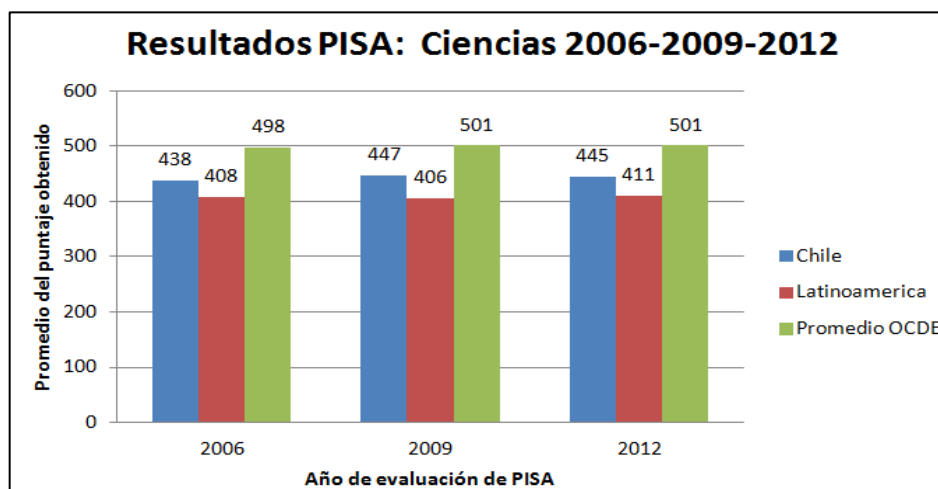
En relación a la evaluación PISA, considera tres tipos de preguntas directas: selección múltiple simple, selección múltiple compleja y respuesta construida. Los resultados de éstas son clasificadas por medio de niveles de desempeño que obtuvieron los evaluados/as en función de las habilidades y tareas que fueron capaces de ejecutar, siendo el nivel uno el más bajo y el seis el más alto. Cabe señalar que como es una evaluación internacional, se considera que los currículos de los países partícipes difieren entre sí y por tanto la evaluación que realiza el programa PISA se basa en los conocimientos, actitudes, competencias y capacidades de los estudiantes, relacionadas con el entendimiento y la resolución de problemas planteados en las evaluaciones (Ministerio de Educación de Perú, 2015).

En particular, la evaluación del área de ciencias del programa PISA abarca temas de Biología, Química y Física, buscando generar interés por la ciencia, aceptación del pensamiento científico y la responsabilidad hacia el uso de los recursos y el cuidado del medio ambiente. Dentro de las preguntas relacionadas con el sector de Física, existen siete preguntas relacionadas con los contenidos de Tierra y Universo, las cuales son sobre la generación del día y la noche, las estaciones del año, la luz emitida por las estrellas y sobre el tránsito de Venus (Contreras & Lobos, 2015)

Respecto al desempeño de los estudiantes chilenos en la evaluación PISA, el Gráfico 1.1 permite mostrar un resumen de los resultados de Chile, Latinoamérica y del promedio de los países pertenecientes a la OCDE, en las últimas tres evaluaciones del área de ciencias, realizadas los años 2006, 2009 y 2012.

Gráfico 1.1

Comparación de resultados PISA, evaluación Ciencias años 2006, 2009, 2012.



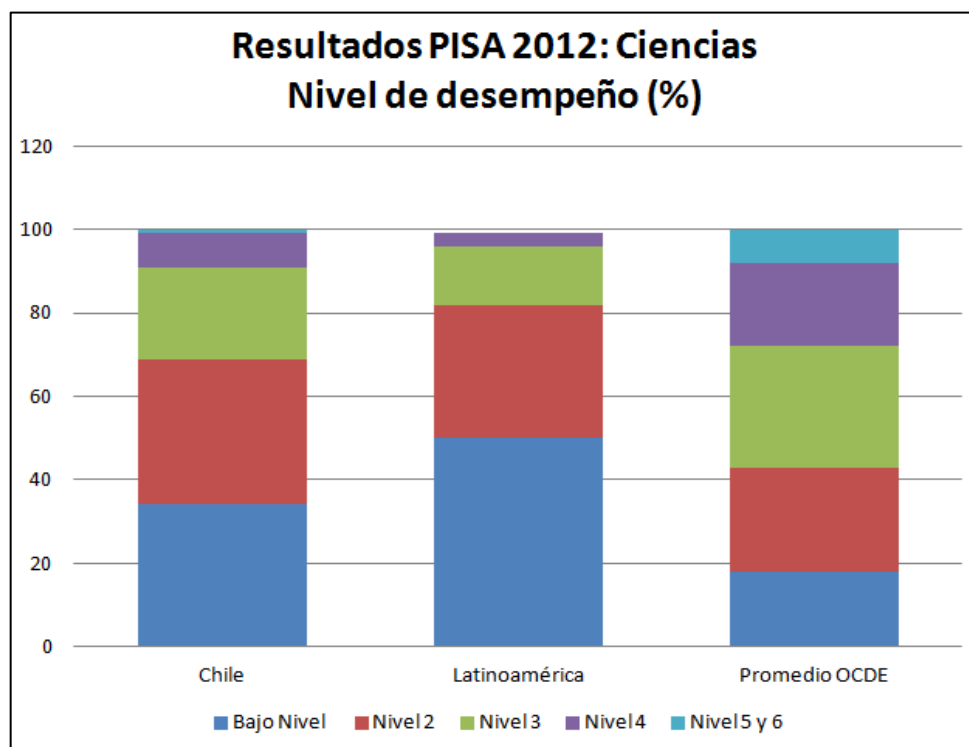
Fuente: Elaboración propia con base en documento oficial (MINEDUC, s.f.b)

Se puede apreciar en el Gráfico 1.1 que Chile no ha variado significativamente sus resultados en los tres años que ha participado del programa, siendo sus resultados más altos que el promedio de Latinoamérica, pero más bajos que el promedio de los países pertenecientes a la OCDE. Sobre los últimos resultados oficiales publicados por el Mineduc de la prueba del año 2012, muestran que en el área de ciencias Chile se encuentra 56 puntos por debajo del promedio de la OCDE, situándose entre los lugares 44 – 48 de los 65 países que participaron hasta ese año. Sin embargo, Chile obtuvo el primer lugar respecto a los países de Latinoamérica, con un promedio de 445 puntos (MINEDUC, s.f.b. RESULTADOS PISA 2012).

A continuación se presenta el Gráfico 1.2, el cual permite relacionar los resultados obtenidos según el nivel de desempeño en el área de ciencias que obtuvieron los estudiantes chilenos el año 2012, donde se puede comparar éstos con el promedio de los países partícipes y con el promedio de la región.

Gráfico 1.2

Comparación de resultados PISA porcentual (%), Nivel de desempeño en Ciencias año 2012.



Fuente: Elaboración propia con base en a documento oficial (MINEDUC, s.f.b)

Tabla 1.5

Comparación de resultados PISA (%), Nivel de desempeño en Ciencias año 2012.

	Chile	Latinoamérica	Promedio OCDE
<b>Nivel 5 y 6</b>	1%	0,5%	8%
<b>Nivel 4</b>	8%	3,5%	20%
<b>Nivel 3</b>	22%	14%	29%
<b>Nivel 2</b>	35%	32%	25%
<b>Bajo Nivel 2</b>	34%	50%	18%

Fuente: Elaboración propia con base en documento oficial (MINEDUC, s.f.b)

Se puede apreciar que, de los seis niveles de desempeño para la escala de Ciencias Naturales, sólo un 1% de los estudiantes chilenos participantes alcanzaron los dos niveles más altos (niveles cinco y seis) en la evaluación PISA 2012. En esta evaluación, casi el 70% de los estudiantes chilenos obtuvo los dos niveles más bajos (niveles uno y dos); en comparación con los niveles obtenidos por los países participantes de Latinoamérica, Chile sigue por sobre éstos, pero en comparación con el promedio de la OCDE se tiene que el 8% de sus estudiantes obtuvo resultados en los dos niveles más altos, y que solo un 43% obtuvo resultados en los dos niveles más bajos. Los dos niveles menores están relacionados a la capacidad de recordar contenidos simples de ciencia y la utilización de éstos para la obtención de conclusiones, por tanto son competencias mínimas(MINEDUC, 2014).

Los países que forman parte del programa PISA pueden comparar los rendimientos de sus estudiantes entre sí, y a través de esta información tomar decisiones respecto al modelo educativo que utilizan, y si éste permite o no a los jóvenes desarrollar las competencias necesarias para la sociedad actual. Los bajos resultados obtenidos por Chile en la evaluación PISA 2012 (y en las anteriores), sugieren que se deben tomar medidas para mejorar el desempeño de los estudiantes chilenos en el área de ciencias, ya que el nivel al cual pertenecen no está relacionado con una comprensión profunda de los conceptos y situaciones relacionadas con la ciencia.



## 1.4 Objetivos

En vista de los antecedentes: la presencia de contenidos de Tierra y Universo en el currículum nacional, la existencia de un solo recurso para los estudiantes del nivel de cuarto año medio es insuficiente para lograr de manera integral el AE12 y los bajos resultados de los estudiantes chilenos en pruebas estandarizadas internacionales en el área de ciencias, se plantea el siguiente objetivo general:

**Objetivo General:** Elaborar una propuesta didáctica sobre cosmología para cuarto año medio, a través de organizadores gráficos que integren estrategias de aprendizaje visual, con el propósito de facilitar el aprendizaje del desarrollo histórico de los conceptos relacionados con esta área.

Siendo los objetivos específicos:

- Articular recursos de aprendizaje visual que permitan facilitar el aprendizaje de contenidos de cosmología con énfasis en la evolución de conceptos a través de la historia de la humanidad.
- Elaborar material audiovisual (vídeos) original que permita a los estudiantes generar mapas conceptuales y líneas de tiempo sobre contenidos de cosmología.
- Elaborar instrumentos de evaluación, listas de cotejo, rúbricas y autoevaluación, que permitan a los docentes evaluar el trabajo realizado por los estudiantes durante la implementación de la propuesta.
- Elaborar indicaciones al docente, que les permita implementar la propuesta didáctica.
- Validar la propuesta didáctica a través de la opinión de expertos.

En los siguientes capítulos se presenta el marco teórico que sustenta la propuesta, y el detalle de la elaboración de ésta.

## **Capítulo 2: Marco Teórico**

En este capítulo se presenta en primer lugar, una descripción de la cosmología como un cuerpo de conocimientos relacionado con la descripción del origen y evolución del Universo, para luego exponer investigaciones sobre cómo abordar las principales teorías que respaldan a esta área, y algunas propuestas iberoamericanas para trabajar estas ideas desde una perspectiva más social de las ciencias. Además, se presentan las estrategias y recursos didácticos que serán considerados en la elaboración de la propuesta didáctica, algunos de ellos corresponden a estrategias de aprendizaje visual como líneas de tiempo y mapas conceptuales, el uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como por ejemplo la utilización de videos didácticos. Asimismo, también se exponen elementos sobre alfabetización científica y su importancia en el currículum nacional, y se destaca cómo el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) permite contextualizar la relevancia de la enseñanza de las ciencias, en particular sobre los contenidos de cosmología. Finalmente, se presentan los tipos de instrumentos de evaluación que se utilizan en la propuesta didáctica, tanto para evaluar el trabajo de los estudiantes en la implementación de la secuencia didáctica, como para la evaluación de los productos que los estudiantes generen durante la secuencia.

### **2.1 La enseñanza de la cosmología**

A continuación se realiza una descripción de qué es la cosmología, definiéndola y caracterizándola a través de su desarrollo histórico en la sociedad, para posteriormente presentar investigaciones sobre cómo se podrían abordar las principales teorías que respaldan los modelos cosmológicos existentes. Finalmente, se da paso a la revisión de algunas propuestas iberoamericanas para tratar estos contenidos, desde un enfoque social del desarrollo de los conceptos en cosmología.

#### **2.1.1 ¿Qué es la cosmología?**

La cosmología es la ciencia que estudia el Universo como un todo, su etimología deriva de dos vocablos griegos para las palabras orden -que por extensión también significa Universo- y estudio; por tanto si consideramos esta definición, la cosmología integra también aspectos filosóficos y teológicos (Moreno, 2012). Así, el objetivo de la cosmología es la construcción de modelos del universo que tengan sentido para la humanidad, por lo tanto en los diversos modelos cosmológicos que se han planteado a lo largo de la historia existen fundamentaciones de variada naturaleza, como ideas teológicas, filosóficas, científicas o datos experimentales (Whatiscosmology?, s.f.).

Según lo anterior, la cosmología como área del conocimiento no puede ser encasillada al trabajo desarrollado por los astrofísicos, astrónomos y cosmólogos en las últimas décadas, como se suele creer, ya que su desarrollo abarca una historia que va más allá de los últimos 100 años de la humanidad (Moreno, 2012). En este sentido, es importante considerar como parte del desarrollo de esta área los modelos y teorías sobre el Universo que se han ido planteando a través de los siglos, como lo son las creencias sobre el cosmos que tuvieron civilizaciones antiguas, las cuales estaban ligadas a su apreciación de la naturaleza y sus sistemas de creencias religiosas; lo que posteriormente evolucionó a modelos del Universo que contemplaban fundamentos y descripciones basados en la matemática y la física, como los modelos de Kepler, Galileo y Newton, pero que sin embargo seguían recurriendo a explicaciones teológicas para describir el origen del cosmos (Whatiscosmology?, s.f.).

El cambio fundamental en esta área se da con el trabajo realizado por Albert Einstein a principio del siglo XX, a través de su teoría de la relatividad general, que como señala Blanco (2012) una vez comprobada ésta, las miradas de los científicos se centraron en el cosmos, debido a que las ecuaciones de esta teoría pueden describir la interacción de cualquier conjunto de masas, pero al parecer el estudio del cosmos era el entorno natural para el desarrollo de la teoría de la relatividad general. Así, actualmente la cosmología es una área amplia que abarca los diferentes estudios que dan explicación a cómo se originó y cómo evoluciona el Universo, estando entre éstos la astronomía estelar e interestelar, astronomía galáctica, intergaláctica y extragaláctica, las ciencias planetarias, la física nuclear y de partículas, la física-química, la física de materia condensada, entre otros; los cuales son articulados entre sí a través de la cosmología en pos de comprender el Universo (Whatiscosmology?, s.f.).

Por lo anteriormente expuesto, la cosmología es un área del conocimiento que ha estado presente desde que los seres humanos existen, ya que en ella se busca la comprensión del Universo, la cual se ha ido sofisticando hasta llegar al cuerpo de conocimientos que actualmente se conoce. Es por ello que, se torna necesaria la enseñanza del desarrollo de esta disciplina que forma parte de la humanidad desde sus orígenes, por lo cual es necesario educar a los estudiantes respecto a su desarrollo, integrando las diferentes visiones, teorías, modelos y datos que le han permitido evolucionar hasta el día de hoy.

### 2.1.2 Investigación asociada a la enseñanza de la cosmología

El trabajo de las ecuaciones básicas de la evolución del Universo requiere, en primera instancia, el trabajo con los conceptos y ecuaciones de la Teoría de la Relatividad General (TRG). Sin embargo, esta teoría implica conceptos de una complejidad que no es equivalente a la del nivel escolar, teniendo que utilizar otras estrategias para la enseñanza de dichos conceptos.

Desde esta necesidad, surgen trabajos como los de García-Salcedo y Moreno (2007), quienes presentan una deducción para llegar a las ecuaciones básicas de la evolución del Universo, la ecuación de Friedmann y la ecuación termodinámica, a partir de la teoría de la mecánica newtoniana; añadiendo consideraciones básicas de carácter histórico para el desarrollo de los contenidos. Esta propuesta no es única, también existen propuestas como la de Mora (2008) quien también considera la teoría de Newton para llegar a las ecuaciones cosmológicas de modelación del Universo, integrando en su revisión la diferenciación entre los modelos de Einstein, de DeSitter y de Friedmann. Además, en ambos trabajos se citan publicaciones como *Cosmological calculations almost without general relativity* (Jordan, 2005) y *A simple cosmology: General relativity not required* (Akridge, 2001), propuestas de trabajo para los conceptos cosmológicos sin la necesidad del estudio de la relatividad general.

Un resumen de estos trabajos se presenta en la imagen 2.1 y la imagen 2.2, en las cuales se exponen los conceptos y ecuaciones principales presentes en estas investigaciones:

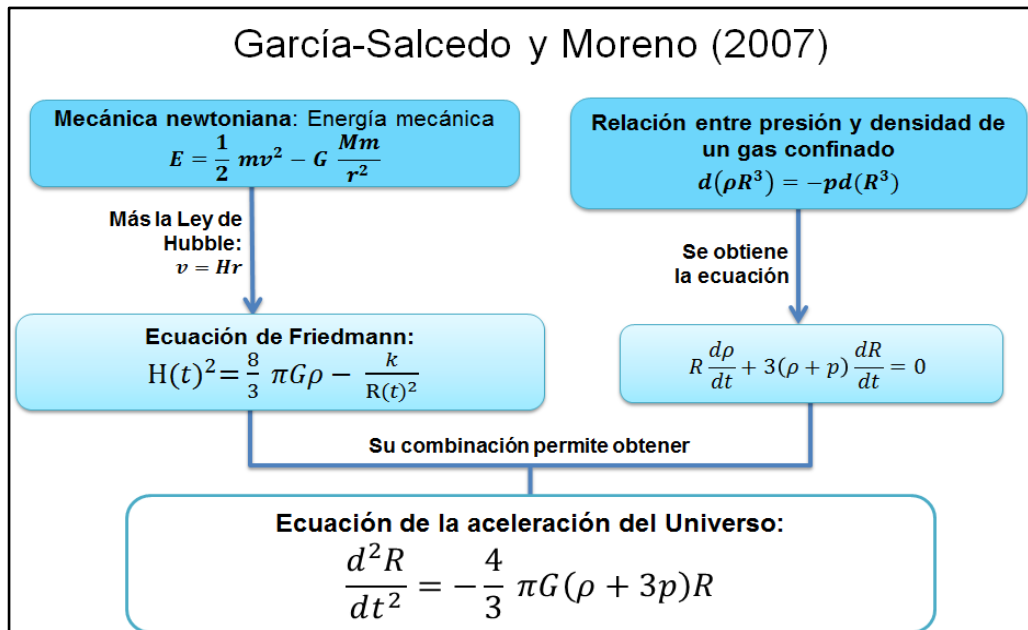


Imagen 2.1. Resumen investigaciones sobre cómo enseñar cosmología. Elaboración propia con base en investigación de García-Salcedo y Moreno (2007).

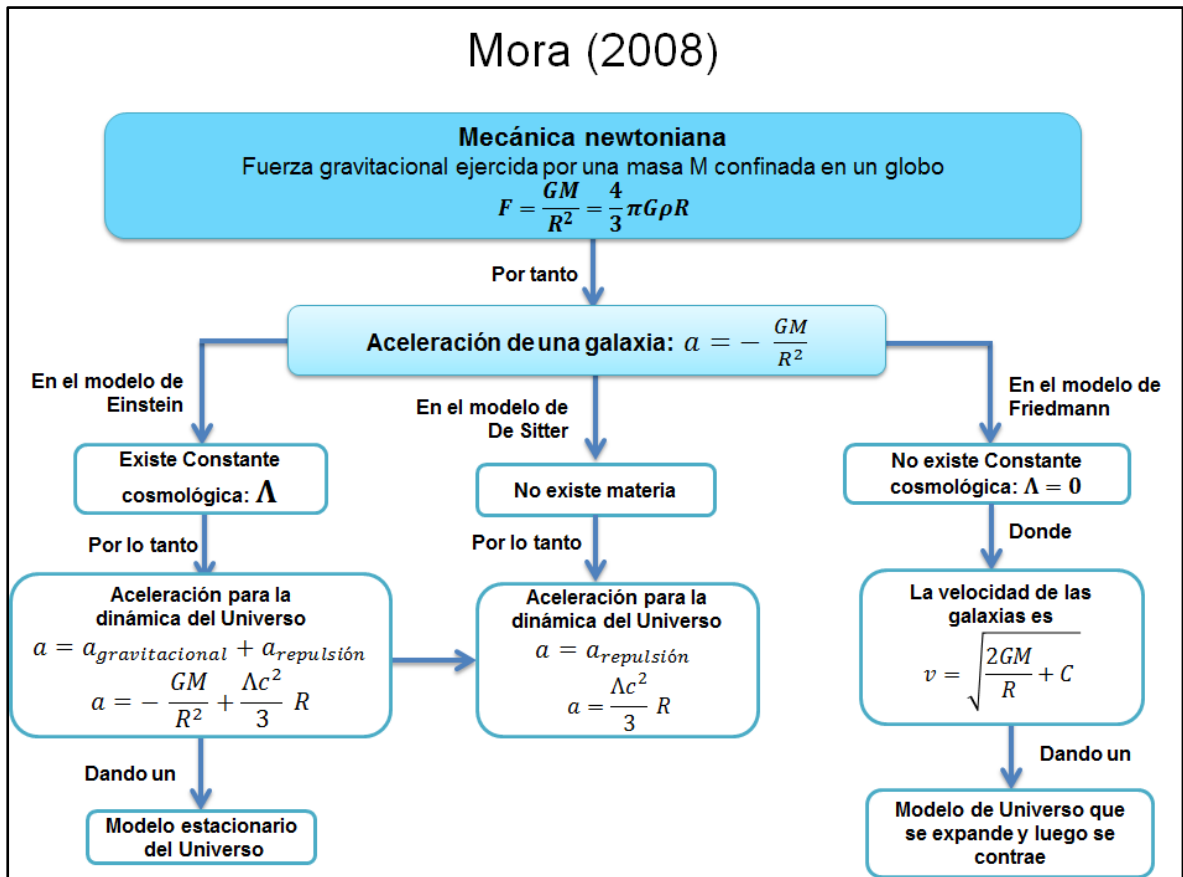


Imagen 2.2. Resumen investigaciones sobre cómo enseñar cosmología.

Elaboración propia con base en investigación de Mora (2008).

Por consiguiente, está abierta la posibilidad de que los estudiantes preuniversitarios o de pregrado puedan trabajar las ecuaciones básicas de la cosmología, deduciendo éstas a partir de conocimientos que ya manejen de mecánica clásica y termodinámica. Sin embargo, si los estudiantes no cuentan con una buena base conceptual de estas áreas de la Física, esta deducción de las ecuaciones se torna compleja, por tanto el aporte de estas investigaciones al trabajo de los contenidos de cosmología para el cuarto año de enseñanza media queda condicionado al nivel de manejo con que cuentan los estudiantes sobre mecánica clásica y termodinámica, pudiendo limitarse a un grupo reducido de estudiantes en las aulas del país.

### 2.1.3 Referentes iberoamericanos

Según lo planteado, si bien es necesario para los individuos tener un conocimiento de la evolución de los conceptos astronómicos y cosmológicos, la enseñanza de éstos debe ser

pertinente al nivel de conocimientos previos con que cuentan los estudiantes, y como ya se ha revisado, los estudiantes chilenos cuentan con un bajo desempeño en pruebas estandarizadas de ciencia, por tanto se requiere enseñar contenidos de cosmología desde una base más cercana al estudiante. Por consiguiente, la enseñanza de estos contenidos de manera contextualizada surge como un aporte al proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes sobre la evolución de las ideas en cosmología, revisando las consecuencias sociales y filosóficas que conlleva su desarrollo. Es en este sentido que el currículo nacional integra las CTU - como ya se ha analizado en el Capítulo 1- dándole énfasis a los contenidos referidos a cosmología en el nivel de cuarto año medio, sin embargo se ha dejado de manifiesto que el recurso con el que cuentan los estudiantes, el Texto escolar de Física, no es suficiente para lograr íntegramente este objetivo. Por tanto, se procede a revisar propuestas sobre la enseñanza de la cosmología a nivel Iberoamericano, encontrándose que diversos países han incorporado de manera progresiva contenidos CTU en su currículum, y han planteado nuevas formas de trabajarlos, como se muestra a continuación:

- El gobierno de España a través del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, tiene a disposición del profesorado y de los estudiantes de su país el Proyecto Biosfera, el cual tiene por finalidad desarrollar unidades didácticas multimedia e interactivas, aprovechando las ventajas de las TICs, para las asignaturas de Biología y Geología en la Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO) y el Bachiller. Es de interés para el presente trabajo analizar parte de los contenidos vistos en cuarto año de ESO, nivel en que los estudiantes tienen en promedio 15 años de edad. Dentro de las Unidades Didácticas para el cuarto nivel de ESO, está la primera denominada *La situación de la Tierra en el Universo*, cuyos contenidos son: El Universo, su materia y energía, las galaxias, la Vía Láctea, las unidades de medida, las nebulosas, las estrellas, los planetas y sus características, el Sistema Solar con su origen y sus componentes, el Sol, la Tierra, y el Origen del Universo.

Respecto a este último, el contenido se inicia dando a conocer la teoría del *Big Bang*, describiendo la evolución del universo a través de este modelo y haciendo referencia a la Radiación de Fondo Cósmico (*Cosmic Microwave Background CMB*), finalmente se presentan tres posibilidades para el futuro del Cosmos, las cuales dependerán de si la velocidad de escape de las galaxias es mayor, igual o menor a la fuerza de gravedad entre ellas, esto se refuerza a través de un recurso virtual<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Vínculo del recurso:

[http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/alumno/4ESO/SituacionTierra/swf/vg\\_2.swf](http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/alumno/4ESO/SituacionTierra/swf/vg_2.swf)

Además, en esta unidad didáctica se presentan tres actividades para los estudiantes: términos pareados entre las tres posibilidades para el final del Universo con sus respectivas características, se presenta un vínculo a un artículo de prensa, para que posteriormente los estudiantes contesten preguntas de alternativas para completar el texto; y finalmente una actividad de investigación con la utilización de vínculos relacionados con el tema, con la finalidad de crear un informe sobre las últimas ideas respecto a las tres posibilidades del final del Universo.

Tanto los contenidos trabajados en esta unidad, como sus actividades, son referidos a la teoría del *Big Bang* y a las posibilidades para el final del Universo, no existiendo otra instancia en que se revisen modelos alternativos de evolución del cosmos para poder dar fundamentos de por qué la teoría del *Big Bang* es la más aceptada en la actualidad.

- La realidad de Uruguay sobre el trabajo de las CTU se inicia desde la época colonial, a través de trabajos astronómicos por parte de científicos europeos -principalmente en la ciudad de Montevideo-, luego a finales del siglo XIX, cuando el país ya es independiente, se imparte la enseñanza de la cosmografía dentro de las asignaturas de la educación secundaria, la cual estaba bajo el amparo de las universidades. En 1935 la sección de enseñanza secundaria pasa a ser un organismo autónomo, sin embargo se sigue impartiendo la clase de cosmografía, a la cual se propone cambiar de nombre a astronomía durante el periodo cívico-militar del país (1973-1985), para integrar en la asignatura temáticas más modernas como satélites artificiales, cuásares, entre otros. En su retorno a la democracia, Uruguay fomenta el desarrollo astronómico, a lo que se suma la colaboración entre observatorios con centros universitarios y de educación secundaria; además la formación del profesorado de ciencias se reformula, y en 1999 se crea la Asociación de Profesores de Astronomía del Uruguay (APAU) (Pintos & Ángel, 2009).

Lo anterior implica que en Uruguay el tratamiento de los contenidos referentes a Astronomía a lo largo de su historia no es menor, y por ello existen diversas propuestas para desarrollar estos temas. Dentro de éstas, destaca la propuesta de la Asociación de Aficionados a la Astronomía en conjunto con la APAU, donde se apunta a dar una visión cronológica de la historia y evolución de la cosmología a través del trabajo de cuatro módulos. El primer módulo llamado *Los orígenes de la Ciencia*, considera las cosmovisiones desde el neolítico hasta el fin de la Grecia Antigua; el segundo módulo *Los sistemas del Mundo y el actual Sistema Solar* contempla los modelos planetarios de la Edad Media y los planteados por científicos como Copérnico, además de trabajar las Leyes de Kepler y de la Gravitación Universal de Newton. El tercer módulo es de interés

para el presente trabajo, se titula *Física y Química del Universo*, en el cual se tratan los procesos físico-químicos del Cosmos, se describen y clasifican las estrellas y las galaxias, integrando un trabajo con las corrientes cosmológicas sobre el origen y evolución del Universo. El último módulo, *Astronomía calendaría*, se relaciona con la relación entre astronomía y la regulación del tiempo para la sociedad (Otero, 2000).

- Por su parte, el Ministerio de Educación de Colombia el año 2003 definió los estándares básicos competencias por grado a desarrollar en los estudiantes, para cada asignatura cursada por éstos; presentándose contenidos referidos a las CTU en las competencias de Ciencias, específicamente en el área de Física sobre la Ley de Gravitación Universal (citado en Ortíz, 2015). Desde este antecedente, Ortíz (2015) plantea una propuesta interdisciplinaria de trabajo de la Astronomía, para el décimo grado, cabe señalar, que existen dos ciclos de educación básica, que abarcan los nueve primeros grados escolares, finalizando con los grados décimo y undécimo que son la educación media<sup>3</sup>. Esta propuesta destaca por integrar el desarrollo histórico al aprendizaje de la Astronomía, ya que se señala que el estudio del desarrollo de la observación es la base para la comprensión de la disciplina, además el desarrollo de la propuesta también implica el aprendizaje de las leyes y ecuaciones esenciales del estudio del Cosmos. La propuesta se divide en seis temas, los cuales son: Astronomía en sociedades antiguas, Astronomía griega y árabe, Modelo aristotélico del Universo, Leyes de Kepler, Fundamentos de la gravitación, y Sistema Solar. En el quinto tema, *Fundamentos de la gravitación*, se señala que este tema se trabaja durante siete semanas de clase (14 horas pedagógicas), siendo los objetivos conocer los principios de Newton sobre la gravitación y definir la gravedad según la visión relativista de Einstein, a través de una metodología que implica la investigación de ambas visiones para su posterior contraste a través de un debate, para profundizar posteriormente en los aspectos básicos de la TRG (Ortíz, 2015).

De las anteriores propuestas, la de la Asociación de Aficionados a la Astronomía en conjunto con la APAU (2000) y la de Ortíz (2015) plantean trabajar los contenidos de cosmología tomando en cuenta su definición más amplia, es decir, considerar a esta disciplina como aquella que busca la construcción de modelos del universo que tengan sentido para la humanidad. Es en este sentido que, integrando diferentes cosmovisiones y modelos planetarios y/o cosmológicos, se propone un desarrollo con un enfoque histórico de los conceptos involucrados

---

<sup>3</sup> Fuente: <http://www.mineducacion.gov.co/1759/w3-article-233834.html>



en esta área, perspectiva de trabajo que será considerada para el desarrollo del presente trabajo.

## **2.2 Recursos para la enseñanza de la cosmología**

En este apartado, se presentan las características del aprendizaje visual y los tipos de organizadores gráficos que se utilizarán en la propuesta didáctica para conseguir este tipo de aprendizaje en los estudiantes. Además, se exponen los tipos de vídeos educativos existentes, los cuales constituyen una herramienta TIC que será fundamental en la propuesta. Por último, se realiza una revisión del enfoque CTS y del concepto de alfabetización científica, los cuales constituyen la perspectiva desde la cual se basa el trabajo realizado.

### **2.2.1 Aprendizaje Visual**

Dentro de las estrategias propuestas por el MINEDUC para trabajar los contenidos de Ciencias, se plantean actividades que difieren de los clásicos ejercicios de cálculo o experiencias científicas escolares, con un enfoque en temas socio-científicos a través de: uso de analogías y modelos, elaboración de mapas conceptuales, realización de debates, dramatización y el juego de roles, trabajo con las narraciones o episodios históricos de la ciencia (MINEDUC, 2013b). Estas actividades al ser diferentes de las realizadas comúnmente en la clase de ciencias, cumplen características que el MINEDUC (2013b) considera que cualquier actividad que tenga por objetivo motivar a los estudiantes debería contener, con la finalidad de que ellos se involucren de manera activa en su proceso de aprendizaje. Se caracterizan por ser actividades que salen de la rutina, que son contextualizadas a la realidad de los estudiantes, que son abiertas ya que no existe una única respuesta, además de ser colaborativas y permitir la reflexión en torno a lo aprendido.

Gracias a esta y otras necesidades nacen los organizadores gráficos, los cuales son esquemas que de forma estructural organizan informaciones relacionadas de una manera visual y jerarquizada. El uso de este recurso es diverso, ya que se puede plasmar la comprensión de la información leída o escuchada, por lo que no está asociada a un tema en específico. Al incluir el uso de organizadores gráficos en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes, a éstos se les otorga una herramienta efectiva para que los estudiantes desarrollen habilidades, adquieran conocimientos y generen preguntas que los lleven a diferentes resultados o caminos. Estos organizadores deben tener una representación gráfica, técnica visual (líneas, flechas,

recuadros, espacios en blanco y círculos) que muestran una relación entre las ideas y un estímulo motivador llamativo.

Los organizadores gráficos están dentro de la clase “estrategias de aprendizaje visual”, las cuales son un método de enseñanza y aprendizaje que aprovecha el uso de métodos visuales para organizar la información, con la finalidad de trabajar ideas y conceptos de manera más efectiva. Dentro de sus ventajas destaca que estas estrategias permiten identificar ideas erróneas de los estudiantes, y visualizar sus patrones e interrelaciones sobre la información estudiada, ya que ellos deben procesar, organizar, priorizar, e integrar los conceptos en base a sus conocimientos previos (Estrategias de aprendizaje visual, s.f.). Ejemplos de estas estrategias son los mapas conceptuales, mapas mentales, diagramas de flujo, entre otros, sin embargo, la propuesta planteada en este trabajo involucra la utilización por parte de los estudiantes de mapas conceptuales y líneas de tiempo.

La existencia de estas estrategias didácticas destinadas a la comprensión y asimilación de contenidos mediante organizadores gráficos ayudarán al desarrollo de la propuesta didáctica de este trabajo. Los organizadores gráficos que se utilizaran son los mapas conceptuales y las líneas de tiempo, que se detallarán a continuación (Muñoz,J., Ontoria, A., & Molina, A.).

- **Mapas conceptuales.**

Una de estas estrategias, dirigidas para mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje son los mapas conceptuales. Se trata de un recurso esquemático que se utiliza para dar sentido a un conjunto de ideas que siguen una estructura organizada, donde se aprecia una jerarquización lógica de las ideas que proporcionan un resumen esquemático.

La construcción de mapas conceptuales está basada en la relación de conceptos, desde los más generales e inclusivos hasta los más particulares y específicos, organizando y gestionando la información según su importancia. Estos conceptos son “*imágenes mentales que provocan en nosotros las palabras o signos con los que expresamos regularidades*” (Novak&Gavin, 1988); otro elemento fundamental son las palabras-enlaces las cuales unen los conceptos y muestran el tipo de relación existentes entre ambos elementos; y finalmente tenemos la proposición, donde se unen términos conceptuales con palabras-enlaces para formar unidades semánticas. Estos organizadores gráficos permiten estructurar la información con el apoyo de las representaciones visuales que incorporan nuevos significados, destacando los elementos

importantes y/o delimitando la estructura interna de un contenido concreto (Villalustre& del Moral, 2010).

En el ámbito de la educación, debe destacarse que esta estrategia esquemática apunta a la atención de las ideas importantes, en las que deben concentrarse para desarrollar tareas específicas de aprendizaje. Los mapas conceptuales como recurso para la enseñanza tiene una serie de utilidades que promueven la selección de contenido relevante de un tema y también la síntesis de lo aprendido considerando las relaciones entre los conceptos.

Al insertar esta estrategia de aprendizaje basada en la realización de mapas conceptuales se promueve que los estudiantes realicen un proceso cognitivo donde participen activamente en la construcción del conocimiento mediante la reflexión, cognición y metacognición, con la finalidad de mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje permitiendo desarrollar destrezas cognitivas y entregando herramientas que no sólo les facilitan la comprensión y asimilación de los contenidos, sino que también la creación de significados (Villalustre& del Moral, 2010).

- **Líneas de tiempo**

Comprender la ciencia desde la visión de la educación científica requiere la integración del ámbito social de las disciplinas científicas, tanto en su desarrollo como en sus repercusiones. Es así como dentro de las características sociales a considerar en la enseñanza de la ciencia, destaca la naturaleza provisoria y tentativa del conocimiento científico, donde las proposiciones científicas cambian cuando se reinterpretan evidencias o se obtienen nuevas; y que este conocimiento es resultado del trabajo colaborativo de científicos que se hallan en un determinado contexto cultural, donde la ciencia y la tecnología van influyéndose mutuamente (MINEDUC, 2013b). Por tanto, es esencial tomar en cuenta dichos componentes sociales de la ciencia, siendo de gran importancia otorgar una enseñanza contextualizada del desarrollo histórico de las ideas científicas que se están aprendiendo. Sin embargo, realidades como la presentada por el proyecto Tuning América Latina evidencian que, por ejemplo, quienes se dedican al estudio, enseñanza y trabajo de la física consideran este ámbito uno de los menos importantes dentro de las competencias con las que un físico debe contar.

- Proyecto Tuning América Latina

Este proyecto está inspirado en el proyecto Tuning de Europa, cuya finalidad es buscar puntos de convergencia y entendimiento mutuo entre diferentes programas de estudio superior, para facilitar el proceso de reconocimiento de titulaciones entre los países

participes. El proyecto ha sido replicado en América Latina, ya que en Europa éste se ha convertido en una metodología internacionalmente reconocida para el estudio de programas de educación superior de las universidades. Dentro de los programas de estudios superiores analizados en el proyecto Tuning América Latina, están los programas de Física, en cuyo análisis participaron 12 países -entre ellos Chile- durante los años 2006 y 2007 (Beneitone et al., 2007).

Los resultados del estudio dieron cuenta de que existen tres áreas de estudio de la física en América Latina: Física Tradicional, Física Aplicada y Física Educativa, sin embargo el análisis de programas se centró en la primera. Se encuestó tanto a académicos, estudiantes, empleadores y graduados de carreras de física tradicional, sobre qué competencias específicas -de las presentes en la investigación- para el graduado de física consideraban importantes, y si éstas son trabajadas en los programas de estudio. En particular, el resultado que interesa para el presente trabajo es el siguiente: la competencia específica denominada V21 *“Conocer y comprender el desarrollo conceptual de la física en términos históricos y epistemológicos”* (Beneitone et al., 2007, p.163) fue considerada entre las seis menos importantes y dentro de las seis menos realizadas para todos los grupos encuestados, siendo ésta una de las competencias CTS consideradas en la investigación (Beneitone et al., 2007).

Como reflexión final, Beneitone (et al. 2007) plantea propuestas y recomendaciones para esta realidad, señalando que se debe contar con espacios adecuados para el estudio de la historia de las ciencias, para que quienes se dedican a la física comprendan con claridad el rol de la experimentación en la ciencia moderna.

Por consiguiente, si quienes se dedican al área de la Física en América Latina no consideran importante en el proceso de formación profesional la integración del desarrollo conceptual de la Física a lo largo de la historia, más complejo se torna el panorama para la sociedad, donde la mayoría de sus integrantes sólo tiene conocimientos básicos de ciencia y por tanto están más alejados de comprender este desarrollo histórico de las ideas científicas. Ante esta realidad, se torna necesario abordar los contenidos de física integrando el desarrollo histórico y epistemológico que ha tenido la disciplina, siendo relevante para el presente trabajo el componente histórico en la enseñanza de los contenidos de física, ya que como se ha revisado en el apartado anterior, trabajar los contenidos de cosmología desde esta perspectiva histórica y social permite comprender mejor la naturaleza de esta disciplina. Así, las futuras generaciones, independiente de que sigan o no una carrera científica o tecnológica, podrán comprender la importancia que la evolución histórica de los conceptos en cosmología ha tenido para la sociedad hasta el día de hoy.

En este sentido, el trabajo de contenidos científicos a través de la utilización de las líneas de tiempo surge como una estrategia que aporta al incremento de una conciencia en torno al desarrollo histórico de la ciencia, la tecnología y la sociedad. Las líneas de tiempo son herramientas que permiten organizar la información, acontecimientos o eventos, de manera cronológica a través de la representación gráfica, lo que posibilita la visualización de la relación temporal entre diversos eventos de un determinado tema (Estrategias de aprendizaje visual, s.f.). Esta organización se hace necesaria, porque para la mente es difícil imaginar la temporalidad puesta que implica un alto grado de abstracción, por tanto al ubicar las situaciones temporalmente en un proceso, periodo o sociedad, se puede apreciar la duración de éstos, simultaneidad con otros acontecimientos o la cantidad de sucesos en estos periodos, lo que a la larga permite adquirir mayor conciencia del transcurso temporal de los sucesos.

Existen dos tipos de líneas de tiempo, por un lado están las variable del tiempo donde el componente es esencial en la línea temporales, en el cual se posicionan periodos cortos o largos de tiempo, sin brindar importancia al tipo de evento que sea. Por otra parte, están las líneas de tiempo temáticas, donde los sucesos o eventos aparecen inmersos en una temática determinada, donde el vínculo entre ellos es la medición temporal (Estrategias de aprendizaje visual, s.f.). Si la estructura de la línea describe largos periodos de tiempo, se suelen hacer referencia a procesos más generales, mientras que si su estructura describe periodos más cortos, se detallan en la línea sucesos más específicos; además, la forma que se le da a la línea depende de su finalidad, pudiendo expresar conceptos como progreso, evolución, entre otros.

Independiente del tipo de línea que se realice, su proceso de elaboración implica una serie de habilidades que el estudiante debe desarrollar, tales como: identificar los hitos esenciales y complementarios del proceso a describir, organizar los hechos en secuencias coherentes con una orientación gráfica bien definida en el producto final, decidir si es conveniente representar los hitos de manera textual, gráfica o multimedia según el objetivo que se tenga previsto. Así, la línea de tiempo presenta ventajas pedagógicas, siendo la principal de ellas la profundización de un periodo de tiempo determinado, detallando y articulando los hechos que la componen (Márquez, s.f.).

### **2.2.2 Tecnologías de la Información y la Comunicación**

La utilización de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se consideran parte fundamental del proceso de alfabetización científica de los estudiantes, ya que pueden utilizar los recursos tecnológicos disponibles para realizar investigaciones, obtener evidencias y comunicar sus resultados. (MINEDUC, 2013a).

Es así como las actividades realizadas por los docentes deben estar contextualizadas con el desarrollo virtual que la sociedad está viviendo al momento de realizar las planificaciones, mediante actividades que hagan partícipes a los estudiantes, favoreciendo el aprendizaje autónomo. Tal como señala la Directora del Proyecto Enlaces desde el 2012 al 2015<sup>4</sup>, Cristina Escobar (MINEDUC, 2013c), los estudiantes se desenvuelven en un mundo cada vez más digitalizado, por ello es necesario que desarrollen habilidades para la utilización de recursos digitales, a través de diversas actividades. Dichas tareas integran información en distintos formatos: textos, imágenes, videos, sonidos, animaciones, etc., los cuales pueden interrelacionarse con otros objetos de aprendizaje, como por ejemplo los organizadores gráficos: mapas conceptuales, líneas de tiempo, etc., pudiendo ser o no diseñados por los docentes, y que constituyen herramientas importantes y novedosas para el desarrollo cognitivo (Villalustre & del Moral, 2010).

Lo anterior implica que los establecimientos y sus partícipes deban adquirir la infraestructura necesaria para generar habilidades en torno a las TICs, otorgándoles a los estudiantes herramientas necesarias para su futuro desarrollo en la sociedad. Bajo este antecedente para el año 2013 casi 9000 establecimientos subvencionados poseen equipamiento tecnológico adecuado para este objetivo, y cerca de ocho mil participan del programa Conectividad para la educación (MINEDUC, 2013c).

- **Videos**

Un video es una secuencia audiovisual, que mediante la integración sonidos e imágenes en movimiento presenta al receptor un tema, con la finalidad de entretener, informar, educar, entre otros. Por tanto, los videos tienen distintos enfoques dependiendo del público al que se quiere dirigir, siendo de interés en este trabajo los videos educativos, los cuales son una herramienta complementaria para el proceso de enseñanza. Como señala Bravo (1996), la eficacia de un video educativo radica en que, al estar previamente articulado con el objetivo didáctico a trabajar, facilita la transmisión de conocimientos a los estudiantes, lo que en definitiva ayuda a la asimilación de éstos.

Existen cuatro tipos de videos educativos según Cebrián (citado en Bravo, 1996): los de divulgación cultural, los de carácter científico-técnico, los videos educativo/didáctico, y los videos curriculares, siendo estos últimos los más utilizados en el aula, ya que se adapta a los objetivos de la asignatura. Sin embargo, la articulación del mensaje transmitido dependerá de

---

<sup>4</sup> Fuente: <http://www.enlaces.cl/sobre-enlaces/directores/>

la potencia expresiva y narrativa con la que se aborde y ejecute el tema, existiendo tres tipos de videos según la potencia expresiva que se utilice: los de baja potencialidad que poseen solo imágenes secuenciales y que servirán para apoyar el quehacer del docente al exponer contenidos, de media potencialidad que transmiten un mensaje por medio de una sucesión de imágenes y sonidos, pero sin conectar los elementos eficazmente para una mejor comprensión de los conceptos, y por último están los videos de alta potencialidad que son elaborados en forma estructuradamente lineal, y que como recursos son capaces por sí solos de transmitir un contenido educativo completo y entendible sin la intervención de un expositor.

Asimismo, los videos educativos también pueden clasificarse según los objetivos didácticos que tengan al implementarse con los estudiantes, de los cuales Schmidt (citado en Bravo, 1996) señala que existen cinco de éstos: los instructivos que pretenden lograr el dominio del contenido, los vídeos cognoscitivos que tienen la intención de dar a conocer los diferentes aspectos relacionados con el tema a estudiar y cuya potencialidad expresiva es media; los videos motivadores que de forma positiva lleva a los estudiantes hacia el desarrollo de una determinada tarea; los modalizadores que presentan modelos a imitar o seguir; y los videos lúdicos/expresivos cuya misión es el aprendizaje y comprensión del lenguaje audiovisual, siendo estas dos últimas clasificaciones de alta potencialidad expresiva.

Al plantear un video educativo, debe considerarse adoptar una estrategia didáctica que ayude a la transmisión de contenidos por medio del docente, y que esto genere la comprensión y participación activa de los estudiantes ante la entrega de información (Bravo, 1996).

Considerando como algunos autores clasifican los videos educativos, Almenara (citado en Araujo & Carneiro, s.f.) señala que los docentes deben aprender y saber cómo -según su criterio y necesidades- elaborar videos, realizando las etapas necesarias para su elaboración: preproducción, producción y postproducción del video. En la primera fase se confecciona un guión donde aparezcan los objetivos y contenidos específicos que se quieren enseñar, luego se realiza un sondeo de los materiales que se deben utilizar para esta confección, se pueden buscar grabaciones, imágenes, sonidos, entrevistas, etc. En la segunda fase se comienza a desarrollar la estructura del video, mezclando y encontrando la coherencia que debe existir entre los contenidos teóricos con el material audiovisual encontrado o confeccionado, para luego en la última fase, transformar esta mezcla de recursos en un video secuencial y coherente.

La ventaja de la implementación de los videos educativos como recurso en el aula de clases, según diferentes autores, es que en ellos existe una mezcla positiva entre los contenidos que

exigen los programas educativos y la utilización de diversos elementos significativos, como estrategias motivadoras y llamativas, que buscan transmitir la información seleccionada con el propósito de comunicar y alfabetizar a los estudiantes, desarrollando habilidades cognitivas. (Rodríguez et al., 2012)

Por consiguiente, el vídeo educativo es un recurso potente que puede ser aprovechado para la elaboración de esta propuesta, en donde se contemplan las distintas clasificaciones y enfoques de los videos educativos, así como las fases necesarias para la elaboración de éstos. De la clasificación de los tipos de vídeos dada por Cebrián (1987), la presente propuesta contempla la elaboración de vídeos curriculares para el desarrollo de sus clases, ya que el elemento audiovisual se adapta a los contenidos que se deben enseñar en el aula, en base a lo propuesto por el MINEDUC. Por otro lado, dentro de la clasificación de los vídeos según su potencialidad expresiva, es de interés para los objetivos del presente trabajo generar vídeos de alta potencialidad expresiva, ya que ésta permite una comprensión del contenido presentado por sí mismo, sin necesidad de un mediador. Finalmente, los vídeos presentes en la propuesta didáctica, bajo la clasificación del vídeo según su objetivo didáctico dada por Smidth (1987), son de carácter modelizador, ya que se espera que el estudiante integre los modelos del cosmos que se van presentando a través de los vídeos de cada clase, lo cual implica también un dominio de los contenidos y las relaciones existentes entre éstos.

### **2.2.3 Enfoque CTS y Alfabetización Científica**

El enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad integra estas tres dimensiones al estudio de cómo se desarrollan las diferentes áreas de las ciencias, y por tanto se torna como una perspectiva a seguir para una enseñanza de las ciencias contextualizada y cercana al estudiante. Trabajar desde este enfoque permite potenciar el proceso de alfabetización científica de los estudiantes, el cual se puede describir como un proceso de aprendizaje básico sobre las ciencias y su forma de trabajo, lo que es esencial en la sociedad actual, cada vez más influida por la ciencia y la tecnología. Por tanto, estas visiones del proceso de educación científica han de ser consideradas en la propuesta didáctica, ya que la enseñanza de las ciencias actualmente se basa en ellas

- **Enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad**

Actualmente, surge la necesidad de buscar modelos educativos que permitan dejar atrás el aula tradicional de ciencia, para evolucionar hacia un trabajo en que las actividades de la clase de ciencia que realizan los estudiantes estén relacionadas con su contexto sociocultural. En este sentido, el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) integra la relación entre el desarrollo



científico y tecnológico, y su vínculo con la sociedad, por tanto se presenta como una perspectiva de trabajo que permite plantear el aprendizaje de las ciencias desde una visión más social.

El origen de este enfoque comienza gracias a los movimientos sociales surgidos a partir del año 1960, en los cuales se evidencian las consecuencias de no integrar los aspectos sociales al desarrollo científico y tecnológico, como por ejemplo la carrera armamentista y el deterioro medioambiental, lo que termina por posicionar a la ciencia y la tecnología ya no como procesos autónomos, sino que estos están relacionados con el desarrollo social (Quintero, 2010). Teniendo en cuenta la relación de la ciencia y la tecnología con la sociedad, se presentan dos escuelas del enfoque CTS: la europea y la norteamericana, la línea europea concibe al desarrollo científico y tecnológico como resultado de un proceso social, mientras que la línea norteamericana centra su estudio en las consecuencias sociales del desarrollo científico y tecnológico. Independiente de sus discrepancias, ambas líneas coinciden en que la ciencia no es una actividad humana aislada y neutra, y por tanto las decisiones sociales deben ser tomadas a través de procesos multidisciplinarios, además ambas escuelas aportan al proceso educativo, el que debe buscar vincular la ciencia con la cotidianidad de los estudiantes, lo cual aporta a su crecimiento tanto personal como a su desarrollo cívico.

Por tanto, el ámbito educativo no escapa del enfoque CTS y lo beneficia al integrar su visión de las ciencias en el proceso formativo de los estudiantes. Esto es considerado por el Mineduc, organismo que plantea que el integrar este enfoque en la enseñanza de las ciencias permitiría, por un parte, motivar y acercar el estudio de las ciencias a los estudiantes ya que pueden ver en su estudio resultados prácticos y concretos, y por otra parte, les permite comprender que el impacto que tiene el desarrollo de la ciencia y la tecnología y de la sociedad, y viceversa (MINEDUC, 2013a). Es así como el enfoque CTS desde sus orígenes busca que los individuos comprendan la relación entre el desarrollo tecno-científico y social, lo cual coincide con la concepción actual de la enseñanza de las ciencias, en donde se busca que los estudiantes y futuros ciudadanos manejen conocimientos científicos y tecnológicos básicos. Este aumento en la cantidad de ciudadanos que saben sobre ciencia y tecnología es necesario para que exista un crecimiento científico del país, lo que va de la mano con un desarrollo económico de éste, y que permite a los individuos ser partícipes democráticos de las decisiones públicas y sociales; a lo que se suma el hecho de que el conocimiento científico proporciona una comprensión del mundo natural y tecnológico, y otorga una actitud más crítica y escéptica ante la realidad (Quintero, 2010).

En particular, desde el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad, se observa cómo el desarrollo tecnológico de los instrumentos utilizados para la investigación astronómica ha servido de base

para el desarrollo de nuevas tecnologías de usos más masivos. Por ejemplo las películas *Kodak* que se utilizaron ampliamente en las cámaras fotográficas analógicas, fueron originalmente elaboradas para obtener imágenes del Sol y otros objetos astronómicos. La tecnología CCD (del inglés *charge-coupleddevice*, dispositivo de carga acoplada) usada en las cámaras digitales e incluso en teléfonos móviles, fue originalmente diseñada para la observación astronómica más profunda, y la conexión *WIFI* surge como subproducto del desarrollo de la radioastronomía, entre otros ejemplos (Puzia, 2015). Sin embargo, la evolución del estudio del cosmos ha impactado más allá de las tecnologías que se utilizan en la actualidad, su estudio ha influido en la visión del mundo que han tenido diferentes culturas a través de la historia de la humanidad, iniciando con las cosmovisiones de las civilizaciones antiguas y los pueblos originarios, donde el estudio del cielo se relacionaba con la religión y la agricultura, pasando por la revolución filosófica generada por Copérnico al afirmar que la Tierra no era el centro del Universo, hasta llegar a la visión actual de un Universo en expansión acelerada. Es la cosmología la encargada de responder interrogantes como ¿Cuál es el origen y naturaleza del universo?, ¿Cuál es el destino del Universo?, entre otras; preguntas que si bien se han planteado a través de la historia, hoy en día buscan su respuesta en esta área del conocimiento, demostrando que esta disciplina abre la mente humana, dando un contexto físico en el Universo y reformulando la visión del mundo (Puzia, 2015).

Por consiguiente, la integración del enfoque CTS sirve como una perspectiva sobre la ciencia y su desarrollo desde la cual se pueden trabajar los contenidos de manera más cercana al estudiante, característica que es aprovechada en la presente propuesta para el trabajo de los contenidos de cosmología. La utilización del enfoque CTS en la propuesta está ligada a la elaboración de los vídeos que se utilizan en todas sus clases, los cuales presentan contenidos de cosmología que si son tratados sólo desde el enfoque disciplinar se tornan muy complejos para el nivel de conocimientos con los que cuentan los estudiantes de cuarto año medio. Así, ante esta situación, se pretende presentar a través de vídeos los contenidos necesarios para lograr el AE 12 de física en cuarto año medio, desde una perspectiva que integre los procesos sociales y tecnológicos que existieron durante el desarrollo de estos conceptos.

- **Alfabetización científica**

El aprendizaje de las ciencias en el día de hoy se ha convertido en una necesidad básica para los ciudadanos, quienes deben desenvolverse de manera informada y reflexiva ante un mundo en que la tecnología y las innovaciones científicas han adquirido una importancia cada vez mayor. Por ello surge el concepto de alfabetización científica -como símil al proceso de alfabetización generado durante fines del siglo XIX-, que en términos simples espera que los

estudiantes se apropien de conocimientos, habilidades y actitudes básicas respecto de la ciencia, la tecnología y las relaciones de éstas con la sociedad, con la finalidad de que sean futuros individuos partícipes de la toma de decisiones sobre su propio contexto.

Desde la acuñación del concepto, se ha extendido su utilización en el lenguaje de las investigaciones en enseñanza de las ciencias, diseños curriculares y del trabajo docente. Sin embargo, dentro de las definiciones existentes la otorgada por el programa PISA, programa dirigido por la organización OCDE, es la definición más difundida y aceptada en los currículos educacionales de ciencia a través del mundo (Navarro & Förster, 2012), que define a la alfabetización científica como:

*“La capacidad de un individuo de utilizar el conocimiento científico para identificar preguntas, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y sacar conclusiones basadas en evidencias respecto de temas relativos a la ciencia, comprender los rasgos específicos de la ciencia como una forma de conocimiento y búsqueda humana, ser consciente de cómo la ciencia y la tecnología dan forma a nuestro mundo material, intelectual y cultural, y tener la voluntad de involucrarse en temas relativos a la ciencia y con ideas científicas, como un ciudadano reflexivo”* (OCDE, 2009, p.8).

La necesidad de educar para la alfabetización científica reside en varios factores, siendo uno de éstos la realidad presentada por el centro estadounidense de estudios *PewResearch Center for People and the Press* (2009), el cual a través de una encuesta realizada a adultos estadounidenses sobre sus conocimientos e interés en ciencia, llegó a la conclusión de que a aquellas personas que presentan bajos niveles de alfabetización científica en su escolaridad a futuro son adultos que tienen baja comprensión científica, quienes al no comprender la ciencia pierden el interés por ella y terminan por distanciarse de un mundo impregnado de ciencia y tecnología. Además, el estudio muestra que los adultos jóvenes (30 a 40 años) tienen más conocimiento científicos que los adultos (40 años en adelante), y que al mismo tiempo el grupo más joven suele ver programas y leer revistas relacionadas con la ciencia más a menudo que el grupo de mayor edad. A esto se suma el hecho de que, como señala Larraín (2009), si los individuos han desarrollado competencias científicas tienen la oportunidad de influir en un mayor desarrollo económico del país, ya que la ciencia atraviesa variadas actividades de las sociedades industrializadas y por tanto para poder participar socialmente se requiere un manejo mínimo del pensamiento científico, lo que puede limitar o abrir las oportunidades que una persona tiene de incorporarse a la sociedad actual. Por tanto, como señala esta autora, aunque

los estudiantes a futuro no se especialicen en alguna área científica, es importante que cuente con conocimientos y competencias mínimas en estas áreas, ya que el desarrollo del pensamiento científico es crucial para el desarrollo humano, político y económico de un país; siendo estas competencias las que determinan si una sociedad puede competir de igual a igual en innovación y generación tecnológica frente a otros países.

Por otra parte, la autora destaca también que el desarrollo de las competencias científicas es beneficioso para el desarrollo cognitivo de cada individuo, debido a que el proceso de alfabetización científica permite desarrollar habilidades argumentativas como la creación de hipótesis, fundamentos, argumentos, justificación, entre otros (Larraín, 2009). Sin embargo, estas habilidades distan de las desarrolladas comúnmente en el aula de ciencias, donde los programas escolares están sobrecargados de contenidos conceptuales y abstractos, con falta de sentido para los estudiantes, a lo cual se añade una enseñanza atomizada del conocimiento, en donde se descontextualizan los contenidos de la realidad histórica y de su significado e influencia cultural y social. Esta realidad genera un bajo nivel de alfabetización científica en los estudiantes, fenómeno que está fuertemente relacionado con el interés y actitud que presentan los jóvenes por la ciencia y la tecnología, es decir, una persona alfabetizada científicamente presenta una actitud positiva hacia las ciencias, y una persona con una actitud positiva hacia las ciencias presenta un mayor nivel de alfabetización científica (Navarro & Förster, 2012).

Por tanto, el gran desafío para la educación científica escolar es que la ciencia sea enseñada de manera cercana al estudiante, que sea rica en contexto y esté ligada al desarrollo social y cultural de la humanidad, de modo que los estudiantes comprendan su influencia en la vida diaria y generen así una actitud positiva hacia las ciencias. Así, al considerar la alfabetización científica como el objetivo de la educación en ciencias, se hace imperativo el apoyo del docente durante el proceso de enseñanza, quien tiene un rol fundamental siendo el guía y encargado de enseñar ciencia para que todos los estudiantes se conviertan en ciudadanos informados en términos científicos, que puedan tener opinión y participar en la toma de decisiones con base científica (MINEDUC, 2013a).

- **Alfabetización científica en el currículum nacional**

Desde el ajuste al Marco Curricular promulgado el año 2009, se ha integrado el concepto de alfabetización científica a los documentos curriculares generados por el MINEDUC, precisando actualmente en las Bases Curriculares del área de ciencias naturales que el énfasis del currículum nacional en ciencias está en la alfabetización científica de los estudiantes, lo que implica que se adquieran conceptos e ideas básicas sobre la ciencia, para así comprender y

aportar al desarrollo de su sociedad (MINEDUC, 2013). Por tanto, el MINEDUC coincide en reconocer los beneficios que el aprendizaje de las ciencias trae tanto a los integrantes de la sociedad como a esta misma, planteando que los aprendizajes que se deben lograr durante la escolarización tienen que abordar las grandes ideas de la ciencia, las cuales son ideas básicas a trabajar en cada subsector de ciencias, como por ejemplo: la comprensión de los organismos, su funcionalidad y reproducción; la composición de los objetos, sus interacciones y transformaciones; conceptos que se deben trabajar a través de un proceso en que las habilidades y actitudes de los estudiantes deben ir desarrollándose, para que logren finalmente un entendimiento acerca de la labor científica y de las relaciones sociales existentes con ella (MINEDUC, 2013).

Por consiguiente, el proceso de educación científica debe apuntar hacia el desarrollo de las competencias científicas de los estudiantes, definidas como:

*“Competencia científica: capacidad de un individuo de adquirir conocimientos científicos y utilizarlos para identificar problemas, alcanzar nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y extraer conclusiones basadas en evidencia acerca de temas relacionados con la ciencia. Asimismo, la competencia científica abarca la comprensión de los rasgos característicos de la ciencia, entendida como una forma de conocimiento y de investigación humana, la percepción del modo en que la ciencia y la tecnología conforman nuestro entorno material, intelectual y cultural, y la disposición a comprometerse con temas relacionados con la ciencia y con las ideas de la ciencia como un ciudadano reflexivo” (MINEDUC, 2009, p.14).*

Por lo tanto, la propuesta didáctica que se presenta en este trabajo apunta a alfabetizar científicamente a los estudiantes, intentando desarrollar en ellos competencias relacionadas con la comprensión sobre cómo ha evolucionado la cosmología como cuerpo de conocimientos, al mismo tiempo de ir integrando en el desarrollo de las clases el componente social e histórico de las ideas y datos observacionales que han permitido tener hoy a la Teoría del *Big Bang* como la teoría más aceptada por la comunidad científica, con el objetivo de lograr íntegramente el AE12 de cuarto año de enseñanza media. Este objetivo se pretende lograr integrando a la propuesta didáctica el enfoque CTS, ya que como se ha revisado, la cosmología como cualquier área científica también se ha visto influida por la sociedad y ha influido en ella.

### **2.3 Instrumentos de evaluación**

Existe una diversidad de estrategias e instrumentos para la evaluación de competencias enfocadas en la valoración del desempeño de los estudiantes. En este caso se ha elegido la evaluación apoyada en el empleo de rúbricas y listas de cotejo, por cuanto pueden ser entendidas y aplicadas con facilidad tanto por los propios tutores como por los estudiantes, e incluso pueden ser utilizadas por evaluadores externos.

Para el presente trabajo se utilizan los instrumentos de evaluación rúbricas y listas de cotejo, con la finalidad de medir y analizar los conocimientos que los estudiantes demostraron en el proceso de enseñanza sobre contenidos de cosmología que consta de tres clases.

La rúbrica es un instrumento o pauta que permite juzgar, valorar, calificar y conceptuar un determinado aspecto del proceso educativo, integrando un amplio rango de criterios que califican de modo progresivo el desempeño que va desde un nivel incipiente o novato a un nivel más experto (Martínez-Rojas, 2008). Según Díaz Barriga (2005) las rúbricas son guías o escalas de evaluación donde se establecen niveles progresivos de dominio o pericia relativos al desempeño que una persona muestra respecto de un proceso o producción determinada.

Estos instrumentos de evaluación son perceptibles, donde esta herramienta puede ser ajustada con la práctica hasta encontrar el valor justo de las metas esperadas para los estudiantes. Además las rúbricas describen los criterios utilizados para evaluar o emitir un juicio sobre el trabajo realizado por el estudiante, es decir, la rúbrica puede explicarse como el conjunto de criterios fundamentales y específicos que permiten valorar el aprendizaje, los conocimientos o competencias en una determinada tarea (Martínez-Rojas, 2008).

Las ventajas de la utilización de este tipo de instrumento de evaluación se relacionan con la claridad de los objetivos docentes, metas y pasos a seguir, señalando criterios que miden el desempeño de los estudiantes. Además de cuantificar los niveles de logro a alcanzar, se puede utilizar como un instrumento que brinda una retroalimentación luego de identificar las fortalezas y debilidades, y finalmente esta herramienta disminuye la subjetividad de los docentes respecto del logro de los estudiantes (Gatica-Lara, 2013).

Los componentes de las rúbricas cumplen un papel fundamental para el desarrollo de éstas, los elementos fundamentales son cuatro, los conceptos o rubros que son el o los términos

asociados a las competencias y habilidades a evaluar, luego los criterios o descriptores son las evidencias a alcanzar, siendo éstos graduados por las escalas de calificación, y por último los aspectos a evaluar son los criterios con los que se evaluará el proceso (Carrasco, 2007). Estos componentes se pueden visualizar en la siguiente tabla

Tabla 2.1. Elementos de las rúbricas.

Conceptos o rubros	Escalas de calificación			
	Excelente	Muy bien	Bien	Deficiente
Aspectos a evaluar	Criterios o descriptores			

Fuente: Elaboración propia con base en guía básica para la elaboración de rúbricas (Carrasco, 2007).

Las rúbricas pueden ser de tipo globales u holísticas y analíticas. La rúbrica holística permite realizar una valoración del desempeño del estudiante de manera general, sin determinar o definir aspectos fundamentales o específicos correspondientes al tema evaluado y los descriptores que utiliza este tipo de instrumento corresponden a niveles de logro general. En cambio, la rúbrica analítica es más compleja y específica, definiendo cada uno de los criterios que se van a evaluar, tomando en cuenta los aspectos más relevantes del concepto principal. Además para cada uno de los niveles de logro los descriptores deben estar relacionados con cada aspecto a evaluar (Martínez-Rojas, 2008).

El procedimiento para diseñar una rúbrica consta de una serie de pasos generales que se deben seguir para su correcta realización. En primer lugar se debe tener en cuenta el aprendizaje esperado que se quiere evaluar para luego planificar la evaluación indicando la intencionalidad y el agente de evaluación. Luego se deben señalar las características generales y específicas propias de la actividad definiendo el desempeño a evaluar. El cuarto paso a seguir es definir los criterios de evaluación los que se utilizan para evaluar los niveles de logro alcanzados por los estudiantes. Posteriormente se debe determinar la escala de evaluación, ésta puede ser una escala descriptiva de logro, utilizando indicadores como por ejemplo: óptimo, satisfactorio, básico, deficiente, una escala descriptiva de frecuencia que usa términos como por ejemplo: siempre, frecuentemente, ocasionalmente, nunca, o por último una escala numérica, donde el número mayor es el indicador positivo o acertado. Luego, para cada criterio

de evaluación y cada nivel de la escala se debe redactar los desempeños esperados estableciendo una relación equilibrada entre los niveles. Finalmente se debe evaluar el instrumento de medición con un par, con estudiantes o realizando una autoevaluación, con la finalidad de analizar si la rúbrica elaborada cubre completamente lo establecido en la definición del objeto a evaluar (Abricot, 2013).

El otro instrumento de medición que se utilizará para el presente trabajo son las listas de cotejo, las cuales son herramientas con un listado de características, aspectos, cualidades, etc. que conforman indicadores de logro los cuales permiten establecer la presencia o ausencia de los aprendizajes alcanzados por los estudiantes. Estos instrumentos se utilizan para verificar si los indicadores de logro se manifiestan durante el proceso de aprendizaje con la finalidad de observar características que deben estar presentes y notar si el producto cumple o no con determinadas características (USAID, 2006).

Algunas características principales de este instrumento de evaluación están relacionadas con la objetividad del evaluador, ya que sólo se basa en el estado de la observación de las conductas preestablecidas para una posterior valoración. Otra característica es que este instrumento no permite valores intermedios de evaluación, es decir, solo indica si la conducta está o no está presente, y por último, cómo se planifica con anterioridad los aspectos que pretenden observarse, se basa en la valoración ordenada y sistemática.

Para elaborar una lista de cotejo se deben tener en claro una serie de procedimientos, el primero de ellos se relaciona con definir los resultados del aprendizaje a evaluar, para luego planificar la evaluación indicando la intencionalidad, los agentes, entre otros factores. En tercer lugar se debe definir la situación evaluativa señalando características generales y específicas propias de la actividad, este procedimiento permite observar los aprendizajes alcanzados por los estudiantes contextualizándonos a su actividad. Luego se debe determinar la escala de evaluación dependiendo de la actividad, utilizando términos como si/no, bueno/malo, presencia/ausencia, entre otros, para posteriormente definir los indicadores de logro que permitan cubrir el rasgo de la evaluación. Finalmente se propone evaluar el instrumento observando las relaciones lógicas entre la definición del objeto y sus dimensiones (Abricot, 2013).

Una de las estrategias que promueve la autonomía y responsabilidad del estudiante es enseñarles a que evalúen su propio aprendizaje. La autoevaluación es un instrumento que



facilita valorar los distintos ritmos de aprendizaje según las diferentes características del alumno, como por ejemplo las capacidades, estilos de aprendizaje, estrategias cognitivas, experiencias y conocimientos previos, motivación, atención, etc.

En el ámbito educativo se lo considera como una estrategia clave mediante que permite al estudiante juzgar sus logros con respecto a una tarea o conocimiento determinado. Eso significa la descripción de cuándo lo logró, cómo, su situación frente al trabajo de los demás y en qué puede mejorar. Por lo que, esta herramienta permite al docente, al momento de realizar la revisión, conocer las debilidades y fortalezas que los estudiantes presentaron durante la tarea o actividad.

La autoevaluación es la estrategia por excelencia para educar en la responsabilidad y para aprender a valorar, criticar y a reflexionar sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje individual realizado por el discente (Calatayud,1999). Algunas de las ventajas que presenta la utilización de esta herramienta es que permite que el estudiante conozca y tome conciencia sobre su progreso individual en el proceso de enseñanza aprendizaje, además, promueve la responsabilidad, autonomía y la reflexión individual. Y finalmente, es una estrategia que permite al docente conocer cuál es la valoración que hacen los estudiantes del aprendizaje, de los contenidos que en el aula se trabajan, de la metodología utilizada, etc. Por otro lado, una de las desventajas que presenta esta herramienta de evaluación es que se considera que no es objetiva, ya que es el propio sujeto el que se observa, mide y puntúa. Sin embargo, en la medida en que se realiza con total honestidad, se presenta como una estrategia con un alto grado de credibilidad.

Esta estrategia de evaluación, como se mencionó anteriormente, brinda la oportunidad de conocer cómo piensa cada uno de los estudiantes y cómo es su proceso de razonamiento, permitiendo al estudiante tomar conciencia sobre su progreso en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Estos instrumentos de evaluación serán utilizados en el capítulo 3 de nuestra propuesta, con la finalidad de evaluar y medir los conocimientos y competencias enfocadas en la valoración del desempeño en actividades guiadas por videos y organizadores gráficos.

## **Capítulo 3: Propuesta didáctica para contenidos de cosmología**

En este capítulo se presentan los aspectos que caracterizan a la propuesta didáctica, exponiendo en primer lugar una descripción general de ésta, presentando a grandes rasgos los elementos que la componen y las etapas de trabajo para las tres clases que la conforman. Posteriormente, se describe detalladamente cada clase de la propuesta didáctica, especificando los componentes que las articulan: test diagnóstico individual, vídeo curricular y guía grupal de actividades, y se justifican estos elementos en base al capítulo anterior. Además, se exponen las razones por las cuales se generaron indicaciones para que el docente implemente la propuesta didáctica, y se explican las consideraciones tomadas para la realización de los instrumentos de evaluación del trabajo de los estudiantes en las clases de la propuesta. Finalmente, se exponen los elementos esenciales de la encuesta de validación de la propuesta, la cual fue realizada por expertos en educación: docente con cinco años o más de ejercicio, que hayan realizado clases en el nivel de cuarto medio. Se analizan los resultados de estas encuestas, para enriquecer la propuesta didáctica del presente trabajo.

### **3.1 Descripción general de la propuesta**

La propuesta didáctica se presenta en una secuencia de tres clases, en la que cada clase tiene una duración de dos horas pedagógicas (90 minutos en total), donde el elemento central para el desarrollo de cada clase es un vídeo de una duración de entre 10 a 15 minutos. Los libretos de los vídeos (ver Apéndice 2) han sido elaborados integrando conceptos relativos a cosmología, caracterizándose por contar con una contextualización histórica sobre el desarrollo de las ideas y con aportes observacionales relacionados a los temas tratados; esto con la finalidad de abordar el AE12 del sector de física, para el cuarto año de enseñanza media. Además de los vídeos, la secuencia cuenta con material de trabajo para que los estudiantes realicen durante las clases: un test diagnóstico individual (ver Apéndice 3) y una guía de actividades grupal (ver Apéndice 4), a lo que se suma material que ha sido elaborado para apoyar la ejecución y evaluación del trabajo de las clases: indicaciones para el docente (ver Apéndice 5) e instrumentos de evaluación: rúbricas y listas de cotejo, y autoevaluaciones (ver Apéndice 6).

La conexión entre el trabajo de las tres clases de la secuencia viene dado por dos aspectos, por un lado los contenidos de las clases tienen una concatenación a través de los vídeos, es decir, parte de lo tratado en el vídeo de la primera clase se retoma en el vídeo de la segunda, y del mismo modo con la segunda y tercera clase. Por otro lado, la realización de las clases debe tener en consideración ciertas etapas claves para su correcta implementación, en las cuales la retroalimentación y las preguntas que el docente debe realizar son claves para que exista un

desarrollo fluido del trabajo de los estudiantes. Por tanto, a continuación se describe la estructura general que deben tener las tres clases de la secuencia, las cuales difieren en ciertos aspectos que son detallados en las indicaciones al docente (Apéndice 5). Cada clase de la secuencia se divide en cinco etapas, las cuales son:

- **Primera Etapa:** Debe durar aproximadamente 10 minutos, en esta etapa se realiza el inicio de la clase, diferenciándose la primera clase de la segunda y la tercera, ya que en la primera se debe informar a los estudiantes sobre el trabajo que realizarán durante la secuencia didáctica, explicándoles que se verán vídeos y se realizarán guías de trabajo en torno a éstos, asimismo se señalan las actitudes de trabajo que se deben tener, las cuales serán evaluadas a través de autoevaluaciones clase a clase. Por otra parte, en la segunda y tercera clase de la secuencia, el docente debe recordar los contenidos ya vistos y dar retroalimentación respecto a los errores más comunes presentes en los productos entregados en la clase anterior, para evitar que vuelvan a ocurrir.

Para las tres clases se les entrega a los estudiantes un test diagnóstico de carácter individual (Apéndice 3), que debe ser contestado en menos de cinco minutos y cuyas instrucciones deben ser leídas por el docente en conjunto con sus estudiantes al momento de ser entregado. La finalidad de este diagnóstico es medir el grado de conocimiento que los estudiantes tienen respecto a los contenidos que se tratarán en el vídeo, por tanto no se espera que ellos respondan a éste correctamente, más bien se pretende que ellos mismos puedan notar cuánto han aprendido al final de la clase. Este test consta de preguntas de selección múltiple, o preguntas en las cuales los estudiantes deben señalar en una tabla si conocen científicos y/o situaciones e instituciones relativas a los conceptos tratados en el vídeo. Finalmente, el docente retira los test para dar paso a la siguiente etapa.

- **Segunda Etapa:** Corresponde a la primera parte del desarrollo de la clase, por tanto no debería superar los cinco minutos de duración. En esta etapa, el docente les entrega a los estudiantes una guía de actividades de carácter grupal y formativo, sin embargo los grupos se conformarán en otra etapa de la clase. La guía debe ser leída en conjunto por el docente y los estudiantes, con la finalidad que estos últimos sepan las actividades que deben realizar una vez concluida la proyección del vídeo.
- **Tercera Etapa:** El docente debe proyectar el vídeo destinado para la clase, por tanto su duración debería corresponder a la duración del vídeo correspondiente. Mientras el vídeo se reproduce, los estudiantes deberán tomar apuntes de la información presentada en el vídeo utilizando las hojas de la guía destinadas para ello, este será de utilidad para la realización de las actividades.

- **Cuarta Etapa:** Esta parte corresponde al trabajo que realizan los estudiantes y su duración debe ser de aproximadamente 40 minutos. Por lo tanto el docente conforma los grupos de trabajo o permite que los estudiantes se organicen rápidamente, los grupos compuestos deben ser enumerados y cada estudiante debe registrar en su guía el número del grupo al cual pertenece. Una vez conformados los grupos, el profesor debe señalar los criterios bajo los cuales se evalúan las actividades, presentes en las rúbricas de evaluación y listas de cotejo. Los grupos de trabajo comienzan a completar las actividades requeridas en la guía de actividades, con el propósito de sintetizar la información presentada en los videos a través de organizadores gráficos, pudiendo ser líneas de tiempo y/o mapas conceptuales según se solicite en la guía, esto con la finalidad de desarrollar un aprendizaje visual de los contenidos. Al terminar el tiempo estimado para esta etapa, el docente debe retirar las guías de trabajo para dar paso a la última etapa de la clase.
- **Quinta Etapa:** Corresponde al cierre de la clase, al cual se le debe destinar entre 10 y 15 minutos dependiendo de cómo se ha desarrollado la clase. En esta última etapa el docente debe realizar una puesta en común, por ejemplo preguntándole a los estudiantes cómo conformaron sus líneas de tiempo y mapas conceptuales, y anotando en el pizarrón las respuestas más reiteradas en los estudiantes, para que ellos puedan contrastar los criterios que han utilizado en el desarrollo de las actividades. En esta instancia es importante que el docente tenga en cuenta los criterios presentes en la rúbrica de evaluación para estos productos, además de los ejemplos de éstos presentes en las indicaciones al docente. Por otra parte, las preguntas del profesor deben estar orientadas a generar una reflexión en torno a la relación entre el desarrollo científico, tecnológico y social presenciado en el video de la clase, por tanto cada clase tiene sus preguntas de cierre específicas presentes en las indicaciones al docente (Apéndice 5). Finalmente, el profesor debe entregar una autoevaluación a los estudiantes, en la cual ellos deben evaluar tanto su participación y disposición en la clase, como los aprendizajes más relevantes en torno a la conexión entre ciencia, tecnología y sociedad que han sido discutidos durante la puesta en común.

Para apoyar la correcta realización de estas etapas, se elaboró un conjunto de indicaciones para el docente (ver Apéndice 5), las cuales se aconseja revisar antes de implementar la propuesta, ya que en ellas se detallan aspectos generales a tratar antes, durante y después de las tres clases de la secuencia. De las indicaciones al docente se destacan consejos para el desarrollo de la clase, la presencia de ejemplos de líneas de tiempo y/o mapas conceptuales, para que el docente pueda apreciar cuáles son los conceptos que los estudiantes deben

integrar a estos productos, y existen indicaciones para la utilización de los instrumentos de evaluación. Respecto a esto, los instrumentos de evaluación (ver Apéndice 6) no solamente apuntan a evaluar los productos resultantes de la guía de actividades que realizan los estudiantes, también existe un espacio de evaluación de sus actitudes hacia la ciencia, de su participación y disposición en la clase, lo cual se realiza a través de autoevaluaciones clase a clase.

Además, se diseñó un test diagnóstico específico (ver Apéndice 3) para cada una de las tres clases de la secuencia, y se elaboraron las guías de actividades grupales correspondientes (ver Apéndice 4), en las cuales se los estudiantes deben sintetizar la información presentada en los vídeos a través de organizadores gráficos (líneas de tiempo y/o mapas conceptuales), planteado como estrategia de aprendizaje visual. Asimismo, para cada una de las clases se desarrolló un vídeo curricular específico, cuya potencialidad expresiva es alta y cuyo objetivo didáctico es que los estudiantes asimilen los modelos del cosmos que se exponen en el vídeo. Estos vídeos integran los contenidos considerados necesarios para lograr el AE12 y que son la pieza fundamental para la realización de cada una de las clases de la secuencia, ya que a partir de ellos los estudiantes deben elaborar sus mapas conceptuales y/o líneas de tiempo. Los conceptos que se han considerado esenciales para lograr el aprendizaje esperado 12 son los siguientes: la evolución del concepto de Universo en la historia de la humanidad, el surgimiento del concepto de Galaxias y sus implicaciones, el trabajo realizado por Edwin Hubble respecto a las galaxias, aspectos esenciales de la Teoría de la Relatividad Especial (TRE) y General (TRG), modelos cosmológicos surgidos a principios del siglo XX gracias a la TRG, las evidencias observacionales que permitieron que la Teoría del *Big Bang* fuese el modelo del Universo más aceptado por la comunidad científica, y las contribuciones teóricas y observacionales que permitieron completar esta teoría. Como ya se ha mencionado, los vídeos se conectan entre sí conceptualmente, dándole una fluidez de contenidos a la secuencia didáctica, pero también existe la posibilidad de visualizar uno o dos de ellos, dependiendo de los objetivos curriculares y/o del tiempo con el que cuente el docente para trabajar el AE12. En este sentido, los vídeos se autocontienen conceptualmente, potenciándose entre sí al momento de articularlos, lo cual permite darle más libertades a los profesores para sacar provecho de la presente propuesta.

La configuración general de la propuesta se presenta en la imagen 3.1, mostrado a continuación.

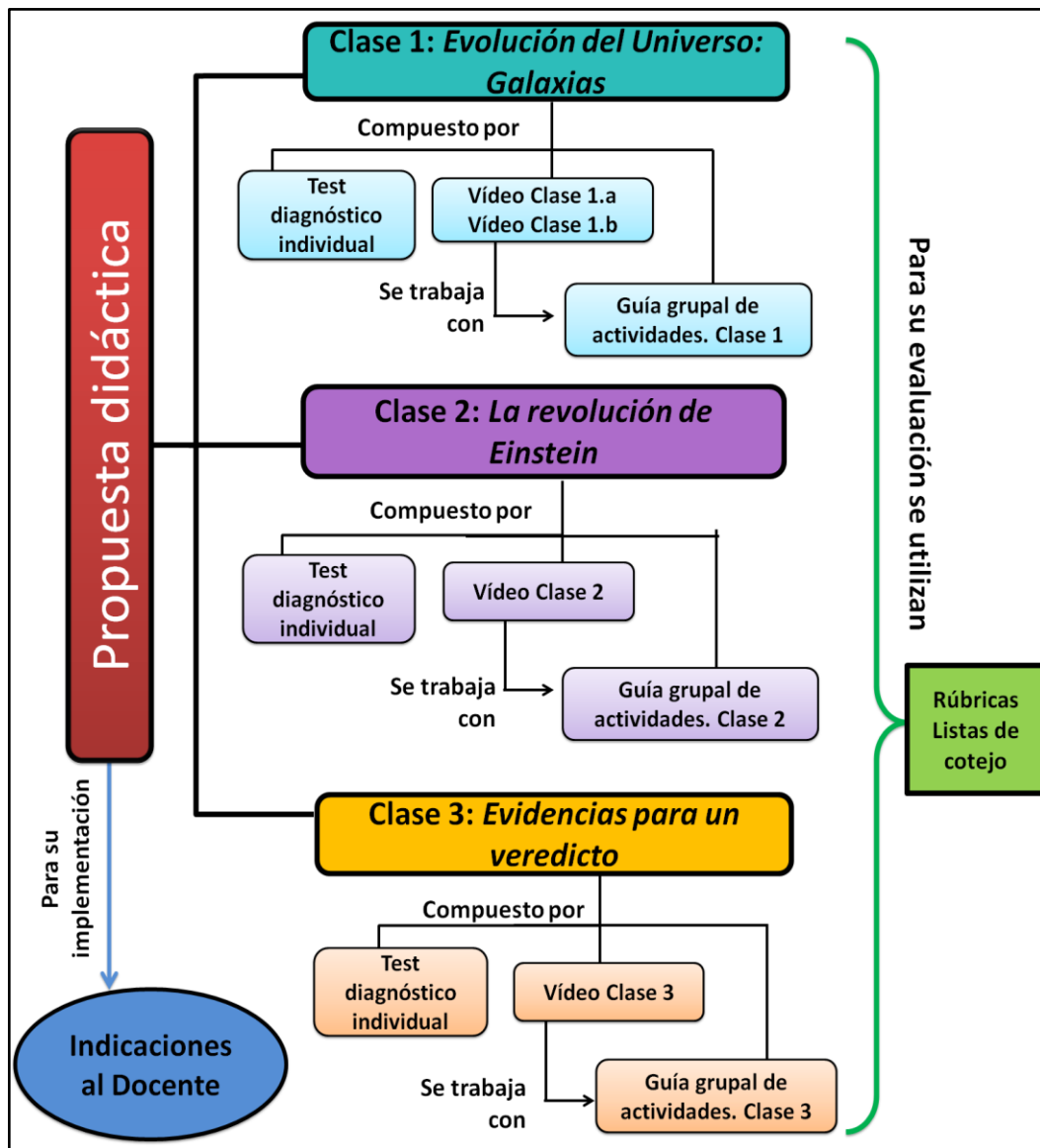


Imagen 3.1. Resumen de la propuesta didáctica y sus elementos.

### 3.2 Detalle de la Secuencia Didáctica

A continuación se presentan las características del material para el estudiante, de cada una de las tres clases que conforman la propuesta didáctica, dando de manera detallada las actividades planteadas en cada clase: test diagnóstico y guía de actividades, así como un resumen de los contenidos presentados en el vídeo y su justificación. Respecto al material generado para el docente, se encuentran las indicaciones para éste y los instrumentos de evaluación para las clases de la propuesta, de los cuales se habla en otro apartado posterior de este capítulo.

### 3.2.1 Primera clase: Evolución del Universo: Galaxias

La temática de la primera clase de la secuencia didáctica está relacionada con las concepciones que se han tenido sobre el universo, mostrando su evolución desde los primeros modelos planetarios, llegando finalmente a la acuñación del concepto de galaxias y su clasificación. Esta clase va acompañada de un video, un test diagnóstico y una guía de actividades.

El test diagnóstico (ver Apéndice 3.1) se realiza de forma individual y tiene como finalidad conocer el grado de conocimientos que tienen los estudiantes sobre evolución del concepto de universo y del concepto de galaxias.

Esta actividad consta de tres preguntas, dos de ellas de selección múltiple y una de ellas consiste en completar un cuadro marcando con una "X" la opción correcta. La primera parte de la actividad inicial consta de una pregunta de selección múltiple, referida a las características del modelo geocéntrico como se muestra en la imagen 3.2.

1. Las características que tiene el modelo geocéntrico es o son	
I.	Órbitas circulares
II.	Rapidez constante
III.	El sol en el centro
a) Solo I	
b) Solo II	
c) Solo I y II	
d) Solo II y III	
e) I, II y III	

Imagen 3.2. Primera pregunta de selección múltiple del test de diagnóstico n°1.

Luego la segunda parte de la actividad, tal como se ve en la imagen 3.3, incluye un cuadro donde se presentan una serie de nombres de telescopios espaciales y telescopios terrestres, donde los estudiantes deben completar indicando con una "X" qué tipo de telescopio es cada uno de los presentados, y por último se presenta otra pregunta de selección múltiple relacionada con la clasificación de galaxias según Edwin Hubble. Estas interrogantes se plantean tanto para conocer el grado de conocimiento del estudiante sobre el tema a tratar, como para hacer una introducción a la temática principal del video que posteriormente visualizarán.

2. Marcar cuáles telescopios son espaciales y cuáles observatorios son terrestres		
Telescopio	Telescopio espacial	Telescopio terrestre
Mauna Kea		
WMAP		
Kepler		
ALMA		
Cerro Tololo		
Hubble		

Imagen 3.3. Segunda actividad del test diagnóstico n° 1.

Luego de haber realizado la actividad introductoria los estudiantes reciben la guía de actividades (ver Apéndice 4.1), la cual consta de una serie de actividades que deben ser realizadas en grupo. Posteriormente el docente proyecta el video designado para la clase, el cual se encuentra en el siguiente enlace <https://youtu.be/s7pYDY3du7g>, y cuyo libreto se presenta en el Apéndice 2.1. Por otra parte, el segundo video destinado para la actividad final de la guía grupal de actividades, se encuentra en el enlace <https://youtu.be/7FZegrzVxxM> .



Imagen 3.4. Modelo heliocéntrico de Nicolás Copérnico. Vídeo Clase 1.

Este video comienza con la explicación de cómo es el universo a través de los modelos geocéntrico y heliocéntrico, describiendo cómo son los movimientos de los planetas y las estrellas según éstos, tal y como se puede apreciar en la imagen 3.4. Seguidamente, la atención se centra en los descubrimientos que realiza Johannes Kepler, quien es capaz de responder cómo se mueven los planetas alrededor del sol y a qué velocidad lo realizan, planteando para ello tres leyes que explican su teoría. En paralelo, se presenta al científico Galileo Galilei y su importante invención del telescopio que cambió la noción que se tenía del Universo, ya que desde ese momento se podría observar que el centro del universo no era ni el Sol ni la Tierra. Posteriormente, gracias al desarrollo del telescopio, nace el concepto de Universos islas planteado por Kant, lo cual puede concluir gracias a sus observaciones fuera del sistema solar, que en ese momento era concebido como el Universo, dándose cuenta que existen estructuras lejanas que tienen características similares a este sistema. Por otro lado, se muestra el catálogo confeccionado por Charles Messier, constituido por 110 objetos astronómicos clasificados en nebulosas y cúmulos de estrellas, sin saber él que algunos de estos objetos en el futuro se denominarían galaxias. Luego, se exponen los trabajos realizados por el científico Edwin Hubble, los cuales le permitieron llegar a la conclusión de que el Universo está formado por estructuras cuyo comportamiento es similar al de la Vía Láctea, las





Imagen 3.5. Edwin Hubble. Vídeo Clase 1. lento.

cuales formalizó con el término de galaxias y que se ubicaban en distintos lugares del universo, pudiendo ser de distintas formas. Gracias a esto y la tecnología de los telescopios con los que él trabajaba, Hubble pudo medir las velocidades de las galaxias y las distancias a éstas, llegando a la conclusión de que las más lejanas se mueven más rápido, y aquellas más cercanas se mueven más

Hubble, además de plantear que no existe ningún centro en el Universo, sino que todo lo que constituye el Universo se está alejando entre sí y no que se están alejando de la Tierra. Luego de realizar tantas observaciones, Hubble se da cuenta que algunas galaxias tienen formas similares, es por esto que crea la clasificación según la morfología de las galaxias. Finalmente, este video concluye explicando cada uno de los tipos de galaxias presentes en la clasificación de Hubble, con la finalidad de que los estudiantes en la siguiente actividad puedan realizar una clasificación de la misma naturaleza que realizó este científico.

Luego de ya haber visualizado el video, los estudiantes están en condiciones de responder la guía de trabajo. Esta actividad debe ser realizada en grupo y consta de tres actividades. La primera de ella tiene dos partes, primero la realización de una línea de tiempo con los hitos que se les proporcionan en la tabla, y la segunda actividad consta de completar un breve mapa conceptual, respondiendo además una interrogante relacionada con el catálogo de Messier, como se muestra en la Imagen 3.6

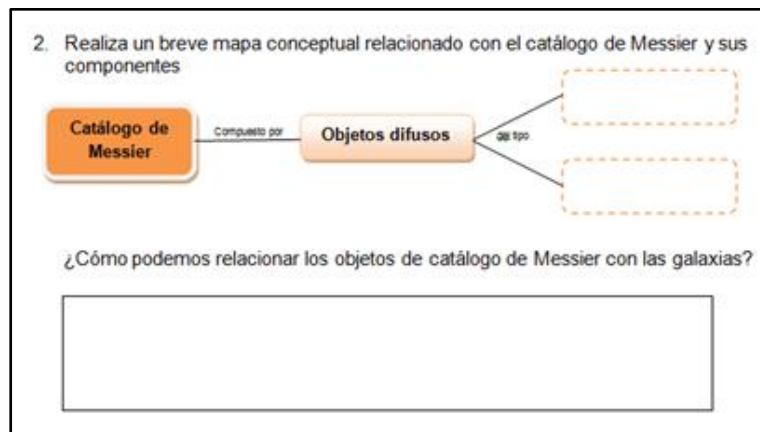


Imagen 3.6 Mapa conceptual relacionado con el catálogo de Messier de la Guía grupal de actividades. Clase 1

En la segunda actividad se busca que el estudiante realice un mapa conceptual guiado por un término central y utilizando términos proporcionados en una tabla que fueron presentados en el video. Y por último en la tercera actividad se busca que el estudiante pueda clasificar las galaxias según la clasificación que realizó Hubble.

La actividad continúa, visualizando un segundo video, que muestra siete imágenes de galaxias, las cuales serán expuestas por 30 segundos cada una, para que el estudiante en la tercera actividad de la guía pueda clasificarlas según la clasificación morfológica de Hubble.



Imagen 3.7. Presentación de la tercera actividad de la Guía grupal de actividades. Clase 1

Finalmente, luego de terminar la guía, el docente debe realizar el cierre llegando a una puesta en común que será realizada en conjunto con algunos estudiantes que voluntariamente mostrarán brevemente su trabajo.

La realización de la propuesta didáctica tiene por finalidad que los estudiantes comprendan que la concepción del universo que hoy día conocemos se fue desarrollando a través de toda la historia. En la antigüedad la idea de universo estaba relacionada con teorías cuyos fundamentos eran más filosóficos, posteriormente en el siglo I Claudio Ptolomeo crea un modelo del universo basado en teorías físicas y matemáticas planteando que la Tierra se encuentra en el centro del universo con los astros (Sol, Luna y planetas) girando en torno a ella. Esta idea marca un hito en el desarrollo de la astronomía, siendo un precedente para los posteriores modelos del universo. Posteriormente, 1500 años después, respondiendo al cambio de visión que se dio en la época del renacimiento, Nicolás Copérnico plantea un modelo del universo distinto al de Ptolomeo, donde la Tierra ya no sería el centro del Universo, si no que ahora ese lugar lo ocupaba el Sol con los planetas girando a su alrededor en órbitas circunferenciales y a velocidad constante. Este modelo repercutió en las investigaciones posteriores, ya que los siguientes modelos consideraban la idea central de Copérnico, ubicando a la Tierra en el centro del universo. Lo anteriormente planteado se relaciona claramente con el enfoque CTS, ya que Nicolás Copérnico realizó sus investigaciones en un época donde la visión de la realidad estaba en constante cambio, y al mismo tiempo sus planteamientos abrieron la mente de la sociedad. Posteriormente se presenta otro avance del modelo geocéntrico con los aportes realizados por Kepler, quien con las mediciones de su tutor pudo establecer que las órbitas que describen los planetas alrededor del sol ya no eran circulares, sino que eran

elípticas. Además Kepler gracias a las observaciones y mediciones pudo establecer sus tres leyes planetarias. En paralelo, ocurre un hecho que da un giro a la observación astronómica, Galileo Galilei inventó el telescopio, introduciendo un enfoque más tecnológico a las observaciones que anteriormente se realizaban a simple vista. Éste hazaña permitió que el desarrollo de los telescopios fuera aumentando exponencialmente, y al mismo tiempo las observaciones realizadas sería más fiables y precisas. Gracias a estos sucesos se aprecia cómo los avances tecnológicos permiten realizar avances en la ciencia que cambian la visión que se tenía hasta ese momento del universo, ya que gracias a los potentes telescopios que posteriormente fueron creados y utilizados por ejemplo, por Edwin Hubble, se pudo consolidar el concepto de galaxia, comprendiéndola como una estructura compuesta por una serie de astros, la cual tenía las mismas características que otros sistemas ubicados en todo el universo, los cuales pudieron ser observados gracias al avance tecnológico que sufrieron los telescopios en esa época.

Por otro lado, la propuesta didáctica cuenta con dos instrumentos de evaluación, el primero de ellos es el test diagnóstico, que tiene por finalidad conocer los conocimientos previos, mediante dos preguntas de selección múltiple y una de conocimiento específico sobre telescopios. Desde el punto de vista cognitivo, el propósito del test es que el estudiante clasifique y seleccione la información adecuada utilizando su propio conocimiento y además se pretende realizar una introducción al tema a tratar en la clase.

El segundo evaluador con que cuenta la propuesta didáctica de la primera clase está relacionado con la utilización de organizadores gráficos, específicamente líneas de tiempo y mapas conceptuales, contribuye a que los estudiantes clarifiquen su pensamiento, refuercen su comprensión de temas fundamentales, integren de manera significativa nuevo conocimiento al que ya disponen e identifiquen conceptos erróneos a fin de corregirlos. Las habilidades que el estudiante utiliza en estos procesos se relacionan con la construcción de conocimiento y el desarrollo de habilidades de pensamiento de orden superior, ya que permiten procesar, organizar y priorizar nueva información, identificar ideas erróneas y visualizar patrones e interrelaciones entre diferentes conceptos. Por otro lado, las actividades de la guía grupal tienen distintos objetivos, la primera de ellas que está enfocada en la construcción de una breve línea de tiempo pretende que el estudiante repase los contenidos vistos en el video de manera cronológica, ubicándolos con su respectivo hecho histórico y científico en la línea de tiempo. En segundo lugar, los estudiantes en la actividad dos deben elaborar un mapa conceptual utilizando términos propuestos y utilizando un término central dado, el cuál es galaxias, la finalidad de esta actividad es que el estudiante organice y represente de manera clara y ordenada la información, utilizando palabras enlace que deben ser inventadas por ellos mismos,

y que deben tener una relación directa entre los conceptos entregado en la tabla. Finalmente, en la actividad tres, la cual consta de una tabla que presenta el nombre de distintas galaxias y que los estudiantes deben clasificar según la clasificación de Hubble expuesta en el video. Esta actividad va guiada con un video que muestra las galaxias presentes en la actividad y que deben ser clasificadas en la tabla. Esta última actividad permite medir los conocimientos de los estudiantes eliminando el factor de ambigüedad, otro punto a favor de esta actividad es que su realización es bastante rápida al igual que su corrección.

### 3.2.2 Segunda Clase: La revolución de Einstein

El tema a tratar en la segunda clase de la propuesta didáctica es el aporte a la física realizado por Albert Einstein, a través de su planteamiento de la teoría de la relatividad especial y general, y de la repercusión que estas teorías tuvieron sobre el área de la cosmología. Estos contenidos se presentan a través del vídeo destinado para esta clase, el cual fue elaborado en base al libreto presente en el Apéndice 2.2 y del que se profundizará más adelante.

Además del vídeo, para la realización de esta clase se elaboró un test diagnóstico individual (ver Apendice 3.2), el cual tiene por finalidad evaluar el nivel de conocimiento que tienen los estudiantes respecto a científicos y conceptos que se verán en esta clase, sin esperar que ellos respondan todo de manera correcta, ya que los conceptos se tratarán en la clase.

El test diagnóstico de esta clase tiene dos parte, la primera es una actividad donde los estudiantes deben completar una escala de valoración de cuánto saben respecto de algunos científicos que aparecen en el desarrollo del vídeo, como se muestra en la Imagen 3.8.

1) Marca con una X la opción que más se acomode a tus conocimientos respecto al siguiente listado de científicos:

Nombre	No sé quién es	He escuchado de él	Sé quién es y qué hizo
Galileo Galilei (1564-1642)			
James Clerk Maxwell (1831-1879)			
Hendrik Antoon Lorentz (1853-1902)			
Hermann Minkowski (1864-1909)			
Albert Einstein (1879-1955)			
Willem De Sitter (1872-1934)			
Aleksandr Friedmann (1888-1925)			
Georges Lemaître (1894-1966)			
Edwin Hubble (1889-1953)			
George Gamow (1904-1968)			
Fred Hoyle (1915-2001)			

Imagen 3.8. Primera actividad del test diagnóstico n°2.

Posteriormente, se presentan dos preguntas de alternativas, una sobre la teoría de la relatividad general de Einstein y la otra sobre quién fue el científico que planteó el modelo de Universo en expansión, conocida como la teoría del Bing Bang.

Como ya se ha mencionado en el apartado anterior, luego de ser realizado y recogido el test, los estudiantes reciben la guía grupal de actividades (ver Apéndice 4.2) para revisar sus

actividades y poder tomar apuntes del vídeo que se reproducirá. El vídeo que se debe reproducir en esta clase se encuentra disponible en el siguiente enlace <https://youtu.be/SwLi2JcZE> reiterándose que el libreto de éste se haya en el Apéndice 2.2., el cual es de carácter narrativo y que está compuesto de una serie de imágenes, las que se conectan entre sí de manera sincronizada con el audio del vídeo.

El vídeo se inicia con un repaso de la idea tratada en el vídeo de la primera clase: cómo ha cambiado la visión de la humanidad sobre el Universo y sus dimensiones, para situar este avance como uno de los tantos cambios que han sufrido las ideas a lo largo de la historia.



Imagen 3.9. Conferencia de Solvay realizada en 1927. Video Clase 2.

Dentro de estos cambios, se presenta la Imagen 3.9, como muestra de la gran revolución que tuvo el área de la física entre fines del siglo XIX y principios del siglo XX, explicando que ésta fue gatillada por las ecuaciones planteadas por el físico escocés Maxwell, las cuales propiciaron una serie de estudios relacionados con el espectro electromagnético.

Entre estos experimentos, se explica a través de varias imágenes, el experimento de Michelson y Morley: lo que teóricamente debía suceder, y el resultado experimental obtenido, haciendo hincapié en el impacto que ello causó en los científicos, como se muestra en la Imagen 3.10.

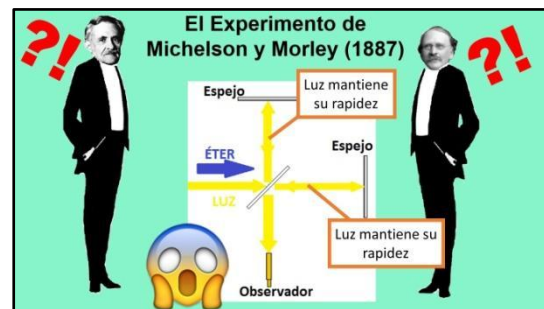


Imagen 3.10. Resultado del experimento de Michelson y Morley. Video Clase 2.

Se conectan estos avances científicos con el surgimiento del área de la mecánica cuántica, nombrando a sus principales contribuyentes y mencionando que entre ellos se encuentra Albert Einstein, quien sin embargo aportó mayormente a la Física a través de sus teorías de la relatividad especial y general, por lo cual se procede a explicar los aspectos básicos de éstas. En primer lugar, se explica que el concepto de relatividad surge con el científico italiano Galileo Galilei, quien estableció sus transformaciones para mostrar la equivalencia entre lo que ve un observador quieto y un observador móvil, respecto al movimiento de un objeto. Posteriormente, se muestra que este planteamiento no se aplica si el objeto observado por ambos sujetos es un rayo luminoso, lo que generó complicaciones para el estudio de la relatividad con la luz, ya que

la mecánica clásica no estudia fenómenos luminosos, y que por tanto había que recurrir a las ecuaciones de Maxwell, las que perdían su sentido físico al ser analizadas con los planteamientos de Galileo. Ante esta disyuntiva, se presenta al físico Lorentz quien logra estudiar el fenómeno de la relatividad con la luz, sin embargo surge una complicación en su desarrollo teórico: los observadores no verían el fenómeno de manera simultánea, y a partir de esto se presenta el aporte de Einstein a través de su teoría de la relatividad especial, donde se plantea que: las leyes físicas son iguales para un observador quieto y para otro a rapidez constante, y que la velocidad de la luz es una constante para ambos observadores.

Se recalca a través de las imágenes del vídeo, la repercusión conceptual de esta teoría, como se muestra en la Imagen 3.11, ya que aceptarla implica desechar la idea de la existencia del éter, y desde aquí en adelante, la figura de Einstein es la protagonista para el resto del vídeo.



Imagen 3.11. Sorpresa ante la Teoría de Einstein que desecha el éter. Video Clase 2.

Posteriormente, se explica que Einstein quería analizar su teoría para casos donde existiera la aceleración, por lo cual se revisan las ideas necesarias para comprender por qué Einstein tardó tanto en plantear la teoría de la relatividad general. Primero se presenta el concepto del espacio-tiempo, explicando que su representación gráfica vino de la mano del físico ruso Minkowski, y luego se explica que la pieza clave para que Einstein pudiese formular su teoría de la relatividad general fue el principio de equivalencia. Por tanto, se da paso a explicar las ideas de este principio y a analizar sus consecuencias a través de un ejemplo; se tienen dos cohetes, uno que está en presencia de un campo gravitatorio, Imagen 3.12, y otro que se encuentra en el espacio vacío y acelera hacia arriba, Imagen 3.13. Se analiza un rayo de luz que ingresa al segundo cohete, donde por acción de su movimiento hacia arriba un observador ve que el rayo de luz se curva hacia abajo. Después, se explica que por el principio de equivalencia sucede lo mismo en el primer cohete, la luz también se curva, por presencia de un campo gravitatorio.

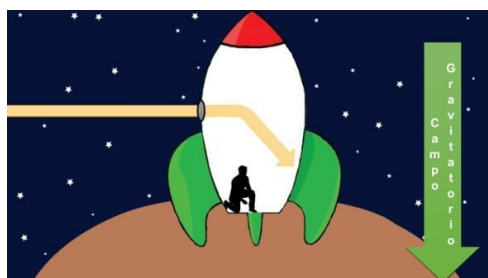


Imagen 3.12. Primer cohete del ejemplo. Video Clase 2.



Imagen 3.13. Segundo cohete del ejemplo. Video Clase 2.

A partir de esto, se presenta la teoría de la relatividad general, explicando sus postulados -como se muestra en la Imagen 3.14.- y presentando a continuación la ecuación de campo que resume éstos. La ecuación se explica en palabras más sencillas declaradas por el astrofísico estadounidense John Wheeler.



Imagen 3.14. Postulado principal de la TRG. Video Clase 2.

Además, se presenta el concepto de agujero negro como un caso de estudio de la relatividad general y se señala que la teoría de la relatividad general tuvo su comprobación en 1919, a través de las observaciones del astrofísico inglés Arthur Eddington. Para concluir el vídeo, se retoma una idea del vídeo de la primera clase: las repercusiones de las observaciones de Hubble, las cuales plantearon una nueva visión del Universo, el cual podía ser descrito a través de las ecuaciones de Einstein. Desde aquí, se presentan diversos modelos cosmológicos surgidos desde la teoría de la relatividad general, dando sus características principales e implicancias, los modelos presentados son los de Einstein, De Sitter, Friedmann y Lemaître, como se muestra en la imagen 3.15.



Imagen 3.15. Modelos cosmológicos. Video Clase 2.

Finalmente, se plantea que si bien los datos presentados por Hubble hicieron cambiar de parecer a Einstein sobre su modelo cosmológico, éstos fueron interpretados de diversas formas, lo que decantó en el surgimiento de dos teorías del Universo: la del universo estacionario y la del universo en expansión. El vídeo concluye exponiendo ambas teorías, e indicando que las

evidencias observacionales de esa época no eran suficientes para decidir entre estas teorías, lo cual será retomado para el vídeo de la tercera clase.

Durante la reproducción del vídeo, los estudiantes deben tomar apuntes en la guía grupal de actividades, para luego desarrollar sus actividades, se recuerda que la guía está presente en el Apéndice 4.2.

La primera actividad de la guía consta de dos partes, en la parte (a) -Imagen 3.16.- los estudiantes deben anotar el año del suceso presentado.

a) En la siguiente tabla completa el año en que ocurre cada suceso presentado

Suceso	Año
Teoría Relatividad General	
Modelo Cosmológico de De Sitter	
Modelo de Universo en Expansión	
Modelo Cosmológico de Friedmann	
Hubble presenta sus datos	
Modelo Cosmológico de Einstein	
Las ecuaciones de Maxwell	
Modelo de Universo Estacionario	
Experimento Michelson y Morley	
Transformaciones de Lorentz	
Modelo Cosmológico de Lemaître	
Teoría Relatividad Especial	

Imagen 3.16. Primera actividad, parte (a), de la Guía grupal de actividades. Clase 2.

En la parte (b) de la actividad, los estudiantes deben ordenar los años y sucesos de la tabla anteriormente completada en una línea de tiempo, Imagen 3.17. Los recuadros de la línea de tiempo están enumerados, para orientar la dirección de ésta, por lo tanto los estudiantes sólo deben escribir dentro de la flecha el año del suceso, y el acontecimiento sucedido en su respectivo recuadro.

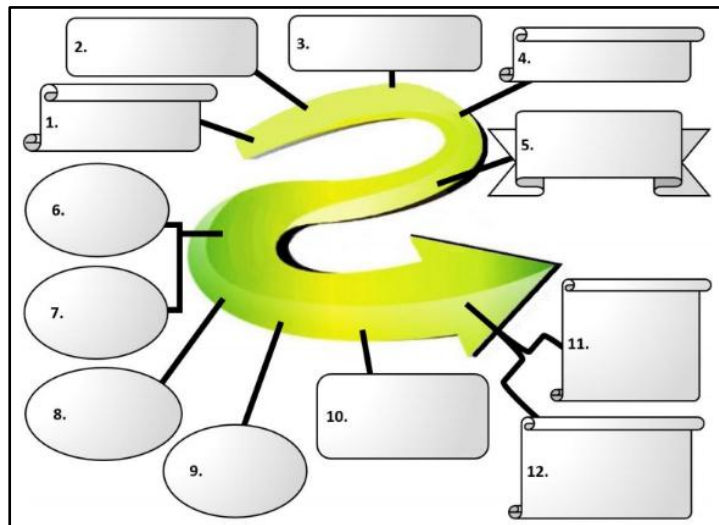


Imagen 3.17. Primera actividad, parte (b), de la Guía grupal de actividades. Clase 2.

Posteriormente, los estudiantes deben realizar la actividad dos y tres de la guía grupal, en las cuales se les solicita que realicen mapas conceptuales utilizando los conceptos presentados en una tabla, como muestra la imagen 3.18. Los conceptos deben ser enlazados entre sí y con un



término central, a través de flechas o líneas, dejando que el estudiante decida las palabras de conexión entre los conceptos del mapa.

2. A continuación deben elaborar un **mapa conceptual** cuyo término central sea *Teoría de la Relatividad General*, que integre los conceptos visto en el video y que están presentes en la siguiente tabla:

Teoría de la Relatividad Especial	Experimento de Eddington (1919)	El espacio-tiempo	Curva	Principio de Equivalencia	Equivalente	La velocidad de la luz es la misma para cualquier observador
Causado por campo gravitatorio del Sol	Albert Einstein	Situación Acelerada	Más Aceleración	Desviación de la luz de las estrellas Hades	Estar en un campo gravitatorio	Presencia de materia o energía

Para la realización del mapa conceptual deben utilizar estos conceptos, relacionándolos a través de palabras enlace. Las palabras enlaces son términos que se utilizan para unir los conceptos, así se indica el tipo de relación existente entre ellos.



**Teoría de la Relatividad General (1915)**

Imagen 3.18. Segunda Actividad de la Guía grupal de actividades. Clase2.

En la segunda actividad se pide realizar un mapa conceptual cuyo término central sea “Teoría de la Relatividad General (1905)”, mientras que en la tercera actividad se solicita realizar un mapa conceptual cuyo término central sea “Modelos Cosmológicos”.

Estos tres elementos que se articulan en la segunda clase fueron elaborados considerando elementos conceptuales explicados en el capítulo anterior, por lo tanto en primera instancia se justificará la forma en la cual fue elaborado el vídeo de esta sesión, para luego dar justificación a cómo se conformó el test diagnóstico individual y la guía grupal de actividades de esta clase.

Como ya se ha revisado, el vídeo de la segunda clase trata variados conceptos y teorías a lo largo de su desarrollo, siendo los más complejos la teoría de la relatividad especial y general, y los modelos cosmológicos presentados al final del vídeo, cuyos desarrollos matemáticos no son pertinentes al nivel de cuarto año de enseñanza media. Es por ello que, desde un inicio del vídeo, los conceptos e ideas planteadas se van presentando de manera narrativa e histórica, realizando una conexión entre las diversas ideas, teorías y planteamientos que fueron necesarios para dar paso a la postulación de la TRG. En este sentido, el vídeo inicia dando una contextualización de la efervescente época para la ciencia en la que Einstein nació y vivió, mostrando experimentos y áreas científicas que surgieron en dicho momento, además, se pone en cada acontecimiento relevante del vídeo el año en que éste sucedió, para que los

estudiantes puedan notar que con el paso de los años los conceptos y teorías se fueron complejizando a través del aporte de varios científicos. Lo anterior se realizó con la finalidad de mostrar el trabajo científico como una construcción de ideas a través del tiempo, para lo cual es necesario el aporte de diferentes personas desde las áreas teóricas y experimentales, para así generar en los estudiantes una comprensión de cómo se desarrolla la ciencia, en pos de su proceso de alfabetización científica respecto al trabajo científico. Asimismo, con la finalidad de alfabetizar científicamente a los estudiantes, las teorías, principios y planteamientos presentados en el vídeo se intentan presentar de la manera más sencilla posible, mostrando muy pocas ecuaciones, el desarrollo del vídeo pretende que los estudiantes comprendan las características e implicaciones principales de estas ideas. Por ejemplo, la única ecuación que se presenta y explica cómo tal es la ecuación de campo de la TRG de Einstein (minuto 9:20 del Vídeo. Clase 2), de la cual se señala el significado de cada lado de la expresión matemática, para luego explicitar esto a través de las palabras del astrofísico John Wheeler, las que permiten comprender el rasgo más importante de esta teoría: cómo se relaciona la presencia de masa con la forma que adopta el espacio-tiempo.

Además, considerando el enfoque CTS se presentan durante el vídeo ideas y conceptos que generaron un quiebre en la concepción que se tenía del mundo hasta cierta época: la pérdida de simultaneidad entre lo que observan dos sujetos, uno en movimiento y otro quieto, al observar un fenómeno luminoso; el desecho del concepto del éter por el planteamiento de la teoría de la relatividad especial, pasar de una dimensión espacial a una espacio-temporal, y el hecho de que este espacio-tiempo se curva por la presencia de materia o energía. Estas ideas en la actualidad son ampliamente aceptadas, es por ello que se van presentando en el vídeo de manera histórica, con el objetivo de que los estudiantes puedan apreciar que muchas de las ideas que para ellos son bastante comunes, como el vacío, tienen poco más de cien años en nuestra sociedad.

Por otro lado, los componentes visuales del vídeo buscan captar la atención del estudiante sin distraerlo del contenido del vídeo, por lo cual se ocuparon imágenes con fondos de colores llamativos y se integraron elementos comunes de la realidad del estudiante, como los *emojicons*. Se tiene una variación de colores de fondo en el vídeo, los cuales están relacionados con las secciones del vídeo, por ejemplo la sección que muestra los antecedentes teóricos y la TRG tienen un fondo verde, mientras que los modelos cosmológicos tienen un fondo lila. Además, con la finalidad de hacer más amena la visualización del vídeo, la forma en que se relacionan los científicos y sus ideas es similar a un historieta: cada científico aparece

con un cuerpo de caricatura y dialoga con otros a través de globos de diálogo, de igual modo se van presentando los postulados y teorías del vídeo, a través de estos globos.

Por otro lado el test diagnóstico, como antes se ha señalado, tiene por finalidad presentar parte de los científicos e ideas que se verán en el vídeo, siendo su objetivo principal que el estudiante una vez que haya finalizado la clase pueda notar cuánto ha variado su nivel de conocimiento respecto a lo allí preguntado. Por lo tanto, el test diagnóstico presenta dos actividades que se pueden realizar en pocos minutos, la tabla de apreciación de cuánto saben de los científicos y las preguntas de alternativas, en función del tiempo del cual se dispone para realizar clase (90 minutos) y de que el estudiante, desde un principio de la clase, tome una actitud de trabajo necesaria para el desarrollo de una clase de ciencias.

Finalmente, la guía grupal de actividades busca que el estudiante cree organizadores gráficos (línea de tiempo y mapas conceptuales) sobre la información que se ha presentado en el vídeo, de la cual se toma apuntes en la misma guía, con la finalidad de generar un aprendizaje visual de estos contenidos en pos de facilitar el logro del AE12. En primer lugar, luego de rellenar la tabla de la primera actividad de la guía, los estudiantes deben completar la línea de tiempo presente en ella, donde el énfasis de la línea de tiempo está en la temporalidad de los sucesos y no en explicitarlos. Esto debido a que el vídeo es reproducido una sola vez, por lo cual se torna difícil que los estudiantes puedan realizar una línea de tiempo centrada en explicar los sucesos presentados en el vídeo, además en el tiempo disponible para hacer la guía (aproximadamente 40 min) no es factible para realizar una línea más compleja. El objetivo de la realización de esta línea de tiempo, es que los estudiantes puedan repasar la cronología de los acontecimientos presentados en el vídeo, y que por ejemplo, les quede claro que los modelos cosmológicos fueron planteados luego de la presentación de la Teoría de la Relatividad general de Einstein. En segundo lugar, los estudiantes deben realizar las actividades dos y tres de la guía, en las cuales deben generar mapas conceptuales conectando entre sí los conceptos que se les da en una tabla, siendo el núcleo del mapa el término central ya puesto en la guía. A diferencia de la línea de tiempo, el mapa conceptual no está prediseñado, por lo tanto su apariencia queda a libertad del estudiante, quien puede disponer de la forma que quiera los conceptos de la tabla en éste, Sin embargo, la conexión entre los términos debe ser correcta, ya que la finalidad de la actividad dos y tres de la guía es que los estudiantes desarrollen sus habilidades de jerarquización y relación entre los contenidos tanto generales como específicos, siendo capaces de organizarlos gráficamente según su importancia, lo cual es característico del trabajo con organizadores gráficos para el proceso de aprendizaje visual.

Todas las actividades anteriormente descritas son evaluadas a través de los instrumentos de evaluación, que se explican en un apartado posterior a éste, cuyos criterios de evaluación apuntan efectivamente a los objetivos de trabajo que se persiguen con el desarrollo de la línea de tiempo y de los mapas conceptuales.

### 3.2.3 Tercera clase: Evidencias para un veredicto

La propuesta didáctica para la tercera clase muestra evidenciar que la Teoría del “Universo Estacionario” y la Teoría del “Universo en Expansión” no se encuentran totalmente completas para describir los fenómenos cosmológicos relacionados al origen del Universo y su desarrollo, por lo que se buscará revelar a los estudiantes los aportes que contribuirán a estas teorías para responder estas preguntas sin resolver y que posteriormente guiarán a una decisión sobre cual de estas teorías será el más aceptado por la comunidad científica según las aportes que estos eventos entreguen a los modelos en disputa. Los contenidos que se tratarán en esta clase estarán presentes en el libreto del vídeo detallado en el Apéndice 2.3.

El test individual de diagnóstico (ver Apéndice 3.3) consta de dos partes, en la primera de ellas se dispondrá de una tabla en la que se presentarán conceptos tales como: teoría, modelos, satélites, astrónomos, entre otros, los cuales estarán relacionados al video que los estudiantes verán posteriormente; la tabla (imagen 3.19.) posee tres opciones que deberán adecuarse al conocimiento que el estudiante tenga sobre dichos conceptos; las opciones son:(1) No se al respecto, (2) He escuchado al respecto y (3) Lo conozco y sé que se trata.

1) Marca con una X la opción que más se acomode a tus conocimientos respecto al siguiente listado de conceptos:

Conceptos	No sé al respecto	He escuchado al respecto	Lo conozco y sé de qué trata
Teoría del Big Bang			
Modelo de la Teoría del “Universo en Expansión”			
Modelo de la Teoría del “Universo Estacionario”			
Radiación de Fondo Cósmico			
Teoría Inflacionaria			
NASA			
Satélites			
Radiotelescopios			
Supernovas			
Universo Acelerado			
Energía Oscura			

Imagen 3.19. Primera actividad del Test diagnóstico n°3.

La segunda parte consta de una pregunta de alternativa (imagen 3.20) relacionada con el concepto conocido como “Teoría del *Big Bang*” la que servirá para hacer un precedente de lo que se verá en el vídeo.

- 2) Según lo que sabes sobre la Teoría del Big Bang, esta teoría:
- I) Es también conocida como la Teoría del Universo en Expansión.
  - II) Habla del final del Universo.
  - III) Se refiere a la explosión inicial del Universo.
- a) Sólo I
  - b) Sólo II
  - c) Sólo III
  - d) Sólo I y II
  - e) Sólo II y III

Imagen 3.20 Segunda actividad del Test diagnóstico n°3.

Posteriormente, luego del test diagnóstico, se procederá a la entrega de la guía grupal de actividades (ver Apéndice 4.3) que será ejecutada por los estudiantes en base a lo visto un vídeo proyectado referente a la tercera clase que está compuesto de imágenes, videos y sonidos (música, audios). El desarrollo de esta guía de actividades será por medio de los organizadores gráficos: mapas conceptuales y línea de tiempo, donde la información otorgada por el video es fundamental para completar las tres actividades propuestas.

Respecto al vídeo que se encuentra en el siguiente enlace <https://youtu.be/020348dpZxQ> relacionada a la clase tres, se mostrará inicialmente, a través de un combate en un ring de pelea (imagen 3.21), el modelo de la Teoría del “Universo Estacionario” defendido por Fred Hoyle versus el modelo de la Teoría del “Universo en Expansión” defendido por



Imagen 3.21. Enfrentamiento entre Fred Hoyle y George Gamow. Video Clase 3.

George Gamow, esta descripción será breve ya que en la clase anterior -Clase 2- se presentan dichas Teorías; al no existir un ganador de esta pelea por falta de evidencias que aporten a responder interrogantes respecto a los fenómenos referente el origen del Universo, se buscará llegar a un veredicto final presentando aportes y evidencias que guiarán a la resolución de este conflicto.

El video se expondrá en el formato de un noticiero -llamado “Cosmovisión”- donde se presentarán los aportes y evidencias de forma narrativa y cronológicamente. La primera evidencia que se presentará serán los datos obtenidos por el Radiotelescopio de Robert Wilson y ArnoPenzias (imagen 3.22) en el año 1964, el que a través de señales electromagnéticas recibidas por el Radiotelescopio también llamadas “radiación de fondo cósmico”, presenta un mapa de un Universo joven (imagen 3.23) que arroja que el Universo se encontró en algún instante del tiempo a una misma temperatura (homogénea).

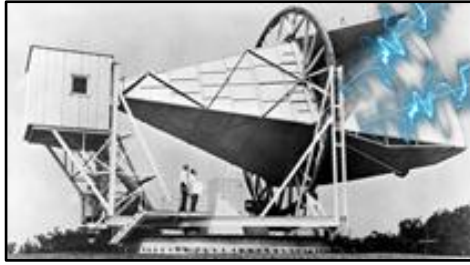


Imagen 3.22. Radiotelescopio de Wilson y Penzias. Vídeo Clase 3.

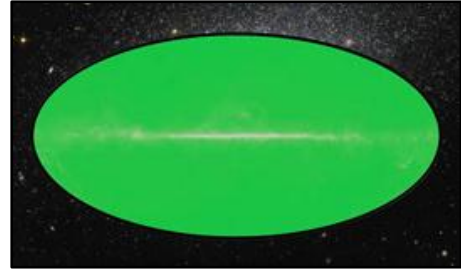


Imagen 3.23. Mapa de un Universo joven con temperatura homogénea. Vídeo Clase 3.

Luego el aporte realizado por Alan Guth en el año 1981 al publicar su “Teoría Inflacionaria” el que propone que inmediatamente después del *Big Bang* se produjo el fenómeno de la inflación (imagen 3.24), este evento da explicación a la imagen adquirida por Radiotelescopio de Wilson y Penzias la que muestra una temperatura homogénea y es porque el Universo estuvo en contacto térmico en algún momento, posteriormente se presentan las evidencias entregadas por

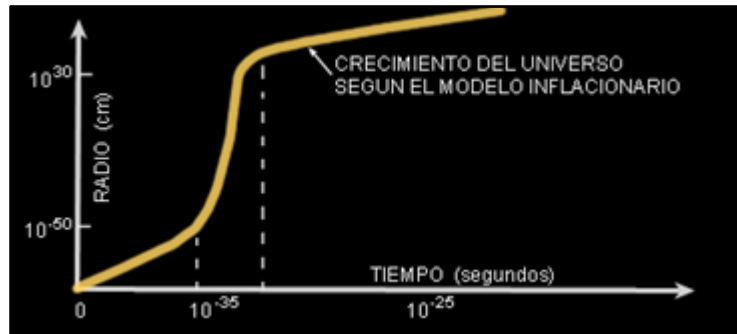


Imagen 3.24. Gráfica de la “Teoría Inflacionaria”. Vídeo Clase 3.

los satélites espaciales COBE (Explorador del Fondo Cósmico) y WMAP (Sondas Wilkinson de Anisotropías de Microondas). El satélite COBE (imagen 3.25) fue lanzado en el año 1989 y arrojó un mapa de un Universo joven en el que se presentan sectores con diferentes temperaturas (imagen 3.26), con variación mínima entre ellas.



Imagen 3.25. Satélite COBE. Vídeo Clase 3.

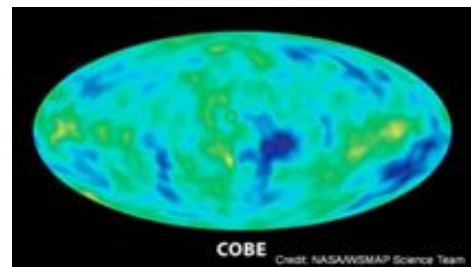


Imagen 3.26. Imagen de un Universo joven con pequeñas diferencias de temperaturas distribuida en sectores de colores. Vídeo Clase 3.

y el satélite WMAP (imagen 3.27) lanzado al espacio en el año 2001, presentan una mejor resolución y resultado sobre la variación mínima de las temperaturas representados con puntos (imagen 3.28), presentes en el Universo joven. Además, mejoró la estimación de la edad universo, entre otros datos.



Imagen 3.27. Satélite WMAP.  
Vídeo Clase 3.

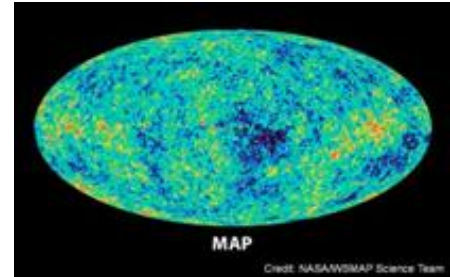


Imagen 3.28. Imagen Universo joven con pequeñas diferencias de temperaturas distribuida en puntos de colores.  
Vídeo Clase 3.

También están las evidencias encontradas por el Radiotelescopio CBI (Imagen de Fondo Cósmico) en el año 1999 (imagen 3.29), diseñada para captar desde la Tierra la radiación del fondo cósmico del Universo temprano y presentar otras aportes, entre ellos la presentación de un mapa de colores que representan las intensidades de la radiación (imagen 3.30).



Imagen 3.29. Radiotelescopio CBI.  
Vídeo Clase 3.

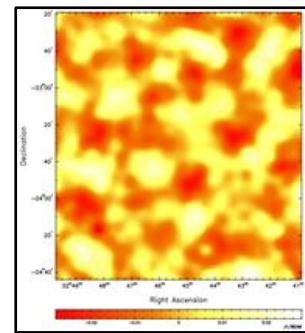


Imagen 3.30. Imagen de colores que representan la intensidad de la radiación de un Universo temprano. Vídeo Clase 3.

Y por último, el descubrimiento del “Universo en expansión acelerada” a través de las observaciones de las Supernovas tipo Ia (imagen 3.29) en el año 2011, que además sugiere la existencia de una fuerza repulsiva nombrada como “Energía Oscura” y que se opone a la fuerza de gravedad.

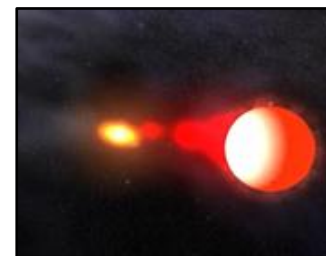


Imagen 3.31. Representación de Supernova Tipo Ia. Vídeo Clase 3

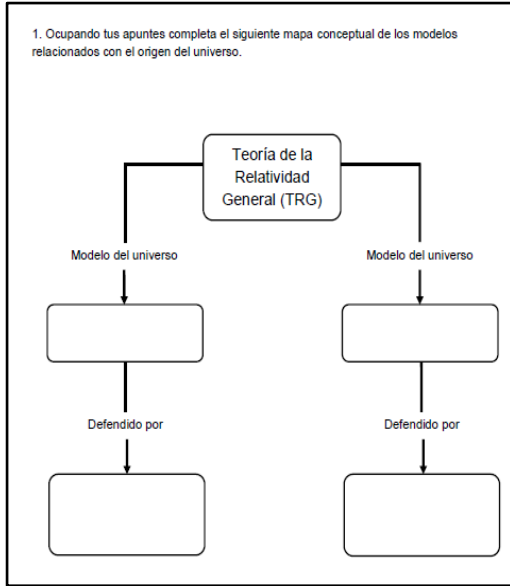


Imagen 3.32. Primera actividad de la Guía grupal de Actividades, Clase 3.

Para el desarrollo de la guía de actividades en conjunto con la información otorgada por el video correspondiente a esta clase, se debe obtener del video información el cual deberá ser escrito por los estudiantes en los espacios establecidos en la guía. La guía se divide en tres actividades, donde la primera y segunda actividad contempla mapas conceptuales y la tercera actividad una línea de tiempo. El primer mapa conceptual (imagen 3.32) será referente a los modelos relacionados al origen del Universo, y la segunda actividad es un mapa conceptual (imagen 3.33) respecto a los aportes que la Teoría del *Big Bang* incorporó a su modelo.

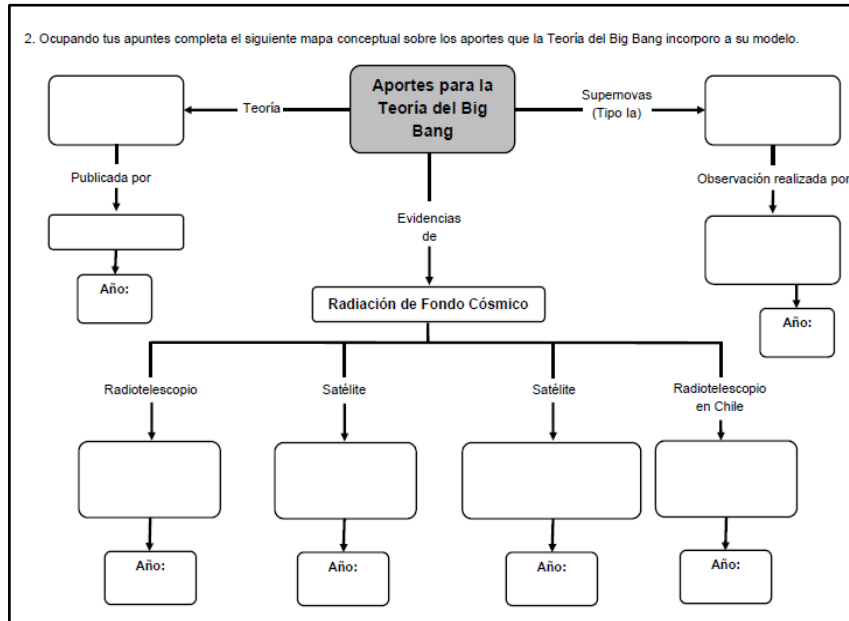


Imagen 3.33. Segunda actividad de la Guía grupal de Actividades, Clase 3.

En base al último mapa conceptual desarrollado por lo estudiantes, estos deberán completar una línea de tiempo (imagen 3.34) con los acontecimientos referentes a las evidencias observadas que nos guía a que el modelo de la Teoría del “Universo en Expansión” o también conocida como la Teoría del *Big Bang* sea la más aceptada por la comunidad científica.



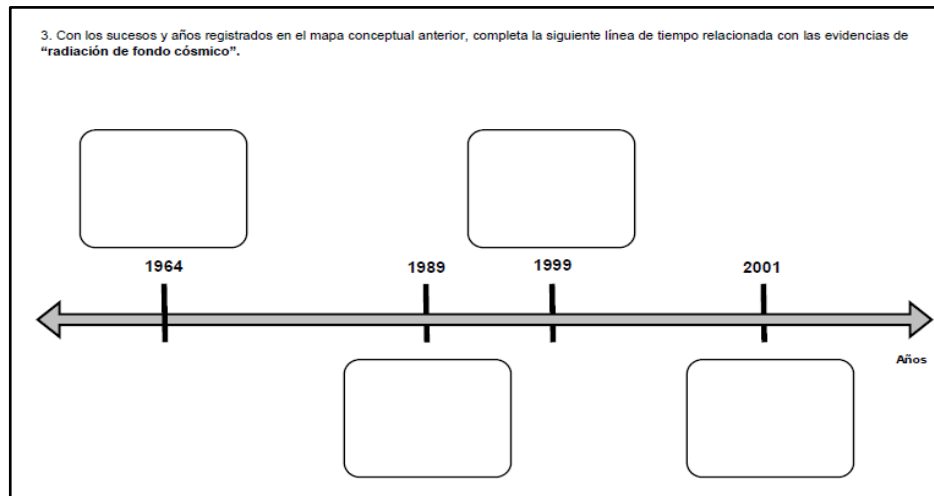


Imagen 3.34. Tercera actividad de la Guía grupal de Actividades, Clase 3.

Visto ya los tres elementos que componen la estructura de la tercera clase, a continuación se procederá a justificar el modo en como el test de diagnóstico individual, el video y la guía grupal de actividades fueron elaborados respectivamente.

El test diagnóstico tiene como propósito presentar conceptos (teorías, satélites, entre otros) que los estudiante verá en el vídeo correspondiente a esta clase, la cual tiene como objetivo mostrar el avance de conocimientos que ellos en el transcurso de la clase; por lo que para el desarrollo y revelación de estos conocimiento, el test de diagnóstico se dividirá en dos etapas la cual será ejecutada en aproximadamente cinco minutos. La primera etapa consta de una tabla de apreciación con tres opciones, se escogieron tres valoraciones ya que el estudiantes puede conocer o no estos conceptos señalados, pero también está la opción de que quizás haya escuchado,, y la segunda etapa presenta una pregunta relacionada con la teoría que más se mencionara en el video siendo ésta la ganadora del veredicto final de la disputa gracias a los aportes y evidencias presentados.

Respecto al vídeo presentado en la tercera clase, el cual estará presentado de forma narrativa y apoyado con imágenes, videos, audios y sonidos; comenzará inicialmente la Teoría del Universo Estacionario y la Teoría del Universo referentes a la Teoría de la Relatividad General y mencionada en la actividad de la clase anterior, por lo que el video inicia presentando estas teorías por medio de una disputa en un ring entre dos representantes, Fred Hoyle y George Gamow respectivamente. Esta disputa se desarrolla dentro de una combate ya que en la

actualidad es popular este tipo de deporte, en el que hay un ganador y perdedor, pero donde cada uno muestra sus destrezas para salir victorioso.

Posteriormente para el desarrollo del video, el cual se narra por medio de un noticiero de televisión y en el que se presentan los aportes y evidencias ayudarán a obtener un veredicto final sobre cuál de las dos teorías mostradas será la más aceptada por la comunidad científica; este desarrollo tendrá un orden cronológico. Las explicaciones de los aportes y evidencias serán pertinentes al nivel de los estudiantes, por lo que no hay presencia de fórmulas o cálculos que dificulten la comprensión de dichos fenómenos, cabe mencionar que se mostrará una gráfica (imagen 3.22) relacionada a la “Teoría Inflacionaria” la cual solo presentada para la observación de la inflación que el Universo experimenta después del *Big Bang*. Cabe mencionar que todo lo visto en este video cumple con los AE12 especificados por el MINEDUC.

El video está directamente vinculado con las tres áreas que comprenden el enfoque CTS, ya que la ciencias al estar en un constante desarrollo y necesidad de expandir sus conocimientos por medio de descubrimientos, se ve en la obligación de buscar en los avances tecnológicos las herramientas necesarias para concretar este propósito; lo que posteriormente conlleva a que estos descubrimientos y aportes generen un impacto en la sociedad y una vinculación con ella.

Por otro parte, los elementos visuales del vídeo busca que los contenidos sean llamativos para los estudiantes presentando los acontecimientos por medio de videos breves, música de fondo, para generar un hilo conductor, e imágenes editadas y contextualizadas como por ejemplo en algunas imágenes se utilizan *emoticons*. La idea es que las imágenes y videos se entiendan por sí solas o el sentido que el narrador le quiere dar.

Para finalizar, la guía grupal de actividades consta de tres actividades las cuales son exclusivamente desarrolladas en base a organizadores gráficos: dos mapas conceptuales y una línea de tiempo, que se completarán según los datos obtenidos por los estudiantes relacionados a los temas expuestos en el video. Los apuntes que el estudiante debe tomar durante la proyección del video, esta guía tendrá una sección destinada para ello. Se escogieron los organizadores gráficos para el desarrollo de las actividades ya que son de gran ayuda para una mejor visualización de conceptos y contenidos.

Los mapas conceptuales y la línea de tiempo solo le solicitan al estudiante que complete los cuadros destinados a cada aporte, evidencia o descubrimiento, señalando por medio de conectores el lugar donde debe ir cada acontecimiento por medio de las “pistas” entregadas, las cuales se relacionan con sus apuntes, por lo que este desarrollo de actividad tiene un bajo nivel

de complejidad, solo se le pide al estudiante prestar atención al video, tomar apuntes de él y luego traspasar esta información a los organizadores gráficos.

Las actividades propuestas para la guía grupal de actividades para la tercera clase, son evaluadas a través tres listas de cotejo relacionada y contextualizada directamente con cada actividad, la cual es un instrumento de evaluación.

### **3.3 Indicaciones al docente**

El objetivo de esta propuesta didáctica es enriquecer el ejercicio docente en el desarrollo de los contenidos de cosmología, para lograr de manera íntegra el AE12 de Física del cuarto año de enseñanza media, es por ello que esta propuesta también cuenta con indicaciones para que los profesores (ver Apéndice 5) puedan implementar de la mejor forma las tres clases que componen la secuencia didáctica. Es así como las indicaciones al docente se presentan como un material de apoyo a la hora de ejecutar las clases, ya que en ellas se explicitan los pasos a seguir para la realización de las tres clases de la secuencia, recalcando ciertas consideraciones que se deben tener en vista de los objetivos y planteamiento de la propuesta.

En primera instancia, se presentan las indicaciones al docente que son compartidas para las tres clases de la secuencia, las cuales se desglosan en tres grandes ítems: consideraciones previas a la ejecución de las clases, indicaciones para la realización de las clases, y sugerencias para la evaluación de éstas, las cuales se resumen a continuación:

- Las consideraciones previas se enfocan en que el docente esté preparado para llevar a cabo la propuesta didáctica, contando con los materiales y dispositivos necesarios para su implementación.
- Las indicaciones para la realización de las clases se dividen en tres partes: consideraciones para el inicio de la clase, para su desarrollo y para su cierre. Las indicaciones para el inicio de las tres clases es sucinta, ya que en las indicaciones específicas de cada una se detalla qué se debe hacer en el inicio de la sesión. Por su parte, las indicaciones para el desarrollo de la clase son más explícitas, se explican en ellas cómo el docente debe proceder para que los estudiantes realicen el test diagnóstico, la visualización del vídeo con su toma de apuntes, y el trabajo grupal en la guía de actividades. Finalmente, las indicaciones generales para el cierre de las tres clases se enfocan en guiar al docente en cómo debe realizar la puesta en común de los criterios y conceptos trabajados en las líneas de tiempo y mapas conceptuales.

- Las sugerencias para la evaluación de las tres clases se centran en recordar al docente que tiene a su disposición rúbricas holísticas y listas de cotejo, para evaluar tanto aspectos actitudinales como los productos que los estudiantes han generado en sus guías de actividades, sugiriendo al docente que registre los errores más comunes en pos de aportar al proceso de aprendizaje visual del estudiante.

Posteriormente, en las indicaciones al docente se presentan consideraciones y sugerencias particulares de cada clase, destacándose las diferencias entre las indicaciones para el inicio de cada una de las sesiones de la secuencia, así como también preguntas diferentes para el cierre de cada una de las clases, preguntas que apuntan a generar una conversación reflexiva de los estudiantes en torno a las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad que han presenciado en el vídeo visto en la clase, lo cual ha sido reforzado en el desarrollo de las guías. Por otra parte, para apoyar la evaluación de cada clase, en esta sección de las indicaciones se presentan modelos de líneas de tiempo y mapas conceptuales realizados con los mismos conceptos presentes en la guía, para que el docente tenga una pauta desde la cual guiarse para la corrección de estos organizadores gráficos realizados por los estudiantes. Es importante señalar que, en esta parte de las indicaciones para las clases uno y dos se hace hincapié al docente de que no debe esperar que los estudiantes realicen exactamente los mismos mapas conceptuales, ya que el diseño de éstos ha quedado a libertad de los estudiantes, teniendo que revisar en los mapas de ellos la correcta conexión de los términos que los integran.

### **3.4 Instrumentos de evaluación de la propuesta**

Para evaluar tanto del trabajo en clase, como los productos que los estudiantes generen en las actividades (líneas de tiempo y mapas conceptuales) durante el desarrollo de la propuesta, se utilizan dos instrumentos de evaluación: rúbricas holísticas, para actitudes y mapas conceptuales, y listas de cotejo, para líneas de tiempo y mapas conceptuales; con la finalidad de evaluar de manera objetiva y específica las tareas que realizan los estudiantes, utilizando un conjunto de criterios y estándares relacionados con los objetivos de aprendizaje deseados. Estos instrumentos de evaluación se encuentran en el Apéndice 6.

Para la primera clase, la guía de actividades grupal propuesta consta de tres actividades, la primera de ellas consiste en la realización de un línea de tiempo, el cual será evaluado con una lista de cotejo específica para dicha actividad, la que se muestra en la imagen 3.35. En esta lista se integran criterios relacionados con la construcción del mapa conceptual, como por ejemplo ubicar cronológicamente los personajes y los hitos históricos en la línea de tiempo.

Lista de cotejo “Línea de tiempo”. Actividad 1		
Indicadores	Si	No
Ubica cronológicamente los personajes en la línea de tiempo.		
Ubica cronológicamente los hitos históricos en la línea de tiempo.		
Relaciona de manera adecuada los hitos históricos con su determinado personaje		

Imagen 3.35 Lista de cotejo para la primera actividad.

Actividades de la Clase 1.

Luego, la segunda actividad de esta clase pretende que el estudiante realice un mapa conceptual, con conceptos dados en una tabla y un término central dado, esta actividad será evaluada a través de una rúbrica holística que cuenta con los siguientes criterios de evaluación: “concepto principal”, “proposiciones”, “jerarquía” y “relación entre conceptos”, criterios que son evaluados en cuatro niveles o escalas de evaluación; en la Imagen 3.36 se presenta una parte de esta rúbrica. Finalmente, en la tercera actividad de la guía de esta clase, no se utiliza ningún instrumento de evaluación, ya que es una actividad que consiste en clasificar galaxias basándose en la clasificación morfológica que realizó Hubble.

Criterios	Excelente (3 puntos)	Bueno (2 puntos)	Suficiente (1 punto)	Insuficiente (0 punto)	Puntaje
<b>Concepto principal</b>	El concepto principal es adecuado y pertinente con el tema y la pregunta de enfoque	El concepto principal es relevante dentro del tema pero no presenta pregunta de enfoque.	El concepto principal pertenece al tema, pero no se fundamenta ni responde a la pregunta de enfoque.	El concepto principal no tiene relación con el tema ni presenta pregunta de enfoque.	

Imagen 3.36. Parte de la rúbrica de evaluación para los mapas conceptuales.

Actividades de la Clase 1 y la Clase 2.

La guía propuesta para la segunda clase consta de tres actividades, la primera de ellas en su parte (b), consiste en la realización de una línea de tiempo, en la cual se presentan los aportes a la física más relevantes presentados en el vídeo, esta actividad será evaluada con la misma lista de cotejo, presentada en la imagen 3.33. Posteriormente, para las actividades dos y tres solicitan la realización de mapas conceptuales, integrando conceptos dados en una tabla y un término central, los cuales son evaluados con la misma rúbrica que se utiliza para evaluar los mapas generados en la primera guía, ya que esta rúbrica permite evaluar mapas de distintos temas bajo un mismo conjunto de con criterios y niveles.

Finalmente, para la tercera clase se tiene una guía que consta de tres actividades, las cuales son evaluadas a través de listas de cotejo, existiendo una para cada actividad. En la primera actividad de la guía se pretende que los estudiantes completen un breve mapa conceptual prediseñado, el cual será evaluado con la lista de cotejo que se presenta en la imagen 3.37, cuya finalidad es evaluar si los estudiantes han ubicado los términos correctamente en el mapa, ya que el diseño de éste ya integra las palabras enlace.

<b>Lista de cotejo “Mapa Conceptual”. Actividad 1</b>		
<b>Indicadores</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
Señala en el cuadro correspondiente la Teoría del “Universo Estacionario”.		
Señala en el cuadro correspondiente la Teoría del “Universo en Expansión”.		
Señala en el cuadro correspondiente al astrónomo que defiende el modelo la Teoría del “Universo Estacionario”.		
Señala en el cuadro correspondiente al astrónomo defiende el modelo la Teoría del “Universo en Expansión”.		

Imagen 3.37 Lista de cotejo para el primer mapa conceptual Actividad de la Clase 3.

Para la segunda actividad de esta guía, se propone que los estudiantes realicen otro mapa conceptual prediseñado, con algunos conceptos alrededor un término central, el cual se evalúa mediante una lista de cotejo específica, Imagen 3.38, que cuenta con indicadores enfocados a la relación existente entre los conceptos y la correcta ubicación de éstos.

Lista de cotejo "Mapa Conceptual". Actividad 2		
Indicadores	Logrado	No Logrado
Señala en el cuadro correspondiente la Teoría que fue un considerada un aporte para la Teoría del <i>Big Bang</i> .		
Señala en el cuadro correspondiente las evidencias consideradas para la Teoría del <i>Big Bang</i> .		
Señala en el cuadro correspondiente, según la secuencia del vídeo las evidencias.		
Señala en el cuadro correspondiente las observaciones estudiadas a través de las Supernovas (Tipo Ia) consideradas como aporte para la Teoría del <i>Big Bang</i> .		
Señala en el cuadro correspondiente los astrónomos relacionados a los aportes y evidencias considerados para la Teoría del <i>Big Bang</i> ,		
Señala en el cuadro correspondiente las fechas -años- correspondientes a los aportes y evidencias considerados para la Teoría del <i>Big Bang</i> .		

Imagen 3.38. Lista de cotejo para el segundo mapa conceptual  
Actividad de la Clase 3

Para finalizar las actividades de esta guía, se plantea que el estudiante realice una línea de tiempo, indicando los sucesos y años más importantes del estudio de la radiación de fondo cósmico. Esta actividad será evaluada con una lista de cotejo que se aprecia en la imagen 3.39, la cual tiene por finalidad evaluar que los estudiantes ordenen cronológicamente los hechos, indicando el año y los científicos que corresponden a cada periodo.

Lista de cotejo "Línea de tiempo". Actividad 3		
Indicadores	Si	No
Señala cronológicamente las evidencias consideradas en la Teoría del <i>Big Bang</i> .		
Señala correctamente los nombres de las evidencias correspondientes al año entregado en la línea de tiempo.		
Señala correctamente los astrónomos vinculados a cada una de las evidencias consideradas para la Teoría del <i>Big Bang</i> .		
Señala información adicional a las evidencias consideradas para la Teoría del <i>Big Bang</i> .		

Imagen 3.39 Lista de cotejo para las líneas de tiempo  
Actividades de la Clase 3.

Todos los instrumentos de evaluación anteriormente descritos, se enfocan en evaluar las habilidades que el estudiante articula para poder realizar los organizadores gráficos solicitados. Como ya se ha descrito en el capítulo anterior, el uso de organizadores gráficos, en este caso mapas conceptuales y líneas de tiempo, son estrategias de aprendizaje visual en la que los estudiantes conjugan habilidades específicas para poder diseñar o completar éstos, estas habilidades se relacionan con su representación visual de los patrones e interrelaciones que tienen sobre la información con la que se trabaja, teniendo que procesar, organizar, priorizar, e integrar los conceptos en base a sus conocimientos previos. Es por ello que, las rúbricas y listas de cotejo anteriormente descritas centran sus criterios en evaluar estas habilidades, ya que las ventajas del trabajo con organizadores gráficos radica en que el docente puede apreciar a través de éstos la comprensión que el estudiante tiene de un conjunto de ideas, ya que las ha organizado visualmente según la conexión que él considera que existe.

Por otro lado, también es de interés evaluar durante la implementación de la propuesta las actitudes de los estudiantes, los cuales el MINEDUC plantea como objetivos de aprendizaje que los estudiantes tienen en la clase de ciencias. Dentro de las actitudes de la propuesta didáctica se encuentran descritas -por ser destacadas- las siguientes: curiosidad e interés ante eventos que conforman el entorno natural; rigurosidad, honestidad y perseverancia en el trabajo en clases para lograr los aprendizajes de éstas; responsabilidad e interacción colaborativa en los trabajos en equipo, donde se debe aportar y enriquecer el trabajo común (MINEDUC, 2013a). Por lo tanto, para la realización de las tres clases, se sugiere al docente la evaluación de las actitudes que tienen los estudiantes durante el desarrollo de las actividades de la secuencia didáctica. Es por ello que, para la realización de las tres clases, se sugiere al docente la evaluación de las actitudes que tienen los estudiantes durante el desarrollo de las actividades de la secuencia didáctica, mediante una autoevaluación, parte de ésta se presenta en la imagen 3.40. Esta herramienta permite que los estudiantes valoren su proceso de enseñanza y aprendizaje.

Criterios	Indicadores	Valoración				
		5	4	3	2	1
1. Participación en el desarrollo de la clase	Puse atención y tomé apuntes mientras el video fue reproducido.					
	Participé en la clase dando opiniones, realizando preguntas o contestándolas.					
	Mostré interés frente al tema expuesto en la clase					

Imagen 3.40. Parte de la autoevaluación para las actitudes en clase.



### **3.5 Validación de la propuesta**

Con la finalidad de presentar una propuesta sólida para apoyar el proceso de enseñanza de los contenidos relacionados con el AE12, es que se ha validado esta propuesta a través de la opinión de expertos, quienes son un conjunto de docentes con cinco años o más en ejercicio profesional, y que hayan realizado clases en el nivel al cual va dirigido esta propuesta. La validación fue realizada mediante una escala de Likert, con cinco escalas de evaluación: 1 completamente de acuerdo, 2 de acuerdo, 3 ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4 en desacuerdo y 5 completamente en desacuerdo, para declarar el nivel de acuerdo respecto a diferentes criterios consultados en torno a los materiales utilizados en las clases: test diagnóstico individual, vídeos y guías de actividades grupales. El total de encuestas de validación contestadas fueron nueve, tres por cada clase de la propuesta didáctica, por tanto a continuación se hace una descripción de los resultados de la validación de cada una de las tres clases de la propuesta.

#### **3.5.1 Validación de la propuesta Clase 1**

La encuesta de validación se realizó a tres expertos con la finalidad de evaluar la calidad del material realizado para la primera clase. Este material consta de cuatro partes, en la primera de ellas se pide al experto evaluar el test diagnóstico mediante una escala Likert que evalúa indicadores como redacción y dificultad de las preguntas. Mientras que en la segunda parte se evalúa la calidad de la imagen, audio, presentación, pronunciación y contenidos del video, de la misma manera, en la tercera parte se evalúa la guía grupal de actividades con indicadores que evalúan el desarrollo de la actividad y su correcta realización, además de validar que estas actividades estén, y por último se expone un cuadro donde los expertos plantean sus comentarios generales sobre la guía de actividades grupal.

En primer lugar, se analizan las evaluaciones que los expertos realizaron en el test diagnóstico, donde se aprecia que la mayoría de las opiniones están completamente de acuerdo con los indicadores que plantea la validación, como por ejemplo “la redacción de las preguntas de la prueba de diagnóstico es clara y entendible”, “las preguntas abordan los contenidos sobre Universo para cuarto año medio”, “para un experto es fácil identificar la alternativa correcta” y “las alternativas propuestas como distractores son verosímiles”, sin embargo uno de los expertos no está completamente de acuerdo con la dificultad de las preguntas del test diagnóstico, ya que consideran que no es el apropiado para el nivel de cuarto año media.

Mientras que en la segunda actividad, la cual está relacionada con el video, la mayoría de los expertos plantean que el audio del video no es de buena calidad, por otro lado, todos los expertos están de acuerdo con que la duración del video es la adecuada, también que la pronunciación de la voz, la calidad de la imagen y los contenidos abordados son de buena calidad y pertinentes.

En tercer lugar, se analizan las apreciaciones realizadas por los expertos en la guía de actividades grupales, donde indicadores como “la redacción de la guía es clara y comprensible para el nivel de cuarto año medio”, “las actividades pueden ser íntegramente realizadas basándose en los contenidos entregados en el video”, “la complejidad de las actividades es apropiada para el nivel de cuarto año medio”, entre otros, mostraron que los expertos estaban completamente de acuerdo con ellos. Sin embargo, en el indicador “los organizadores gráficos (mapa conceptual y línea de tiempo) son los adecuados para cada actividad” un experto sólo se mostró de acuerdo con el indicador, mientras que otro experto tuvo una apreciación ni acuerdo ni en desacuerdo con que “ la actividad completa es posible de realizar en el tiempo propuesto”, argumentando que las actividades de carácter grupal necesitarán de un mayor tiempo de desarrollo para que los estudiantes puedan crear discusiones en torno a cada una de las actividades.

Por último, en la sección de comentarios, los expertos se refieren a que el audio del video no es el adecuado y que el discurso podría ser más pausado para fomentar la toma de apuntes, los cuales, plantea otro experto, podrían estar preestablecidos en forma de conceptos claves, para que en base a ellos el grupo curso tome apuntes, como una forma de dirigir la atención. Mientras que los comentarios realizados, referidos a la guía grupal, apuntaban a que las actividades daban el espacio para que los estudiantes debatieran y discutieran con respecto a los temas tratados en el video, y finalmente se plantea que falta una actividad propuesta para la reflexión grupal a modo de conclusión o cierre

Con respecto a la temática del video, uno de los expertos comenta que se podría profundizar más en las Leyes de Kepler y en los descubrimientos que realizó Edwin Hubble. Además propone, en la parte de la clasificación morfológica de las galaxias, para captar la atención de los estudiantes, realizar un zoom en cada tipo de galaxia y mostrar una imagen similar a la que posteriormente se mostrará para la actividad dos, donde los estudiantes deben clasificar distintas galaxias según la clasificación que realizó Hubble, con la finalidad de sea más fácil reconocerlas en dicha actividad.

Según lo anterior se puede apreciar que ningún experto estuvo “completamente en desacuerdo” con los criterios e indicadores utilizados para validar la propuesta, y por el contrario, la mayoría de sus calificaciones estaban en el nivel de evaluación “completamente de acuerdo” o “de acuerdo” con la propuesta didáctica para la primera clase.

### **3.5.2 Validación de la propuesta Clase 2**

Para la validación de los materiales de la segunda clase de la secuencia, se realizó la encuesta de validación a tres expertos diferentes, quienes debieron dar su apreciación en torno al test de diagnóstico individual, vídeo de la clase y guía de actividades grupales, con la finalidad de evaluar la calidad del material generado para esta clase.

En primer lugar, se analizan las apreciaciones referidas al test diagnóstico individual de la segunda clase, en donde todos los profesores indicaron con un nivel 1 de acuerdo (completamente de acuerdo) los siguientes criterios: “Las preguntas abordan los contenidos sobre Universo para cuarto año medio”, “La dificultad de las preguntas de este ítem es apropiada para el nivel de cuarto año medio”, “La redacción de las indicaciones de la primera actividad es entendible”, “Las alternativas propuestas como distractores son verosímiles”; lo cual quiere decir que la forma en que están planteadas las preguntas del test diagnóstico individual son correctas, siendo éstas entendibles y verosímiles. Por otra parte, dos de los tres expertos indicaron con un nivel 1 de acuerdo y uno de ellos con un nivel 3 de acuerdo (Ni de acuerdo ni en desacuerdo) los siguientes criterios: “Para un experto, los científicos presentados en la primera actividad son conocidos”, “Para un experto es fácil identificar las alternativas correctas”, el experto que evalúa no estar ni de acuerdo ni en desacuerdo, declara que algunos de los nombres de científicos presentados en el test le eran desconocidos, lo cual no influye en el objetivo del test, ya que se espera que los estudiantes tampoco tengan conocimientos al respecto.

En segundo lugar, se analizan las apreciaciones relacionadas al vídeo destinado para esta clase, en donde todos los profesores indicaron con un nivel 1 de acuerdo los siguientes criterios: “La duración del video es adecuada para lograr mantener la atención del curso”, “La calidad de imagen del video es apropiada para ser exhibido en aula frente a curso”, “Las imágenes presentadas a lo largo del vídeo son pertinentes al tema tratado”, “Los recursos visuales utilizados en el vídeo son cercanos al contexto de los estudiantes, de modo que

puedan llamar su atención”, “Los contenidos abordados en el video están expuestos de manera secuencial (siguiendo un orden cronológico)”;

lo que sugiere que los contenidos y recursos visuales han sido seleccionados y articulados correctamente, en vista del objetivo que persigue el vídeo. Por otra lado, dos de los tres expertos indicaron con un nivel 1 de acuerdo y uno de ellos con un nivel 2 de acuerdo (De acuerdo) el siguiente criterio: “El audio del video es claramente entendible”; lo cual puede considerarse para perfeccionar el vídeo ya elaborado, mejorando la velocidad de éste para que el mensaje sea entendible para todo público.

Por último, se analizan las apreciaciones referentes a la guía de actividades grupal, en donde todos los profesores indicaron con un nivel 1 de acuerdo los siguientes criterios: “Las actividades son posibles de realizar en el tiempo propuesto (40 min aprox.)”, “Las actividades pueden ser íntegramente realizadas basándose en los contenidos entregados en el video”, “La complejidad de las actividades es apropiada para el nivel de cuarto año medio”, “Las actividades de la guía favorecen el trabajo colaborativo”, “En la segunda y tercera actividad, los mapas conceptuales pueden ser realizados con los conceptos presentados en las tablas”; lo que sugiere que las actividades planteadas en la guía se pueden realizar utilizando los conceptos vistos en el vídeo, y que éstas pueden realizarse en el tiempo presupuestado con anterioridad. Mientras que, dos de los tres expertos indicaron con un nivel 1 de acuerdo y uno de ellos con un nivel 2 de acuerdo los siguientes criterios: “La redacción de la guía es clara y comprensible para el nivel de cuarto año medio”, “En la primera actividad, la línea de tiempo (parte b) puede ser realizada con los datos registrados en la tabla (parte a)”, “En la segunda y tercera actividad, la conexión entre los conceptos de la tabla y el término central se puede identificar”; lo cual muestra que todos los expertos están de acuerdo -en diferente grado- en que la guía es clara y comprensible para el nivel, y que las actividades pueden ser realizadas con los contenidos vistos en el vídeo. Finalmente, dos de los tres expertos indicaron con un nivel 1 de acuerdo el siguiente criterio: “En la segunda y tercera actividad, la cantidad de conceptos presentados en la tabla es pertinente para la realización del mapa conceptual (insuficiente, suficiente, excesiva)”, mientras que uno de ellos contestó “Suficiente”, lo que sugiere que los contenidos presentados para realizar los mapas conceptuales son los pertinentes para poder realizar éstos.

Además de las evaluaciones a través de las escalas de apreciación, los expertos tuvieron un espacio para dejar comentarios respecto al material analizado, donde uno de los expertos destaca el enfoque CTS que se le da al desarrollo de los contenidos en el vídeo, además de declarar “Se hace una buena transposición didáctica y me gusta que se expliquen y den

ejemplos”. Otros comentarios de los expertos apuntan a aspectos que ya han sido considerados en las indicaciones al docente, tales como: indicaciones sobre toma de apuntes mientras se reproduce el vídeo, dificultades en la creación de los mapas conceptuales, y las finalidades de la realización de estas actividades, lo cual se aborda en la reflexión en torno a la relación ciencia, tecnología y sociedad que se hace al cierre de esta clase.

Según lo anterior, ninguno de los expertos estuvo en desacuerdo con los criterios de evaluación planteados para analizar los materiales de la clase 2 de la propuesta didáctica, lo que implica que no hay que realizar una reformulación de los materiales ya elaborados, como por ejemplo la claridad del audio del vídeo de esta clase.

### **3.5.3 Validación de la propuesta Clase 3**

Para la Clase 3 se realizó la validación del test de diagnóstico individual, del video educativo y de la guía de actividades grupal a través de la opinión de tres diferentes expertos, quienes a través sus apreciaciones, por medio de los indicadores de valoración propuestos, valoraron los materiales presentados.

La validación para el test de diagnóstico individual de la tercera clase consta de cinco indicadores, el primero de ellos propone que la redacción de las preguntas del test son clara y entendible por lo que dos de los tres expertos consideraron que estaban “totalmente de acuerdo” con este indicador, pero el tercer experto no se encontró “ni de acuerdo, ni en desacuerdo”, no realizó comentarios al respecto. El segundo indicador enuncia “La dificultad de las preguntas de este ítem es apropiada para el nivel de cuarto año medio”, dos de los expertos están “totalmente de acuerdo” con el grado de dificultad presentado, pero un tercer experto encontró que debería existir un mayor desafíos para los estudiantes (el test es muy simple), por lo que se encuentra “en desacuerdo” con este indicador. El tercer indicador apunta a que si las preguntas presentadas abordan los contenidos sobre Universo para cuarto año medio, la respuesta fue positiva por parte de dos expertos al tasar este indicador con la valoración 1 (totalmente de acuerdo), sin embargo uno de los expertos señala que no está de acuerdo con este indicador, por lo que sugiere que se debería presentar el contexto histórico en el cual se desarrollan las ideas y que se debe mejorar los métodos didácticos implementados. Para el cuarto indicador, los tres expertos encuestados consideraron que para un experto es fácil identificar la alternativa correcta en las preguntas, se encuentran “totalmente de acuerdo” con este indicador. Y el último indicador plantea que las alternativas de las preguntas propuestas como distractores son verosímiles, dos de los expertos estimaron que estaban “totalmente de

acuerdo”, pero el tercer experto se encontró “en desacuerdo” con este indicador (no presentó el porqué de su valoración).

Para la validación del vídeo educativo de la tercera clase se presentaron cinco indicadores de los cuales tres de ellos fueron calificados con la escala de valoración más alta (totalmente de acuerdo) por la totalidad de los expertos, los indicadores son: “La duración del video es adecuada para lograr mantener la atención del curso”, “La calidad de imagen del video es apropiada para ser exhibido en aula frente a curso” y “Los contenidos abordados en el video están expuestos de manera secuencial (siguiendo un orden cronológico)”. Por otro lado, un cuarto indicador plantea que el audio del video presentado es de buena calidad, dos de los tres expertos se encuentran “totalmente de acuerdo” con este indicador, pero un tercer experto solo se encuentra “de acuerdo” ya que considera que a una de las presentadoras del noticiero en ocasiones no se le escucha fuerte y claro. Y para el quinto indicador, dos expertos hallaron que la pronunciación de la voz en off se entiende claramente, pese a esto, el tercer experto sugiere que debería ser mejorada la dirección, por lo que solo se encuentra “de acuerdo” con este indicador.

Y por último, la validación de la guía de actividad grupal se divide en cinco indicadores; el primero de ellos apunta al tiempo propuesto para la realización de la actividad, los expertos se encuentran “totalmente de acuerdo” con lo expuesto; el segundo indicador señala que “La redacción de la guía es clara y comprensible para el nivel de cuarto año medio, la opinión de los expertos fue valorizada en la escala “de acuerdo” y “totalmente de acuerdo”. El tercer indicador plantea que las actividades pueden ser desarrolladas íntegramente en base a los contenidos entregados en el video por lo que se encuentran “totalmente de acuerdo” dos de los experto, en cambio el tercer experto se encuentra “en desacuerdo” pero no emite opinión al respecto. Para el cuarto indicador dos expertos están “totalmente de acuerdo” con que la complejidad de las actividades a realizar son apropiadas para el nivel de cuarto año medio, sin embargo un experto se encuentra en desacuerdo con la opinión de sus pares, ya que considera que son sencillas las actividades al solo necesitar completar los organizadores gráficos. Y el quinto indicador el cual señala que “Las actividades de la guía favorecen el trabajo colaborativo”, un experto está “totalmente de acuerdo” con esto, pero los otros dos expertos señalan que están de acuerdo, ya que consideran que se debería agregar una actividad de debate grupal.

## Conclusiones

En este capítulo se presentan las conclusiones con respecto al desarrollo de la propuesta didáctica para la enseñanza de contenidos sobre cosmología para propiciar el AE12 del sector de Física para cuarto año medio, en el marco del currículum nacional vigente. Este análisis se basa principalmente en el contraste de los recursos, materiales y validaciones de la propuesta con su objetivo general y objetivos específicos, correspondientes a la elaboración de una propuesta para la enseñanza de conceptos de cosmología y su desarrollo histórico, la cual fue confeccionada articulando diversos recursos teóricos y didácticos, tales como: organizadores gráfico (mapas conceptuales y líneas de tiempo) presentes en guías de actividades, para promover la apropiación de estos contenidos a través de estrategias de aprendizaje visual; material audiovisual original elaborado especialmente para la propuesta didáctica, con la finalidad de presentar desde un enfoque CTS los conceptos cosmológicos para promover el proceso de alfabetización científica de los estudiantes. A esto se integra el objetivo de elaborar instrumentos para evaluar el trabajo realizado por los estudiantes, como las rúbricas y listas de cotejo para los productos realizados por los estudiantes en las guías de actividades, así como también autoevaluaciones para reflexionar en torno a las actitudes de trabajo y los aprendizajes en torno a las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad vistos durante las clases; sumándose la elaboración de indicaciones al docente, con la finalidad de realizar de manera adecuada cada una de las clases que plantea la propuesta didáctica. Como último objetivo, se fijó la validación del material a utilizar en clases: test diagnóstico individual, vídeos y guías de actividades grupales, según la opinión de docentes de física con más de cinco años de ejercicio y que hayan realizado clases en el nivel al cual va dirigida la propuesta.

La necesidad de la propuesta surge desde la consideración de todos los cambios que ha tenido el currículum nacional en estos últimos 25 años, donde se aprecia que el nivel de contenidos relativos a Ciencias de la Tierra y el Universo a desarrollar durante los años de escolaridad ha ido aumentando, ya que en inicio el Marco Curricular planteaba que éstos sólo se vieran en el nivel de segundo año medio, en contraste con los actuales documentos vigentes: decretos nº254, nº256 y las Bases Curriculares (BC), donde se exige que estos contenidos deben ser vistos durante todo el proceso de escolarización, aumentando la complejidad de los conceptos estudiados según el nivel de los estudiantes. En particular, para el cuarto año medio se tiene que la propuesta didáctica fue diseñada considerando principalmente el escaso material con que cuentan los estudiantes para el desarrollo de este eje temático, siendo el principal recurso didáctico desde el año 2012 el texto escolar otorgado gratuitamente por el MINEDUC, el cual fue analizado en su sección referente a cosmología. Desde este análisis, queda en evidencia

que el texto solamente aborda ciertos contenidos necesarios para lograr el AE12, omitiendo ciertos hechos relevantes del desarrollo de la disciplina, además de presentar actividades cuyas habilidades a desarrollar están ligadas solamente a la búsqueda y traspaso de información, sin realizar síntesis, análisis o reflexiones en torno a ésta.

Según lo anterior, la propuesta presentada cuenta con recursos complementarios a los ya existentes actualmente, presentándose como un aporte al ejercicio docente a la hora de enseñar contenidos en pos de lograr el AE12, ya que para el desarrollo de esta propuesta se plantea el uso de estrategias de aprendizaje visual, mediante la realización de organizadores gráficos de información como los mapas conceptuales y las líneas de tiempo. Además, la propuesta integra las TIC mediante el provecho del material audiovisual, ya que se elaboraron videos originales para las tres clases de la secuencia didáctica, con la finalidad de presentar los contenidos necesarios para lograr el AE12 de manera cercana al estudiante, permitiéndole identificar hitos esenciales en el desarrollo de los conceptos cosmológicos. Es así como, la propuesta planteada en este trabajo cuenta con características que el MINEDUC actualmente exige en la clase de ciencias: el trabajo de los contenidos científicos en distintos formatos, y la integración de las nuevas tecnologías y formas de comunicación que utilizan los estudiantes en su vida cotidiana; siendo así esta propuesta un aporte actualizado y beneficioso para el proceso de enseñanza de contenidos sobre cosmología para el nivel de cuarto año medio.

Referente a los objetivos específicos, los primeros que fueron planteados eran relativos a la articulación de recursos de aprendizaje visual y a la elaboración de material audiovisual original, ambos con la finalidad de tratar y trabajar los contenidos de cosmología necesarios para lograr el AE12. Estos objetivos fueron logrados, ya que efectivamente se generaron guías de aprendizaje en las cuales los estudiantes deben resumir en organizadores gráficos (mapas conceptuales y líneas de tiempo) información, la cual obtienen desde los videos elaborados especialmente para las tres clases con las que cuenta la propuesta didáctica, y que permiten movilizar en el estudiante habilidades como la selección, la jerarquización, la síntesis y el análisis, característica poco presente en la sección del texto del estudiante de cuarto año medio analizado en el Capítulo 1, siendo estas habilidades las relacionadas con los altos niveles de desempeño en la prueba del programa PISA, donde los estudiantes chilenos obtienen los niveles de desempeño mínimos. Además, la forma en la cual se presentan los conceptos en los videos y la forma en la cual se trabajan éstos en las guías, no requieren del trabajo con ecuaciones o rudimentos matemáticos utilizados actualmente en cosmología, ya que la perspectiva desde la cual se exponen los conceptos es la visión de la ciencia que tiene el



enfoque CTS, la cual le es más cercana al estudiante ya que se va ligando al desarrollo de la ciencia el desarrollo tanto tecnológico como social. Esto último es esencial, ya que la cosmología es una área del conocimiento que ha estado presente desde que la humanidad habita la Tierra, por tanto es necesario que el estudiante comprenda cómo ha evolucionado esta disciplina durante la historia, y las repercusiones que su desarrollo ha tenido en la cosmovisión de las sociedades, permitiéndole a la larga ser un ciudadano más alfabetizado científicamente, lo que implica entender la naturaleza de esta área y ser más crítico ante cualquier información que se vea y que esté relacionada con la cosmología.

Por otro lado, con la finalidad de evaluar el trabajo realizado por los estudiantes, se propone como objetivo específico la elaboración de instrumentos de evaluación, dentro de los cuales se utilizó la rúbrica, la lista de cotejo y la autoevaluación. Estas herramientas permiten medir y analizar los conocimientos y actitudes que los estudiantes demuestran durante las clases de la propuesta didáctica, evaluando así el proceso de enseñanza sobre contenidos de cosmología que los estudiantes de cuarto año medio van adquiriendo. Además, se plantea como otro objetivo específico la elaboración de indicaciones al docente, entregando a los profesores un material de apoyo que les permita implementar de la mejor forma posible cada clase de la secuencia didáctica. Estos recursos fueron incluidos en la propuesta con la finalidad de que tanto la implementación de la clase, como la evaluación de las actitudes y los productos de los estudiantes, sean viables y confiables en su ejecución, siguiendo los lineamientos bajo los cuales fue ideada la propuesta didáctica. En este sentido, se destaca en los instrumentos de evaluación y en las indicaciones al docente la necesidad de preguntar sobre las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, e invitar a reflexionar en torno a ellas; esperándose así que la correcta ejecución y evaluación de las clases de la propuesta promueva el proceso de alfabetización científica en los estudiantes de cuarto año medio en torno a la cosmología.

Otro de los objetivos específicos era validar la propuesta didáctica a través de la opinión de expertos, docentes de física con más de cinco años de experiencia. Los resultados de estas encuestas de validación evidencian que la mayoría de los indicadores propuestos presentan valoraciones altas en la escala de Likert, asignados con los valores 1 y 2, donde se puede apreciar que están “Completamente de acuerdo” o “De acuerdo” con las actividades propuestas tanto para el inicio de la clase (Test diagnóstico) y desarrollo de la clase (vídeo y guía grupal de actividades), como para el uso de organizadores gráficos y de elementos audiovisuales como los vídeos elaborados. La opinión de los expertos constituyen una clara evidencia de que, los instrumentos de trabajo de cada clase (test y guía) y su respectivo vídeo, fueron diseñados de la

manera más adecuada y clara para estudiantes de cuarto año medio, facilitando así el aprendizaje de los contenidos relativos a cosmología que deben ser vistos en este nivel: respaldo teóricos y observacionales que posicionan a la teoría del *Big Bang* como la más aceptada actualmente por la comunidad científica. Así, como una primera mejora de esta propuesta didáctica, se propone tener en consideración las validaciones que realizaron los expertos, con la finalidad de pulir y mejorar la calidad del material generado para las tres clases de la secuencia didáctica.

Las reflexiones anteriores permiten determinar que efectivamente se ha logrado el objetivo general de este presente trabajo de Seminario de Grado, se ha elaborado una propuesta didáctica para la enseñanza de contenidos de cosmología para cuarto año medio, articulando estrategias de aprendizaje visual, a través de la creación de organizadores gráficos por parte de los estudiantes, y recursos digitales como los vídeos. Durante el trabajo realizado para alcanzar los objetivos específicos, se integraron de a poco los componentes histórico, social y tecnológico existente en la cosmología, los cuales se fueron incorporando en los materiales generados para las clases de la propuesta, abriendo la perspectiva de la naturaleza de las ciencias y de sus relaciones con el desarrollo social y el mundo cotidiano. En este sentido, una fortaleza de la propuesta planteada en este trabajo es la evidenciación de que se pueden trabajar contenidos de ciencias desde una visión más cercana para el estudiante, la cual permite finalmente que éste sea un individuo que conoce y entiende la ciencia, y que por tanto puede participar en la sociedad actual.

Finalmente, como gran tarea pendiente de este trabajo de Seminario de Grado queda la implementación de la propuesta en el aula de clases, ya que si bien la opinión de los expertos es totalmente confiable dadas las características de éstos, una puesta en marcha de la secuencia didáctica daría mejores luces de qué se puede mejorar en los materiales de las clases, y cuál sería su utilidad en un contexto real de aprendizaje. Desde aquí, surge la invitación para realizar futuros trabajos similares a este, que se atrevan a tomar conceptos a veces complejos, como los existentes en cosmología, y que se intenten generar materiales que aporten a los ya existentes. Todo lo anterior con una única finalidad, propiciar en los estudiantes un interés por la ciencia o, por lo menos, alfabetizarlos en las grandes ideas que las distintas disciplinas científicas trabajan, siendo este proceso beneficioso tanto para los individuos como para la sociedad, ya que el único camino que puede seguir una sociedad que maneja y comprende la ciencia es el progreso.

## Referencias bibliográficas

AbricotMarchant, N. (2013) Procedimiento para diseñar una rúbrica. Área desarrollo de la docencia. UNIE Santiago.

AbricotMarchant, N. (2013) Procedimiento para elaboración de escala de apreciación/lista de cotejo. Área desarrollo de la docencia. UNIE Santiago.

Acuña, C., Candía, M & Solar, S. (2015). Enseñanza de la física en el contexto de las nuevas tecnologías móviles y portables: herramientas, usos y posibilidades con un enfoque ECBI (Tesis de pregrado inédita), Universidad de Santiago de Chile, Santiago, Chile.

Araujo, T. & Carneiro, M. (s.f.). Del vídeo didáctico al podcasting: Orientaciones para la producción y almacenamiento de vídeos motivadores de ciencias. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/7815073/Del-vIdeo-DidActico-Al-Podcasting> (02/08/2016 a las 17:56)

Beneitone, P., Esquetini, C., González, J., Maletá, M., Siufi, G. & Wagenaar, R. (2007). Reflexiones y perspectivas de la Educación Superior en América Latina, Informe Final – Proyecto Tuning | América Latina 2004-2007.

Blanco, D.(2012). *Einstein. La teoría de la relatividad*, Navarra, España. RBa Contenidos Editoriales y Audiovisuales, S.A.U.

Bravo, J. (1996). ¿Qué es el vídeo educativo? ICE de la Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España

Carrasco, M. Á. L. (2007). Guía Básica para la elaboración de rúbricas. *Puebla: Universidad Iberoamericana de Puebla*.

CalatayudSalom. A. (1999): "La participación del alumno en el proceso evaluador". *Revista Educadores*. Núm 190-191.

Contreras, G. & Lobos, D. (2015). Desarrollo de un instrumento de evaluación diagnóstica sobre contenidos de Universo para enseñanza básica, que permita la identificación de concepciones alternativas en estudiantes que hayan aprobado sexto básico. (Tesis de pregrado inédita), Universidad de Santiago de Chile, Santiago, Chile.

Educarchile (s.f.). Organizadores Gráficos. Recuperado de <http://www.educarchile.cl/ech/pro/app/detalle?ID=206862> (20/9/2016 a las 1:31)

*Estrategias de aprendizaje visual* [pdf]. (s.f.). Recuperado de <http://www.iape.edu.mx/v4/wp-content/uploads/2012/10/ESTRATEGIAS-DE-APJE-VISUAL.pdf> (22/07/2016 a las 15:13)

Gatica-Lara, F., & Uribarren-Berrueta, T. D. N. J. (2013). ¿Cómo elaborar una rúbrica?. *Investigación en educación médica*, 2(5), 61-65.

García-Salcedo, R. & Moreno, C. (2007). Descripción de la evolución del Universo: una presentación para alumnos preuniversitarios. *Latin-American Journal of Physics Education* (1), p.95-p.100.

Larraín, Antonia. (2009). El rol de la argumentación en la alfabetización científica. Recuperado de [http://www.cepchile.cl/cep/site/artic/20160304/asocfile/20160304095127/rev116\\_ALarrain.pdf](http://www.cepchile.cl/cep/site/artic/20160304/asocfile/20160304095127/rev116_ALarrain.pdf) (19/09/2016 a las 14:55)

Martínez-Rojas, J. G. (2008). Las rúbricas en la evaluación escolar: su construcción y su uso. *Avances en medición*, 6(129), 38.

Márquez, J. (s.f.). Uso de la tecnología como recurso para la enseñanza. "Las Líneas del Tiempo". Recuperado de [http://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI\\_Lectura/maestria/documentos/LECT50.pdf](http://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Lectura/maestria/documentos/LECT50.pdf) (22/07/2016 a las 16:35)

Ministerio de Educación. (1996). Decreto Supremo de educación n°40. Santiago.

Ministerio de Educación. (2004). Cobertura Curricular en segundo ciclo Básico y enseñanza media. Sector Ciencias Naturales. Santiago.

Ministerio de Educación. (2009a). *Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios de la Educación Básica y Media*. Santiago.

Ministerio de Educación. (2009b). Ley 20.370. Establece la Ley General de Educación. Santiago.

Ministerio de Educación. (2011a). Física. Programa de Estudio. Primero Año Medio. Santiago.

Ministerio de Educación. (2011b). Física. Programa de Estudio. Segundo Año Medio. Santiago.

Ministerio de Educación. (2011c). Física. Programa de Estudio | Actualización 2009, Cuarto Año Medio. Santiago.

Ministerio de Educación. (2011d). PISA. Evaluación de las competencias lectoras para el siglo XXI. Santiago.

Ministerio de Educación. (2012). Estándares Orientadores para carreras de Pedagogía en Educación Media. Santiago.

- Ministerio de Educación. (2013a). Bases Curriculares. 7° básico a 2° medio. Santiago.
- Ministerio de Educación. (2013b). Marco referencial | Ciencias Naturales | Módulos didácticos. Santiago
- Ministerio de Educación. (2013c). Mineduc define cuáles son las habilidades TIC que necesitan los estudiantes para aprender. Recuperado de <http://historico.enlaces.cl/index.php?t=44&i=2&cc=1094.218&tm=3> (02/08/2016 a las 18:58).
- Ministerio de Educación. (2014). Informe Nacional Resultados Chile PISA 2012. Santiago
- Ministerio de Educación. (2015a). Nuevas Bases Curriculares y Programas de Estudio. 7° y 8° año de Educación Básica/1° y 2° año de Educación Media. Santiago.
- Ministerio de Educación. (2015b). Física. Programa de Estudio | Actualización 2009, Tercero Año Medio. Santiago.
- Ministerio de Educación. (s.f.a). *Política de Textos Escolares: Historia, procedimientos y sentido*. Recuperado de [http://www.textosescolares.cl/index2.php?id\\_portal=65&id\\_seccion=5189&id\\_contenido=31239](http://www.textosescolares.cl/index2.php?id_portal=65&id_seccion=5189&id_contenido=31239) (19/09/2016 a las 12:06)
- Ministerio de Educación. (s.f.b). *Resultados PISA 2012 Chile*. Recuperado de <https://s3.amazonaws.com/archivos.agenciaeducacion.cl/documentos-web/Informes/Resultados+PISA+2012+Chile.pdf> (18/07/ 2016 a las 12:43)
- Ministerio de Educación de Perú. (2015). La competencia científica en el marco de PISA 2015. Orientaciones didácticas. Lima.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Gobierno de España. (s.f.). Proyecto Biosfera. Recuperado de <http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/> (28/07/2016 a las 20:28).
- Mora, C. (2008). Deducción de los primeros modelos cosmológicos. *Latin-American Journal of Physics Education* (2), p.180-p.185.
- Moreno, M. (2012).Cosmología en México. Datos para su historia más temprana. *Revista Mexicana de Física* (58), p.127-p.132.
- Muñoz,J., Ontoria, A., & Molina, A. (2011). "El mapa mental, un organizador gráfico como estrategia didáctica para la construcción del conocimiento". *Revista Internacional de Investigación en Educación*, 3, p.343-361
- Muñoz Rodríguez, J. (2012). Física III-IV | Texto del Estudiante, *Física III-IV | Texto del Estudiante* (págs. 334-353). Santiago: ZigZag.

Navarro, M. & Förster, C. (2012). Nivel de alfabetización científica y actitudes hacia la ciencia en estudiantes de secundaria: comparaciones por sexo y nivel socioeconómico. *Pensamiento Educativo. Revista de Investigación Educativa Latinoamericana* 2012, 49(1), p.1-p.17.

Novak, J. & Gowin, D. (1988): *Aprendiendo a aprender*. Ediciones Martínez Roca, S. A. Barcelona, España.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2015). *Folleto Informativo OCDE*. Recuperado de [http://www.oecd.org/centrodemexico/publicaciones/OCDE%202015\\_Esp.pdf](http://www.oecd.org/centrodemexico/publicaciones/OCDE%202015_Esp.pdf) (16/07/2016 a las 18:25).

Ortiz, L. (2015). *El Cielo en las Ciencias: Enseñanza de la Astronomía en la Escuela. Grado Décimo*. (Tesis de magíster inédita), Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

Otero, G. (31 de enero de 2000). Enseñanza de la Astronomía. *Astronomía digital*, (7), p.12-p.15. Recuperado de <http://www.astro-digital.com/7/AD07.pdf> (01/08/2016 a las 8:59)

Pew Research Center for People and the Press. (2009). *Science Interest and Knowledge*. Recuperado de <http://www.people-press.org/2009/07/09/section-7-science-interest-and-knowledge/> (19/09/2016 a las 12:43)

Pintos, R. & Ángel, J. (2009). 2009: 120 Años de enseñanza de la Astronomía en Uruguay. Recuperado de <http://www.astronomia.edu.uy/depto/ca/astronomiauruguay.pdf> (01/08/2016 a las 9:06)

Puzia, T. (22 de Abril de 2015). Cómo la astronomía cambia el mundo. *El Mercurio on line*. Recuperado de <http://www.emol.com/especiales/2014/tecnologia/columnas-astronomia/22-abril.asp> (25/07/2016 a las 17:46)

Quintero Cano, C. (2011). Enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS): perspectivas educativas para Colombia. *Revista del Instituto de Estudios en Educación Universidad del Norte*, (12), p.224-p.239.

Rodríguez, F., Ezquerro, A., Rivero, A., Porlán, R., Azcárate, P., Martín del Pozo, R., Solís, E. (2012). El uso didáctico del vídeo para aprender a enseñar ciencias, p.741-p 746.

Usaid. (2006): *Herramientas de evaluación en el aula*. Tercera edición Sophia Maldonado Bode. Guatemala.

Villalustre, L. & Del Moral, E. (2010). Mapas conceptuales, mapas mentales y líneas temporales: objetos “de” aprendizaje y “para” el aprendizaje en Ruralnet. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa RELATEC, 9 (1).

*What is cosmology?* [pdf]. (s.f.).[Documento de cosmología, University of Texas at Austin].Recuperado de <http://www.as.utexas.edu/astronomy/education/spring05/komatsu/lecture01.pdf> (22/09/2016)

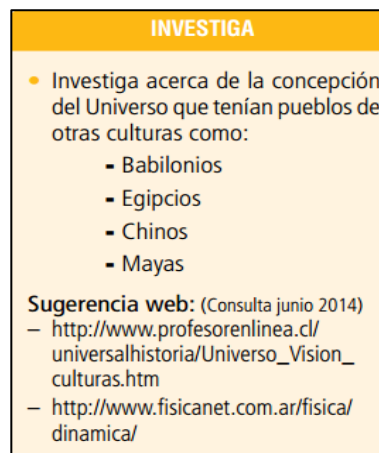
## Apéndice

### Apéndice 1: Análisis de los recursos presentes en la Sección “El Universo” del texto de Física para el estudiante.

A continuación se presentan los recursos con los que cuenta la Sección 1 “El universo”, perteneciente al Capítulo 2 (Unidad 2) del texto de Física para el estudiante. Estos recursos se exponen según el orden en que aparecen en la sección, agrupando aquellos que tienen el mismo nombre.

**a) “Investiga”:** Este recurso sugiere sitios web para la investigación sobre cosmovisiones.

Existe solamente uno de ellos, el cual se presenta en la Imagen 1, donde se sugieren sitios web para que los estudiantes realicen una investigación sobre la cosmovisión de las civilizaciones antiguas y pueblos originarios.



**INVESTIGA**

- Investiga acerca de la concepción del Universo que tenían pueblos de otras culturas como:
  - Babilonios
  - Egipcios
  - Chinos
  - Mayas

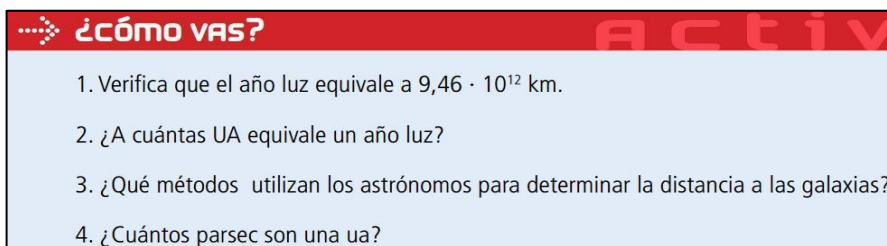
**Sugerencia web:** (Consulta junio 2014)

- [http://www.profesorenlinea.cl/universalhistoria/Universo\\_Vision\\_culturas.htm](http://www.profesorenlinea.cl/universalhistoria/Universo_Vision_culturas.htm)
- <http://www.fisicanet.com.ar/fisica/dinamica/>

Imagen 1, “Investiga”, Página 338 del Texto de Física para el Estudiante.

**b) “¿Cómo vas?”:** Este recurso formula preguntas sobre los contenidos presentados en el texto, también se plantean preguntas que deben ser resueltas mediante cálculos. La sección cuenta con tres de estos recursos, los cuales se detallan a continuación:

La imagen 2 muestra el primer recurso “¿Cómo vas?”, en el cual se pide realizar cálculos para comparar las escalas astronómicas.



**¿CÓMO VAS?**

1. Verifica que el año luz equivale a  $9,46 \cdot 10^{12}$  km.
2. ¿A cuántas UA equivale un año luz?
3. ¿Qué métodos utilizan los astrónomos para determinar la distancia a las galaxias?
4. ¿Cuántos parsec son una ua?

Imagen 2, “¿Cómo vas?”, Página 338 del Texto de Física para el Estudiante.

En la Imagen 3 se puede ver un “¿Cómo vas?”, donde se pide a los estudiantes que realicen un cálculo sobre las vueltas que ha dado el Sol alrededor de la galaxia durante su existencia.





Imagen 3, “¿Cómo vas?”, Página 340 del Texto de Física para el Estudiante

Finalmente, la imagen 4 muestra un “¿Cómo vas?”, en que se dan datos dimensionales de la Nube Pequeña de Magallanes, para calcular su tamaño angular.

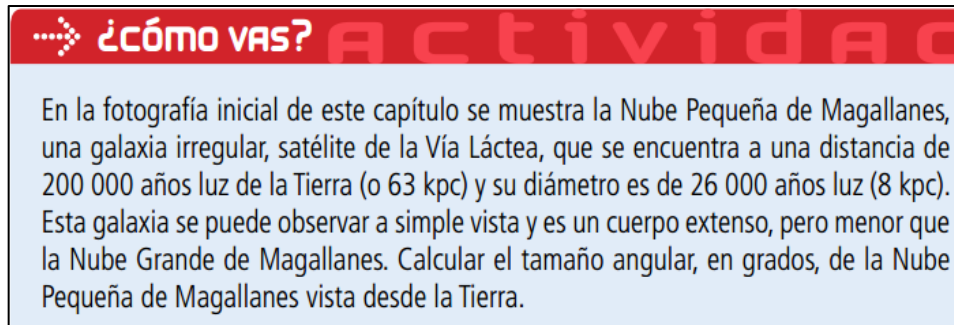


Imagen 4, “¿Cómo vas?”, Página 342 del Texto de Física para el Estudiante.

c) “**Minilaboratorio**”: En este recurso se entregan los procedimientos para la elaboración de maquetas que ayudarán a la visualización de objetos a escala astronómica

La imagen 5 muestra un “Minilaboratorio” en que se dan los procedimientos para la elaboración de una maqueta tridimensional (3D) a escala del Grupo Local.

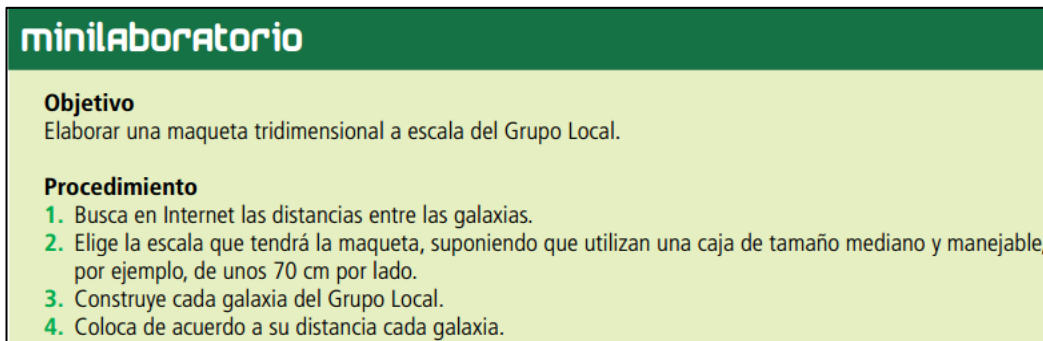


Imagen 5, “Minilaboratorio”, Página 339 del Texto de Física para el Estudiante.

La imagen 6 presenta un “Minilaboratorio” en que se dan los procedimientos para la elaboración de una maqueta bidimensional (2D) a escala de la Vía Láctea.

**minilaboratorio**

**Objetivo**  
Elabora una maqueta bidimensional de la Vía Láctea a escala.

**Procedimiento**

1. Usa las dimensiones del **TEN PRESENTE**.
2. Utiliza pintura blanca para dibujar los brazos.

Imagen 6, “Minilaboratorio”, Página 340 del Texto de Física para el Estudiante.

d) **“Ten Presente”**: En este recurso se entrega información complementaria de los temas tratados en el texto.

Existen tres de estos recursos en la sección: la imagen 7 muestra uno donde se da una definición y se entregan datos del Sol para determinar un año galáctico, en la imagen 8 se definen y entregan datos del Sol que servirán para determinar un año galáctico y se define Eclíptica y Espectroscopio, y en la imagen 9 se presenta definición de Espectroscopio.

**TEN PRESENTE**

- El Sol se mueve a una velocidad de 250 km/s en torno al centro de la galaxia Vía Láctea.
- Edad del Sol:  $4,6 \cdot 10^9$  años.
- Año galáctico: Tiempo que demora el Sol en dar una vuelta en torno al centro de la galaxia:  $250 \cdot 10^6$  años.

Imagen 7, “Ten Presente”,  
Página 340 del Texto de Física para el Estudiante.

**TEN PRESENTE**

- ¿Sabes que los planetas se mueven siempre por un mismo sector del cielo, llamada eclíptica, que corresponde al disco del sistema solar visto desde la Tierra?

Imagen 8, “Ten Presente”,  
Página 342 del Texto de Física para el Estudiante.

**TEN PRESENTE**

- El espectroscopio es un instrumento óptico que permite descomponer la luz de una estrella. Esta descomposición de la luz en colores se denomina espectro. Con este instrumento los astrónomos han logrado descubrir que el universo se expande.

Imagen 9, “Ten Presente”,  
Página 343 del Texto de Física para el Estudiante.

e) “**Para saber más**”: En este recurso se muestran definiciones de conceptos complementarios respecto a los temas tratados. Existe solamente uno en la sección, el cual se presenta en la imagen 10, donde se definen conceptos como: magnitud aparente, magnitud absoluta y relación magnitud-distancia.

**PARA SABER MÁS:**

**Magnitud aparente: ( $m_v$ )** Corresponde al brillo de un objeto celeste tal como lo mide un observador en la Tierra. Sirio es la estrella más brillante del firmamento nocturno, con una magnitud aparente de  $-1,5$ , y las estrellas menos brillantes a simple vista tienen una magnitud de  $+6,5$  (límite de visión del ojo humano).

**Magnitud absoluta: ( $M_v$ )** Brillo de un objeto celeste si estuviera localizado a una distancia de 10 parsec.

**Relación magnitud – distancia:** Los brillos de un objeto celeste,  $m_v$  y  $M_v$ , están relacionados con su distancia ( $d$ ) mediante la siguiente expresión matemática, la que permite medir la distancia:

$$m_v - M_v = -5 + 5 \log_{10} (d).$$

Imagen 10, “Para saber más”, Página 342 del Texto de Física para el Estudiante.

f) “**Reflexiona**”: En este recurso se exponen ideas para reflexionar en torno a ellas, se tiene en la imagen 11 información sobre la dimensión y edad del Sol para reflexionar sobre sus características, mientras que la imagen 12 define *Teoría* desde un punto de vista científico para diferenciarla del lenguaje común. Da como ejemplo la Teoría del *Big Bang*.

**REFLEXIONA**

- El Sol de nuestro sistema solar es la única estrella que podemos estudiar con detalles debido a su cercanía.
- Es una de los casi 200 mil millones de estrellas de nuestra galaxia, la cual tiene un diámetro de 100 000 años luz.
- Es una estrella muy antigua clasificada como enana de la secuencia principal y cuya masa es igual a 332 496 Tierras.

Imagen 11, “Reflexiona”, Página 344 del Texto de Física para el Estudiante.

**REFLEXIONA**

En el lenguaje común, una teoría es sinónimo de algo no práctico, que no tiene mucha vinculación con la realidad física. Por el contrario, en Ciencias una teoría es aceptada cuando interpreta en alto grado alguna parte de la realidad física. La teoría del Big Bang está justamente en una etapa ya consolidada. Pero siempre las teorías están en continua revisión por los científicos.

Imagen 12, “Reflexiona”, Página 350 del Texto de Física para el Estudiante.

**g) Cuadro Biográfico:** En este recurso se presentan datos biográficos de científicos que han aportado a los conceptos vistos en la sección, siendo tres de ellos: la Imagen 13 expone el descubrimiento hecho por Christian J. Doppler, fenómeno que lleva su nombre, la imagen 14 se presenta la diferenciación entre galaxias espirales y nebulosas hecha por Edwin Hubble, y cómo sus mediciones permitieron dar a origen a la Ley que lleva su nombre; y finalmente la imagen 15 explica cómo Heinrich Wilhelm Olbers aportó al estudio de los cometas.

**CHRISTIAN J. DOPPLER (1803 – 1853)**

Físico austríaco que en 1842 describió que las ondas sonoras emitidas por una fuente de sonido variaban y obtuvo la ecuación matemática para la variación de la frecuencia con la velocidad. Planteando que también este efecto debía ocurrir con la luz.



Imagen 13, “Cuadro Biográfico”, Página 344 del Texto de Física para el Estudiante.

**EDWIN HUBBLE (1889-1953)**

Astrónomo estadounidense. Estudió las nebulosas, concluyendo que las de forma espiral, que ahora denominamos galaxias, eran de naturaleza distinta a las nebulosas difusas, que son nubes de gas iluminadas por la luz de las estrellas. Su trabajo midiendo velocidades de galaxias y la distancia a la que se hallan le permitió relacionarlas en la ley que lleva su nombre.



Imagen 14, “Cuadro Biográfico”, Página 347 del Texto de Física para el Estudiante.

**HEINRICH WILHELM OLBERS (1758 – 1840)**

Físico y astrónomo alemán. Desarrolló un método para calcular la órbita de un cometa que descubrió en 1796. Sugirió que los colores de los cometas eran producidos por la acción del Sol.



Imagen 15, “Cuadro Biográfico”, Página 351 del Texto de Física para el Estudiante.

h) “Ejercicio Resuelto”: En este recurso se muestra como calcular diferentes variables física. Existen 2 durante la sección, la imagen 16 muestra cómo calcular la masa de Galaxia y el número de estrellas que orbitan el Sol, mientras que la imagen 17 muestra cómo calcular la edad del Universo (y tiene un recurso adicional “Ahora resuelves tú”).

**Ejercicio resuelto N° 1**

**Calculando la masa de la galaxia**

Las observaciones astronómicas indican que el Sol describe una órbita circular alrededor del centro de nuestra galaxia. El radio de la órbita es de 28 000 años luz, aproximadamente, y su período de una revolución completa es de 220 millones de años. En este movimiento el Sol experimenta la atracción gravitatoria de una gran cantidad de estrellas que están dentro de su órbita.

a) Calcula la masa total de esas estrellas a partir de los datos anteriores.  
 b) ¿Cuántas estrellas de masa igual a la del Sol, que es de  $2 \cdot 10^{30}$  kg, representa ese valor numérico?

**Identificando la información**

Los datos que se dan son el radio de la órbita del Sol alrededor del centro de la Vía Láctea y su período, por lo cual se debe emplear la expresión (1), despejando la masa M que correspondería a la masa total de las estrellas al interior de la órbita del Sol. Por lo tanto,

$$M = \frac{4\pi^2 \cdot R^3}{G \cdot T^2} \text{ Expresión (2)}$$

**Estrategia**

Recuerda que un año luz es equivalente a  $9,46 \cdot 10^{15}$  m, por lo que 28 000 años luz es igual a  $2,65 \cdot 10^{20}$  m. El período de 220 millones de años debemos transformarlo a segundos. Así

$$T = 220 \cdot 10^6 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s} = 6,94 \cdot 10^{15} \text{ s}$$

La constante de gravitación  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$ . Luego, reemplazando todo en la expresión (2):

$$M = \frac{4\pi^2 (2,65 \cdot 10^{20} \text{ m})^3}{\left(6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N m}^2}{\text{kg}^2}\right) \cdot \left(6,94 \cdot 10^{15} \text{ s}\right)^2}$$

Debes recordar que  $1 \text{ N} = 1 \text{ kg/s}^2$ , con lo que

$$M = \frac{7,35 \cdot 10^{62}}{3,2 \cdot 10^{41} \text{ kg}} \quad M = 2,3 \cdot 10^{41} \text{ kg.}$$

que es la masa de todas las estrellas dentro de la órbita del Sol.

a) Como la masa del Sol es  $2 \cdot 10^{30}$  kg, entonces la masa total dividida por la del Sol corresponde al número de estrellas dentro de la órbita del Sol:

$$\text{Nº de estrellas} = \frac{2,3 \cdot 10^{41} \text{ kg}}{2 \cdot 10^{30} \text{ kg}} = 1,15 \cdot 10^{11}$$

Es decir, unos 115 mil millones de estrellas al interior de la órbita del Sol.

Imagen 16, “Ejercicio Resuelto”, Página 345 del Texto de Física para el Estudiante.

## Ejercicio resuelto N° 2

### Determinando la edad del universo

Con la constante  $H_0$  de la ley de Hubble puedes determinar la edad del universo, suponiendo que a la distancia a la que están las galaxias lejanas y la rapidez con que se mueven pudiéramos invertir su movimiento, como una película proyectada al revés. Finalmente, tendríamos las galaxias chocando entre sí. ¿Cuál es el intervalo de tiempo para que ocurra esto?

Recuerda que en cinemática ya has empleado la siguiente ecuación:  $T_0 = \frac{d}{v}$  en donde  $T_0$  es el intervalo de tiempo transcurrido para que un objeto recorra la distancia  $d$  cuando se mueve a una rapidez  $v$ . Si reemplazamos la ley de Hubble  $v = H_0 \cdot d$  en la ecuación anterior, obtienes:

$$T_0 = \frac{d}{H_0 \cdot d} = \frac{1}{H_0}$$

La distancia no aparece en esta expresión, por lo que el tiempo es el mismo para todas las galaxias: ¡es el tiempo cuando todas las galaxias estaban juntas! Es decir, con el inverso de la constante de Hubble puedes determinar una estimación de la edad del universo. Observaciones actuales sugieren que  $H_0 = 73 \text{ km/s/Mpc}$  con un pequeño porcentaje de error del 5%.

Luego:  $T_0 = \frac{1}{(73 \text{ km/s/Mpc})}$  y recordando que  $1 \text{ pc} = 3,26 \text{ años luz}$  y  $1 \text{ año luz} = 9,46 \cdot 10^{12} \text{ km}$ , tenemos:

$$T_0 = \frac{1 \text{ Mpc}}{73 \text{ km}} \cdot \frac{3,09 \cdot 10^{19} \text{ km}}{1 \text{ Mpc}} \cdot \frac{1 \text{ año}}{3,156 \cdot 10^7 \text{ s}}$$

Imagen 17, "Ejercicio Resuelto", Página 348 del Texto de Física para el Estudiante.

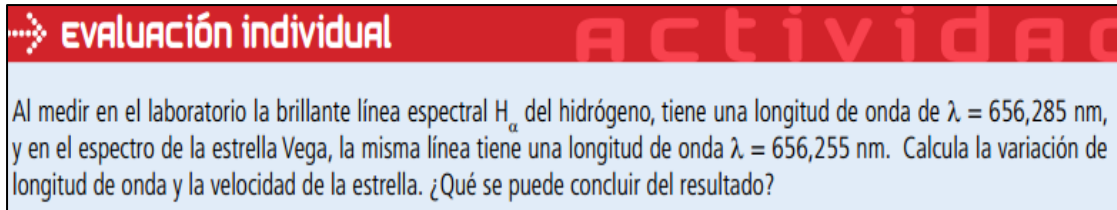
i) **"Ahora resuelves tú"**: En este recurso se pide calcular una variable física, considerando lo realizado en el "Ejercicio Resuelto" anterior. El único presente en la sección es el de la imagen 18, donde se pide calcular la constante de Hubble, siguiendo el "Ejercicio Resuelto" de la página 348.

### AHORA RESUELVES TÚ

¿Qué edad obtienes para el universo si empleas la constante  $H_0$  obtenida por Hubble? Y si la edad del universo es de 15 000 millones de años, ¿cuál es la constante de Hubble?

Imagen 18, "Ahora resuelves tú", Página 348 del Texto de Física para el Estudiante.

j) **“Evaluación Individual”**: En este recurso se presenta un cálculo de una variable física, para analizar el resultado obtenido y concluir sobre ello. Existe sólo uno en la sección, presentado en la imagen 19, donde se muestra el cálculo de la longitud de onda de la línea espectral del Hidrógeno y del Espectro de la estrella media Vega, se pide analizar ambos resultados y concluir sobre éstos.

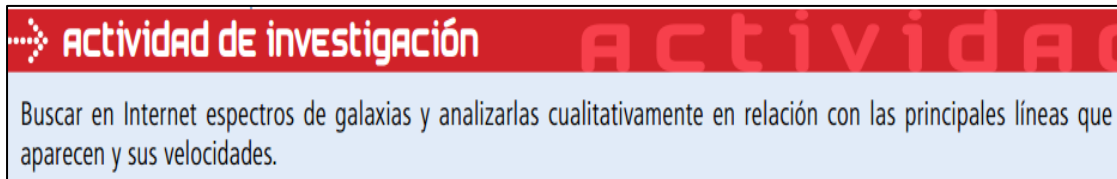


**EVALUACIÓN individual**

Al medir en el laboratorio la brillante línea espectral  $H_{\alpha}$  del hidrógeno, tiene una longitud de onda de  $\lambda = 656,285$  nm, y en el espectro de la estrella Vega, la misma línea tiene una longitud de onda  $\lambda = 656,255$  nm. Calcula la variación de longitud de onda y la velocidad de la estrella. ¿Qué se puede concluir del resultado?

Imagen 19, “Evaluación Individual”, Página 345 del Texto de Física para el Estudiante.

k) **“Actividad de investigación”**: En este recurso se pide realizar una búsqueda de información en la Web para su análisis. Existe uno en la sección, el cual se ve en la imagen 20, donde se solicita realizar una búsqueda en la web Espectro de Galaxias y analizarlas.



**ACTIVIDAD de investigación**

Buscar en Internet espectros de galaxias y analizarlas cualitativamente en relación con las principales líneas que aparecen y sus velocidades.

Imagen 20, “Actividad de investigación”, Página 348 del Texto de Física para el Estudiante.

l) **“Minirresumen”**: En este recurso se presenta un resumen de los contenidos vistos anteriormente. Existen tres presentes en la sección, en la imagen 21 se da información relevante sobre el Universo y Galaxias, también se expone información de cómo calcular la velocidad orbital de las estrellas y la masa de las galaxias, mediante el Efecto Doppler y la Tercera Ley de Kepler respectivamente. Por otro lado, en la imagen 22 se da información sobre evidencias experimentales que sustentan la Teoría del *Big Bang*, y en la imagen 23 se otorga información sobre las dimensiones del Universo, de la expansión acelerada de éste, y las hipótesis que surgen debido a dicha expansión: Energía Oscura y Materia Oscura.

## miniresumen

- El universo observable está formado por galaxias.
- Una galaxia es un objeto astronómico poco luminoso, difícil de observar. Tienen un diámetro, luminosidad y masa.
- Mediante el efecto Doppler se puede encontrar la velocidad orbital de las estrellas de una galaxia.
- La masa de una galaxia se puede determinar con la tercera ley de Kepler, formada por Newton.

Imagen 21, “Minirresumen”, Página 348 del Texto de Física para el Estudiante.

## miniresumen

- Entre las evidencias experimentales que sustentan la teoría del Big Bang se encuentran: el corrimiento hacia el rojo, la ley de Hubble, el fondo de radiación cósmica.

Imagen 22, “Minirresumen”, Página 350 del Texto de Física para el Estudiante.

## miniresumen

- El universo está lleno de galaxias, que contienen miles de millones de estrellas.
- Olbers demostró que tanto de día como de noche el brillo del cielo debería ser extraordinariamente grande.
- La ley de Hubble es una evidencia de que el universo se está expandiendo.
- La hipótesis para explicar la expansión acelerada del universo consiste en postular la existencia de la energía oscura.
- La materia oscura corresponde a una hipotética materia que no emite radiación electromagnética, pero su existencia se puede deducir mediante los efectos gravitatorios que provoca en la materia visible.

Imagen 23, “Minirresumen”, Página 353 del Texto de Física para el Estudiante.



m) **“Saber más”**: Este recurso entrega información complementaria de los temas tratados en el texto. El único presente en la sección es el mostrado en la imagen 24, donde se describe la Teoría de la Relatividad y sus repercusiones en la cosmología

**SABER MÁS**

- En la teoría de la relatividad general, teoría en la que se basa el estudio del universo a gran escala, se describe que el espacio y el tiempo forman parte del universo físico, y no se reduce solo a un recinto que le sirva de soporte. Por lo tanto, toda descripción para explicar el origen del universo físico debe hacerlo también con la explicación de la formación del espacio y el tiempo.

Imagen 24, “Saber más”, Página 349 del Texto de Física para el Estudiante.

n) **Investiga y responde**: Este recurso sugiere sitios web para investigar sobre cosmovisión, para responder a las interrogantes planteadas.

Existe solamente uno en la sección, el que es mostrado en la imagen 25, donde se sugieren sitios web para investigar la Teoría del estado estacionario del Universo y sobre la Teoría del *Big Bang*.

**INVESTIGA Y RESPONDE**

- Respecto a la teoría del estado estacionario del universo: ¿Cuáles son sus principales ideas? ¿En qué evidencias se basaba al presentar sus conceptos? ¿Cuál es el estado actual de esta teoría, pues todavía tiene algunos representantes?
- Investigar acerca de la historia de la teoría del Big Bang: ¿Cómo se fue gestando? ¿Cuál es el aporte de los científicos que han participado en su elaboración? ¿Cuáles otras teorías físicas participan en sus explicaciones?

**Sugerencia web:** (Consulta junio 2014)

- <http://www.buenastareas.com/ensayos/Teoria-Del-Universo-Estacionario/4159331.html>
- <http://www.nationalgeographic.es/ciencia/espacio/origen-universo>

Imagen 25, “Investiga y Responde”, Página 349 del Texto de Física para el Estudiante.

**o) “Revisando lo que sabes”:** En este recurso se pide recordar contenidos estudiados en el nivel anterior, que sirven para trabajar los contenidos de esta unidad. Existe uno en la sección, mostrado en la imagen 26, en la que se pide recordar los conocimientos sobre movimiento circular uniforme.

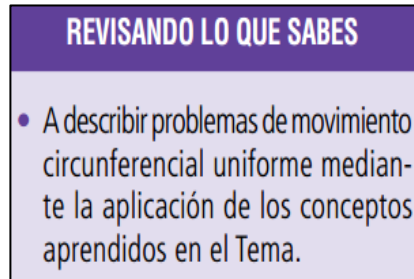


Imagen 26, “Revisando lo que sabes”, Página 352 del Texto de Física para el Estudiante.

**p) “Evaluación de sección I”:** En este recurso se realiza una evaluación de los contenidos de la sección a través de las actividades propuestas, por tanto solamente existe uno de los, presentado en la imagen 27. Se pide realizar grupos para que cada uno analice un capítulo del Libro *Historia del Tiempo, del Big Bang a los Agujeros Negros de Stephen Hawking*. Además se solicita que realicen carteles sobre diversas temáticas. De manera individual, se les pide investigar en la Web, sobre herramientas y descubrimientos relacionados con lo visto en clase.

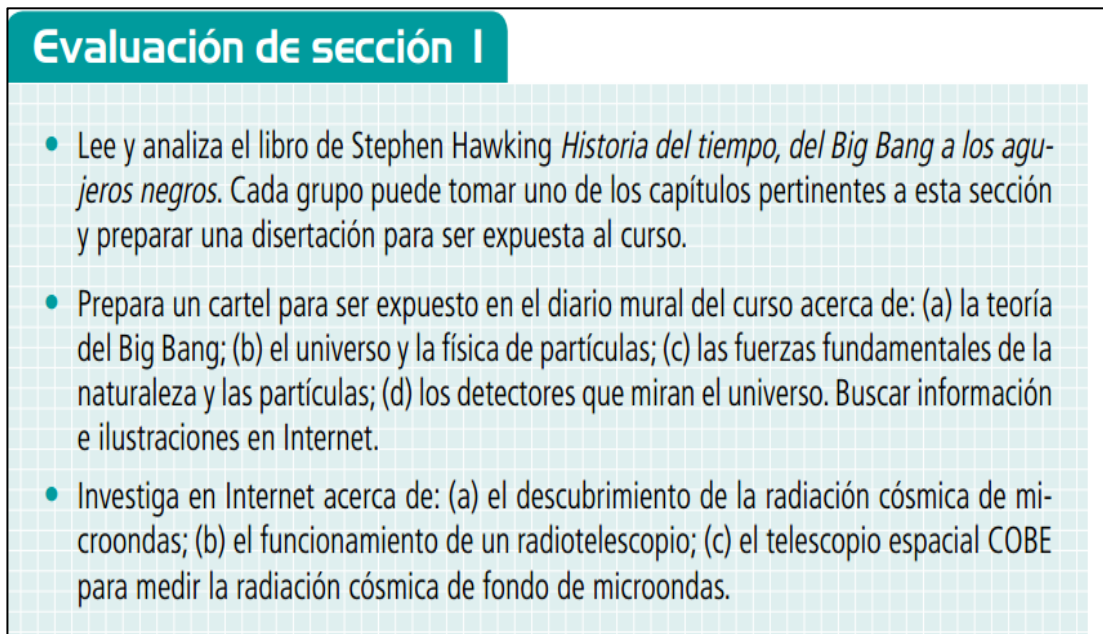


Imagen 27, “Evaluación de Sección I”, Página 353 del Texto de Física para el Estudiante.

## **Apéndice 2: Libretos vídeos curriculares**

A continuación se presentan los libretos de los vídeos curriculares que forman parte de la propuesta didáctica.

### **Apéndice 2.1: Libreto vídeo curricular Clase 1**

#### *Evolución del Universo: Galaxias*

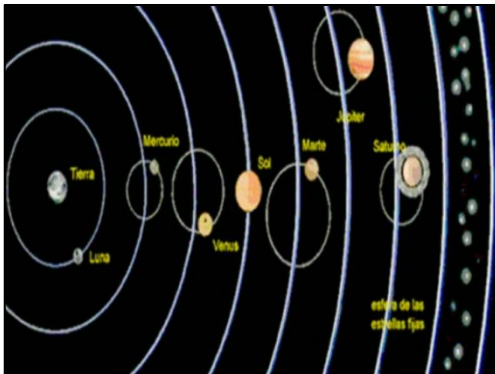
Desde los tiempos antiguos el ser humano observa el cielo y a eso que ve o percibe sobre él le llama cosmos o universo, toda esta observación en la antigüedad fue realizada a simple vista.

Además en la Antigüedad clásica los filósofos, matemáticos y astrónomos griegos trataron de explicar el movimiento de los planetas y las estrellas tal y como los vemos desde la Tierra.



Persona observando el cielo en la antigüedad.

Existían dos modelos para describir dicho movimiento. Uno de ellos fue la teoría geocéntrica expuesta por Claudio Ptolomeo.



Modelo geocéntrico propuesto por Claudio Ptolomeo.

cual orbita otro círculo, llamado epíclito, en donde está el planeta. Los deferentes son los círculos centrados en la tierra, sin embargo el sol y la luna no tienen epíclito, solo tienen deferente.

Posteriormente, 1300 años más tarde aparece el modelo heliocéntrico de Nicolás

Según el modelo geocéntrico de Ptolomeo, la Tierra permanece fija en el centro y los demás planetas los cuales era la Luna, el Sol Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno giran a su alrededor. El Sol y la Luna describen órbitas circulares con rapidez constante, y los demás planetas, órbitas más complejas. Ptolomeo propone un modelo donde había un círculo principal llamado deferente en el

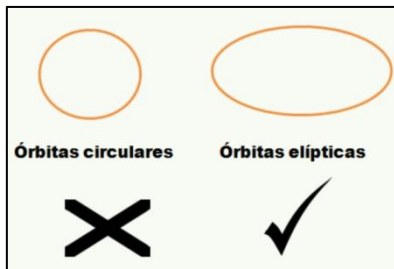


Modelo heliocéntrico planteado por Nicolás Copérnico.

Copérnico, quien fue un astrónomo polaco que explicó el movimiento de los planetas en el universo de una forma mucho más sencilla que la propuesta por Ptolomeo. El modelo heliocéntrico de Copérnico situaba al Sol en el centro del universo; la Tierra y los demás planetas giraban a su alrededor describiendo órbitas circulares y La Luna giraba alrededor de la



Problemática planteada por los científicos de la época.



Órbitas que describen los planetas son elípticas.



Primera Ley de Kepler



Segunda ley de Kepler

Pero la gran problemática era... ¿Quién está al centro y cuál es la real forma de las orbitas?

Para responder estas interrogantes en el año 1600 un joven Johannes Kepler fue a trabajar como ayudante matemático de Tycho Brahe), quién había estado realizando observaciones de la posición de los planetas en el cielo. A la muerte de Brahe, y a partir de los datos recopilados, Kepler intentó obtener la órbita circular de Marte. Sin embargo ningún círculo se ajustaba a las medidas de Tycho. En lugar de círculos, Kepler encontró que utilizando elipses el ajuste con las observaciones era perfecto. Así surgieron las leyes de Kepler.

La obsesión de Kepler por la geometría y la supuesta armonía del universo le permitieron, luego de varios frustrados intentos, enunciar las tres leyes que describen con extraordinaria precisión, el movimiento de los planetas alrededor del Sol. Primera ley nos dice que los planetas describen órbitas elípticas estando el Sol en uno de sus focos.

Mientras que la segunda Ley plantea que cada planeta se mueve de tal manera que el radio vector, es decir, recta que une el centro del Sol con el planeta, barre áreas iguales en tiempos iguales. Esta ley permite explicar por qué los planetas van más rápido cuando están cerca del sol que cuando están más lejos.

Y finalmente, la tercera ley dice que el cuadrado de los períodos de revolución de dos planetas es proporcional a los cubos de sus distancias medias al Sol. Esto significa que si se sabe cuánto toma un planeta en dar una vuelta al Sol, se podrá determinar a cuál distancia se encuentra el planeta del Sol. Esta fórmula también nos dice que los planetas lejanos del Sol tardan más tiempo en dar una vuelta en torno a éste, que los que se encuentran cercanos al él.



Tercena Ley de Kepler



Telescopio inventado por Galileo Galilei

Kepler dedujo estas tres leyes a partir de la observación del movimiento de los planetas alrededor del Sol.

Posteriormente en el siglo XVII Y Contemporáneo con Kepler, el científico Galileo Galilei realiza una gran invención que marca un antes y un después con respecto a la observación astronómica, crea el telescopio.

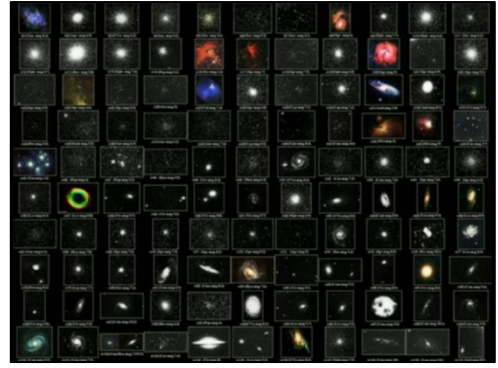
Luego de esta invención el desarrollo de los telescopios fue aumentando exponencialmente y se dieron cuenta que el sol ya no era el centro del universo ya que giraba en torno a otro punto del espacio, el cual se conoce como hoy en día como centro galáctico, pero que en aquel tiempo se denominó centro del universo, entonces ya sabíamos que la tierra no era el centro del universo y el sol tampoco, sin embargo es cierto que los planetas se mueven alrededor del sol, pero el sol se mueve en torno a este punto llamado centro galáctico el que fue descubierto en el siglo XVIII.



Centro galáctico visto desde la Tierra

Luego de todos estos descubrimientos cambia nuestra visión del universo, ya que ahora nada de lo que pensábamos era el centro de algo. En 1755, Immanuel Kant propuso que el universo no era sólo la Vía Láctea, sino que estaba formado por incontables universos islas. Los cuales eran sistemas que tenían un comportamiento igual o similar a nuestra vía láctea.

Hacia finales del siglo XVIII, el astrónomo francés Charles Messier quien se dedicaba a la búsqueda de cometas y la presencia de objetos difusos fijos en el cielo, confeccionó un catálogo con 110 objetos “difusos” llamado Catálogo de Nebulosas y Cúmulos de Estrellas que le dificultaban la búsqueda de cometas. Algunos de estos objetos eran de formas irregulares, pero otros presentaban formas esféricas, elípticas y espirales.



Catálogo de Messier

Es en esta época de la historia donde entra en escena este famoso Astrónomo estadounidense llamado Edwin Powell Hubble quien desarrolló sus labores en el observatorio del Monte Wilson, en California.

Entre 1922 y 1924, en base a un arduo estudio de cierto tipo de estrellas denominadas cefeidas, estableció la existencia de nebulosas situadas fuera de la Vía Láctea. Gracias a los potentes telescopios es capaz de medir y hacer observaciones que le permitió establecer que las estrellas de la nebulosa de Andrómeda por ejemplo rotaban en torno a un centro el cual estaba a una distancia 20 veces más lejos que el resto de las estrellas que vemos, es ahí donde se produce el gran cambio, el universo deja de ser todo lo que vemos, este hecho de inmediato cambió la noción vigente sobre las auténticas dimensiones del cosmos y abrió el camino a la exploración extra galáctica.



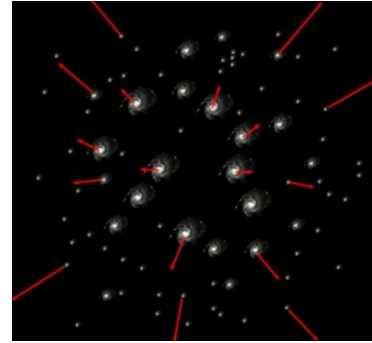
Edwin Hubble

Entonces el universo está formado por muchos de estas estructuras de estrellas que gira en torno a un centro pero también existen otras con las mismas características, estos sistemas ya dejan de llamarse universo y pasan a llamarse galaxias y se entiende como una estructura, entonces a partir de los estudios realizados por Hubble entendemos que el universo está formado por galaxias y que hay muchas, ejemplo Vía Láctea.

Luego Edwin Hubble quien gracias a sus telescopios que son los más avanzados de la época puede clasificarlas según su forma, pero también puede medirles las velocidades y cuando realiza estas mediciones se da cuenta que todos se están alejando, entonces ¿Por qué todas las galaxias se estarían alejando? Hay dos posibilidades: O todas se alejan de nosotros, lo cual nos pondría en el centro, o todas se alejan de todas.



Posibilidades que se plantea Hubble luego de descubrir que las galaxias se alejan.



Galaxias alejándose todas de todas.

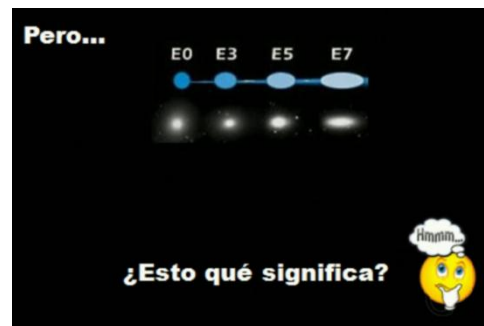
Entonces cuál de estas dos posibilidades elige Hubble como hipótesis, que todas se alejan de todas, lo que hace que el universo no tenga un centro, y también elige esta hipótesis porque la evidencia en el desarrollo histórico nos dice que ni la tierra ni el sol ocupan un lugar privilegiado en el orden del cosmos.



Descubrimientos que permiten calcular la edad del Universo mediante la Ley de Hubble.

Después de darse cuenta que todas se alejan de todas observa que las que están más lejos se alejan más rápido. Este descubrimiento en combinación con la relatividad general permite hacer la primera estimación de la edad del universo, esto se realiza gracias a los datos obtenidos por este científico y es denominada como Ley de Hubble.

Con los avances tecnológicos registrados en la época las técnicas de observación fueron mejorando, eso le permite observar galaxias que están mucho más lejanas, se da cuenta que estas galaxias presentan una gran variedad de formas por lo que en 1930 Edwin Hubble, luego de muchas observaciones, clasificó las galaxias en elípticas, espirales e irregulares.



Clasificación de las galaxias elípticas.

Las galaxias llamadas elípticas, contienen una gran población de estrellas viejas, normalmente poco gas y una componente importante de polvo, y algunas estrellas de nueva formación. Las galaxias elípticas tienen gran variedad de tamaños, desde gigantes a enanas. En las galaxias elípticas la concentración de estrellas va disminuyendo desde el núcleo, que es pequeño y muy brillante, hacia sus bordes.

Hubble simbolizó las galaxias elípticas con la letra E y las subdividió en ocho clases, desde la E0 hasta la E7, siendo la E0 una galaxia prácticamente esférica.

Por otra parte, Las galaxias espirales son discos achatados que contienen no sólo algunas estrellas viejas sino también una gran población de estrellas jóvenes, bastante gas y polvo, y nubes moleculares que son el lugar de nacimiento de las estrellas.

Estas galaxias espirales son objetos complejos con varios componentes: un disco, un núcleo y brazos espirales. Los brazos espirales del disco contienen gas, polvo y estrellas jóvenes. El denso núcleo en el centro del disco contiene mayormente estrellas viejas.

Además existe una gran cantidad de galaxias espirales que tienen una barra que se extiende en el disco desde el centro hacia afuera, las cuales son llamadas galaxias espirales barradas.

En el diagrama de Hubble las galaxias espirales comunes son nombradas con una S y las espirales barradas con una Sb, luego dependiendo de qué tan apretados estén los brazos se le agrega una letra a, b y c, donde la letra a tiene los brazos muy juntos y la c muy abiertos.



Ejemplo de galaxia espiral.



Presentación en el video de las galaxias lenticulares.

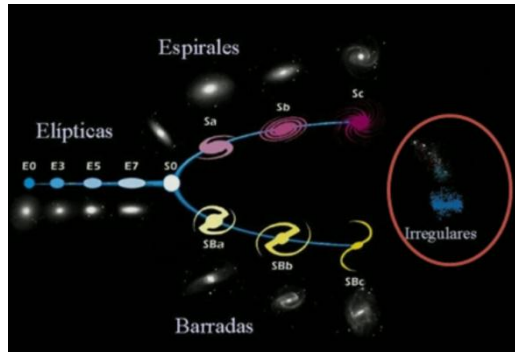
Las galaxias lenticulares son galaxias intermedias entre las elípticas y las espirales, al igual que las espirales estas también tienen un disco, un núcleo, un halo y en algunos casos una barra, sin embargo no tienen brazos espirales. Por otro lado al igual que las galaxias elípticas están compuestas principalmente de estrellas viejas y polvo.



En la clasificación de Hubble se les llama S0 o SB0 si tienen barra

Las galaxias irregulares son aquellas galaxias que no tienen estructura y simetría bien definidas y que están compuestas de gas y polvo.

Las galaxias irregulares se simbolizan con la letra I ó IR.



Ubicación de las galaxias irregulares en la clasificación morfológica de Hubble.

## Apéndice 2.2.: Libro Vídeo Clase 2.

### La revolución de Einstein, la Teoría de la Relatividad

- **Introducción del vídeo:**

En el vídeo anterior fuimos espectadores de cómo la visión sobre el Universo ha cambiado, hemos pasado de creer que el centro del universo era nuestro planeta, a comprender que en realidad no estamos en el centro del cosmos, sólo estamos en una de las millones de galaxias existentes en el universo.



Se muestran imágenes relacionadas con el vídeo anterior

Sin embargo, las ideas sobre el firmamento no han sido las únicas que han cambiado a lo largo de la historia, siendo uno de los cambios más importantes en la historia de la humanidad, la gran revolución de la física durante el siglo 19 y principios del siglo 20.

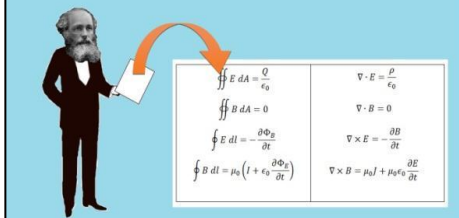
#### Conferencia de Solvay, 1927



Todas las grandes mentes de principios del siglo XX se reúnen

Científicos relevantes en la historia.

#### Las ecuaciones de Maxwell (1865)

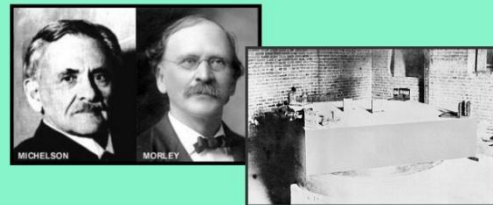


Se presenta a Maxwell y sus ecuaciones

Los cambios más relevantes en la física se iniciaron cuando el físico escocés James Clerk Maxwell plantea cuatro ecuaciones que describen los fenómenos eléctricos, magnéticos y ópticos de la naturaleza, éstas se denominan las ecuaciones de Maxwell. Estas ecuaciones cambiaron el escenario para los con la luz y el espectro electromagnético.

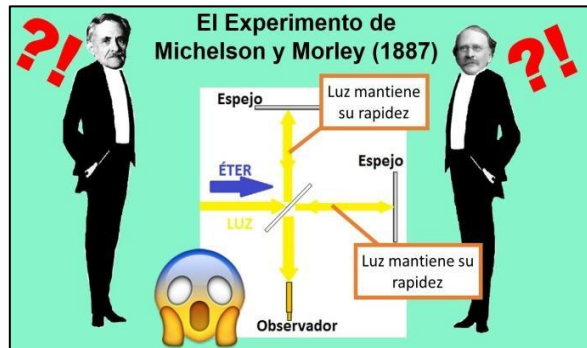
Entre estos estudios, hubo un experimento que fue crucial en la historia del estudio de la luz, el experimento de Michelson y Morley, quienes querían medir la velocidad del éter, ya que en esa época se creía que todos los planetas estaban suspendidos en este material y que la luz se propagaba por éste.

#### El Experimento de Michelson y Morley (1887)



Se presenta a Michelson y Morley

Su experimento consistía en lo siguiente: imaginemos que el éter es como un río, si la luz se mueve en el mismo sentido de la corriente del éter su velocidad debería tener un valor mayor que si la luz atravesara el éter de manera perpendicular, la diferencia en la velocidad de la luz permitiría saber la velocidad del éter.



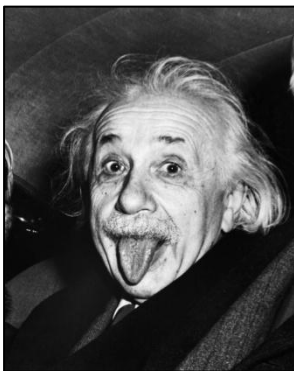
Se van mostrando las suposiciones del experimento, hasta llegar al cuadro que muestra lo que sucedió experimentalmente.

Sin embargo, los resultados mostraron que la velocidad de la luz no variaba, lo que debía significar que el éter estaba quieto o no existía. Michelson y Morley al ver estos resultados replicaron el experimento mejorando los instrumentos y repitiéndolo en distintos lugares del planeta, ya que estaban convencidos que el éter existía y que podía medirse su velocidad.

Uno de los importantes resultados de todas estas teorías y estudios fue el origen la rama de la mecánica cuántica, en la cual los físicos centran su atención en las partículas elementales y en los fenómenos que experimentan. Los más grandes contribuyentes al desarrollo de esta área fueron Max Planck, Erwin Schrödinger, Werner Heisenberg, Niels Bohr, entre otros.



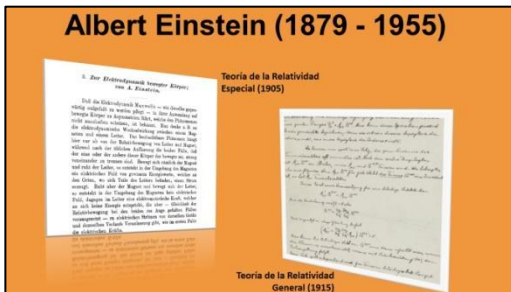
Se presenta imagen con los científicos contribuyentes a la mecánica cuántica



Se expone la imagen más conocida de Einstein.

En esta época de gran avance científico existió un físico que también aportó a la teoría cuántica, pero que su contribución más importante a la física fue la teoría de la relatividad. Este físico fue Albert Einstein, de quien probablemente conozcas su imagen al verla, para la sociedad su imagen suele ser reflejo de una inteligencia superior, y su vida siempre se ocupa como consuelo cuando a un estudiante no le va bien en matemáticas. Einstein no era tan mal estudiante como la cultura popular lo quiere mostrar, ingresó a la Escuela Politécnica Federal de Zúrich pero no terminó sus estudios.

Las vueltas de la vida y sus contactos hicieron que terminara trabajando en la Oficina de Patentes de Berna desde donde solía elaborar artículos científicos, los cuales enviaba a publicar a diversas revistas científicas.



Se muestra la primera página de la teoría de la relatividad especial, y de la general.

Uno de estos artículos resultó ser “Sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento” en donde presenta por primera vez los fundamentos de la teoría de la relatividad especial, trabajo que le permitió volver al mundo universitario. Años después publicó una extensión de esta teoría, la teoría de la relatividad general, en ambas teorías Einstein buscaba dar respuesta a una inquietud que tenía desde pequeño “¿cómo alcanzar un rayo de luz?”

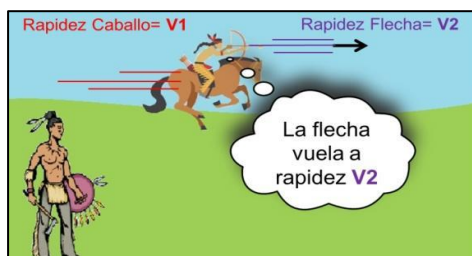
● **Desarrollo del vídeo:**

Para entender porqué estas teorías hicieron famoso a Einstein, partiremos por explicar la Teoría de la Relatividad especial. Einstein no fue el primero en hablar de relatividad, quien formalizó esta idea fue Galileo Galilei, un científico italiano del renacimiento. Imaginemos lo siguiente:

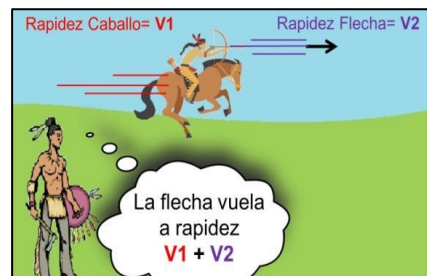


Se presenta a Galileo Galilei como precursor del estudio de la relatividad.

Hay dos guerreros, uno sobre un caballo que galopa a rapidez  $V_1$  y otro quieto en el campo de batalla, el que va en el caballo dispara una flecha a rapidez  $V_2$ . El guerrero del caballo ve que la flecha vuela con rapidez  $V_2$ , mientras que el guerrero en el campo de batalla ve que la flecha vuela con rapidez  $V_1+V_2$ .



Rapidez de la flecha que mide el guerrero móvil sobre el caballo.



Rapidez de la flecha que mide el guerrero quieto.

Las transformaciones de Galileo sirven para traducir lo que ve el guerrero quieto en el campo de batalla, lo que resulta ser equivalente a lo que ve el guerrero del caballo, ambos ven el suceso al mismo tiempo de manera simultánea.

Pero si ahora el guerrero del caballo en vez de disparar una flecha emite un rayo de luz, el guerrero del caballo y el guerrero quieto ven la luz a la misma rapidez, para el guerrero quieto no se sumó la rapidez  $V_1$  del caballo y la rapidez de la luz. Esto mismo sucedió en el experimento de Michelson y Morley, a la luz no se le sumó la rapidez del éter.



Se muestra que ambos guerreros miden el mismo valor para la rapidez de la luz



Se muestra de forma lúdica cómo las ecuaciones de Maxwell se deforman con las transformaciones de Galileo.

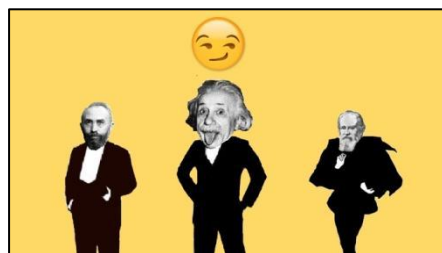
Lamentablemente las transformaciones de Galileo no servían para ese experimento, ya que los fenómenos luminosos no son descritos por la mecánica, sino que por las ecuaciones de Maxwell, las que perdían su sentido físico cuando eran transformadas con las transformaciones de Galileo.

Por ello el físico neerlandés Hendrik Antoon Lorentz desarrolló otras transformaciones que no deforman las ecuaciones de Maxwell al traspasar la información de un observador a otro, pero las transformaciones de Lorentz tenían una complicación para él.

Volvamos al ejemplo, el guerrero en el caballo mide el tiempo que tarda la luz en llegar a su objetivo, y el guerrero quieto en el campo de batalla también mide el tiempo que tarda la luz, pero los tiempos que miden ambos guerreros no son los mismos, es decir, el suceso no es simultáneo para ambos.



Pérdida de simultaneidad al ocupar las transformaciones de Lorentz.



Einstein ingresa a resolver esta disyuntiva.

Esto implicaba que la rapidez de la luz era constante, pero esto no podía ser ya que el éter debía arrastrar los rayos luminosos, aumentando su rapidez. Es aquí donde ingresa Einstein, quien en su artículo "Sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento" plantea



Postulados de la Teoría de la Relatividad Especial.



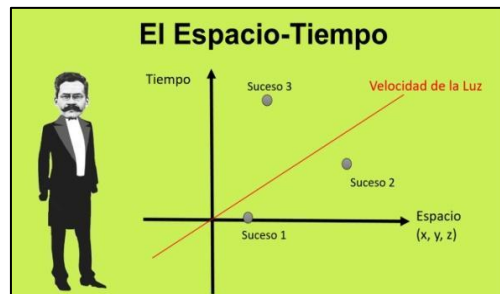
Sorpresa ante la idea de que el éter no existe

dos principios fundamentales:

Las leyes físicas adoptan la misma forma para un observador quieto o para uno que se mueva a velocidad constante. La velocidad de la luz en el vacío es constante para cualquier observador. A diferencia de Lorentz, Michelson y Morley, a Einstein no le atormentaba que la rapidez de la luz fuese una constante, y que por tanto el éter no existiera. Para él, si el razonamiento llevaba a esta deducción, entonces la idea del éter debía ser desechada y había que aceptar que la luz se propaga por el vacío.

Todos estos avances fueron sorprendentes, sin embargo Einstein no estaba conforme con su teoría, ya que estaba interesado en saber cómo describir una situación donde la rapidez no es constante y existe aceleración. Ampliar la teoría de la relatividad especial le costó a Einstein casi diez años de trabajo, hasta que pudo articular varias ideas en la Teoría de la Relatividad General, veamos cuáles son estas ideas que tanto tardó el genio en unir para su teoría final.

Recordemos que el tiempo medido por dos observadores ya no era el mismo, lo que era difícil de representar, pero la solución vino del matemático ruso Hermann Minkowski. Él desarrolló un espacio plano para incluir las variables del tiempo y del espacio, donde tanto los sucesos vistos por la persona quieta y la que está a velocidad constante se podían representar en este plano del espacio-tiempo.



Representación gráfica del espacio tiempo



Anécdota de Einstein para postular principio de equivalencia

Por otro lado, Einstein contaba que la pieza clave de su teoría general surgió cuando vio caer un pintor de un andamio y reflexionó “una persona en caída libre no sentirá su propio peso”, hay un momento antes de caer en que no notamos la acción de la gravedad. Además, Einstein analizó la segunda ley de Newton y notó que la masa del cuerpo que acelera es igual que la masa gravitatoria, que es la fuente de la atracción gravitacional.



Postulados del principio de equivalencia

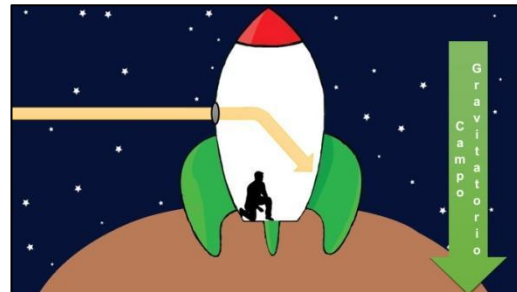
Él llevó esta idea más allá, pensando en la caída del pintor, estableció el principio de equivalencia que se resume en dos puntos: Un campo gravitatorio es equivalente a una situación acelerada, las leyes de la física son iguales en una situación de caída libre y en una situación donde no hay gravedad.

Para comprender esto veamos un ejemplo: Existen dos cohetes, el primero está quieto y sobre él actúa un campo gravitatorio de un planeta, el segundo cohete está acelerando en el espacio vacío con aceleración  $g$ . Así, una persona dentro del segundo cohete sentirá una sensación equivalente a estar en el campo gravitatorio del primer cohete.

Si en el segundo se cohete imaginamos que un rayo de luz entra por una ventana, la luz avanzaría en línea recta como se muestra en la imagen, sin embargo el cohete se mueve aceleradamente hacia arriba, como consecuencia de esto un observador en el piso del cohete percibirá que el rayo se ha desviado hacia abajo. Como la aceleración del cohete da una sensación equivalente a estar en el campo gravitatorio del primer cohete, lo mismo debería sucederle a la luz cuando está en presencia de un campo gravitacional, un observador en el primer cohete también ve que la luz se curva.



Cohete en situación acelerada.



Cohete en campo gravitatorio de un planeta



Consecuencia del principio de equivalencia

Como la luz siempre recorre la distancia más corta del espacio-tiempo, esto implicaría que el espacio-tiempo está curvado, esta es una consecuencia del principio de equivalencia: Los campos gravitatorios curvan el espacio-tiempo. Lo que implicaría que el tiempo se ve afectado por acción de un campo gravitacional

La representación del espacio-tiempo de Minkowski era un plano, al introducir la gravedad y la aceleración este plano se curva, siendo el responsable de esta curvatura la presencia de masa: cuanto más materia o energía exista, más curvo será el espacio-tiempo a su alrededor.


Ahora Einstein podía plantear su teoría de la relatividad general, cuyos fundamentos son:

La trayectoria de un cuerpo en un campo gravitatorio se adapta a la curvatura del espacio-tiempo

La relación entre la presencia de masa y la forma del espacio-tiempo viene dada por:

El lado izquierdo refleja cuánto se curva el plano del espacio-tiempo mientras que el lado derecho expresa la presencia de materia o de energía que curva al espacio-tiempo. Así la Teoría de la Relatividad General se puede resumir en las palabras del físico estadounidense John Wheeler: “el espacio le dice a la materia cómo debe moverse, y la materia le dice al espacio cómo debe curvarse”.

**La Relatividad General (1915)**



La relación entre la presencia de masa y la forma del espacio-tiempo viene dada por:

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}R = -8\pi GT_{\mu\nu}$$

Cuánto se Curva el plano del Espacio-tiempo

Ecuación de la TRG

**La Relatividad General (1915)**



*El espacio le dice a la materia cómo debe moverse, y la materia le dice al espacio cómo debe curvarse*



John Wheeler (1911 – 2008)

Explicación de la TRG de John Wheeler

**La Relatividad General (1915)**




Karl Schwarzschild (1873 – 1916)

Se presenta a Karl Shwarzschild

Un ejemplo de un fenómeno de la relatividad general son los agujeros negros, término acuñado por John Wheeler, que es un caso límite del estudio de la relatividad que había hecho el astrónomo alemán Karl Schwarzschild, quien teóricamente dijo que una cierta masa podría curvar el espacio-tiempo de tal manera que la luz no podría escapar del campo gravitatorio que genera. La teoría de la relatividad general se comprobó en 1919 gracias al astrofísico inglés



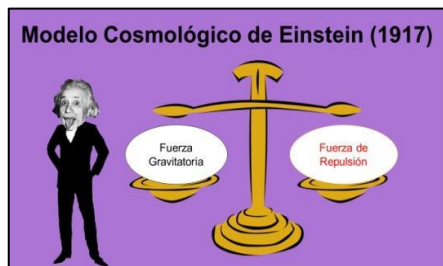


Eddington con Einstein, hablando de la comprobación de la TRG

Arthur Eddington, quien aprovechó un eclipse solar para medir la desviación de la luz emitida por las estrellas Híades, esta desviación era causada por el campo gravitatorio del sol. Los datos observacionales coincidieron con los que había calculado Einstein con su teoría, y cuando esto se hizo público Einstein abarcó los titulares de toda la prensa de la época.

• **Final del vídeo**

Luego de toda esta revolución conceptual, quedaba algo más. Otra consecuencia de esta teoría era que Einstein podía describir cómo se comporta el Universo a través de sus ecuaciones. En el vídeo anterior vimos cómo el astrónomo estadounidense Edwin Hubble mostró que la Vía Láctea no era el Universo, si no que era una de las muchas galaxias existentes en el cosmos. Entonces, ¿Cómo se comporta esta nuevo Universo?



Equilibrio entre fuerza gravitatoria y fuerza de repulsión

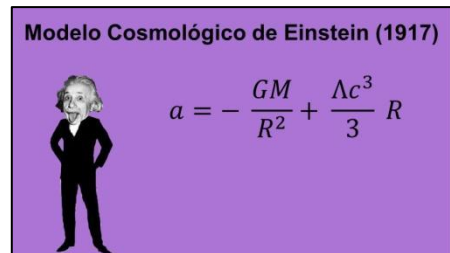
En 1917 Einstein construye su primer modelo cosmológico, en un principio vio que la única fuerza presente era la gravitatoria, lo que llevaría a la contracción del universo, esto era contrario a la concepción de su época, ya que se esperaba que el universo fuese estacionario.

Para solucionar esta contradicción, Einstein agrega una fuerza de repulsión cósmica para contrarrestar la fuerza gravitatoria, esta fuerza de repulsión aumentaba con las distancias, y no dependía de la masa de los cuerpos.



Se presenta constante cosmológica

A esto se sumaba el principio cosmológico, en cual se asume que en todo el universo a gran escala la materia se distribuye de igual manera, y que no importa dónde miremos, siempre se verá lo mismo, con este principio y con el trabajo de sus ecuaciones, Einstein propuso la existencia de una constante cosmológica, la cual representa esta fuerza de repulsión que se opone a la de gravedad. Con esta constante, Einstein pudo modelar su universo estacionario, donde la aceleración se muestra en la siguiente expresión, el término izquierdo es la aceleración gravitacional, y el término derecho es la aceleración de repulsión. Sin embargo, cualquier cambio en la distancia R produciría desequilibrio en este modelo.



Aceleración en modelo de Einstein

El modelo de Universo de Einstein no fue el único, en 1917 el astrónomo holandés De Sitter fue el primero en plantear un modelo estacionario de Universo sin materia. Al quitar la materia del espacio se tiene como consecuencia un universo dominado por la constante cosmológica.



Característica del modelo de DeSitter



Característica del modelo de Friedmann

Por otra parte, el matemático soviético Friedmann entre los años 1922 y 1924 obtuvo algunas soluciones de las ecuaciones de Einstein, resultando un modelo sin constante cosmológica y que considera solo la fuerza gravitatoria, así el Universo se expandiría hasta cierto límite para luego contraerse.

En 1927 el sacerdote francés Georges Lemaître presenta su trabajo, donde resolvió las ecuaciones de Einstein incluyendo los datos registrados por el astrónomo Hubble. El resultado de este trabajo da un modelo de universo en expansión, a partir de esto Lemaître planteó que si el universo se ha expandido, todo tuvo que haber surgido desde un núcleo primordial de materia.



Característica del modelo de Lemaître

Para algunos, los resultados mostrados por Hubble daban a entender que el universo se expandía, incluso Einstein consideró esta posibilidad, declarando que haber introducido la constante cosmológica para crear un modelo de universo estacionario fue el mayor error de su carrera.

Pese a esto, la ley de Hubble fue interpretada de diversos modos, lo que hacía que existieran dos teorías sobre cómo se comporta el universo. Por un lado, los físicos Fred Hoyle, Thomas Gold y Hermann Bondi defendieron la teoría del Universo estacionario en el año 1948. Por el otro lado, en el mismo año el físico ruso George Gamow formalizó la teoría de



Defensores de la Teoría del Universo Estacionario

Lemaître del núcleo primordial, él defendió la idea de que el Universo partió como una singularidad, es decir, todo el espacio-tiempo concentrado en un punto, luego se produce una gran explosión, donde los diversos elementos que hoy se observan se produjeron durante los primeros minutos después de dicha explosión.

Los defensores de la teoría estacionaria consideraban algo absurda la teoría de Gamow, y bautizaron irónicamente a esta teoría como “La teoría del *Big Bang*”



Gamow defensor de la Teoría del Universo en Expansión.

Todo el trabajo teórico ya había sido desarrollado, lo que faltaba era reunir mejores datos para respaldar alguna de estas teorías. Sin embargo, la tecnología de la época no permitía recopilar las evidencias necesarias para decidirse por uno de estos dos modelos, habría que esperar un desarrollo científico mayor para poder dar un veredicto.

### **Apéndice 2.3.: Libreto Vídeo Clase 3.**

#### *Evidencias para un veredicto*

**Portada con el título:** “Evidencias para un veredicto”.



Presentación Video Clase 3  
Clase 3.

(Música de fondo)

**Vídeo 1:** Cuenta regresiva.



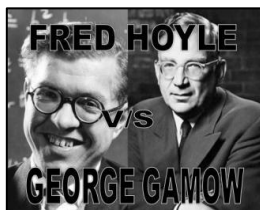
Presentador combate

**Vídeo 2:** Presentación de la pelea

- “Damas y caballeros, hoy tendremos, en un ring de las Vegas en EEUU, un gran enfrentamiento, entre dos astrónomos contemporáneos, estos hombres defenderán su postura, de los modelos, sobre el origen del Universo”.

Presentación de peleadores (con la canción de Rocky de fondo)

- Fred Hoyle: Modelo de la Teoría del “Universo Estacionario”.
- George Gamow: Modelo de la Teoría del “Universo en Expansión”.
- Se muestran peleando en un ring.



Versus entre Fred Hoyle y George Gamow



Pelea entre Hoyle y Gamow



Presentación de Hoyle



Presentación de Gamow

- **Noticiero**

- Tamara: Buenas Tarde, sean bienvenidos al noticiero informativo de la Universidad de Santiago de Chile conducido por Jennifer Becerra y Tamara Toledo. Esta tarde fuimos testigos de un gran enfrentamiento, donde dos astrónomos defienden modelos relacionados a la evolución del Universo...



Presentación Noticiero

...por un lado Fred Hoyle quien defiende el modelo de la Teoría del “Universo Estacionario” que postula que el Universo no tiene un inicio ni un final, sino que siempre ha sido, es y será como hoy lo conocemos. Y por otro lado ésta George Gamow quien defiende el modelo de la Teoría del “Universo en Expansión” y que dice que el Universo tiene un inicio y que a partir de una gran explosión conocida como el *Big Bang* el Universo comenzó a expandirse.

- **Noticiero**

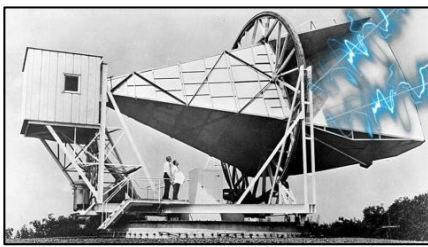
- Tamara: La batalla no tuvo un ganador ya que faltaron evidencias claras que favorecieran a alguno de estos modelos, pero ¿Qué modelo será el más aceptado?

*(Evidencia 1: Radiotelescopio de Wilson & Penzias)*

En Estados Unidos, en el año 1964, los radioastrónomos Robert Wilson y Arno Penzias con un radiotelescopio apuntaron al cielo en todas sus direcciones, apuntaron a grupos de estrellas, planetas y también donde no se observan astros a simple vista. Comenzaron a percibir señales, las cuales les hicieron pensar que eran sonidos que provenían del entorno y que interrumpían la recepción de las señales que el



Arno Penzias y Robert Wilson



Radiotelescopio de Wilson y Penzias

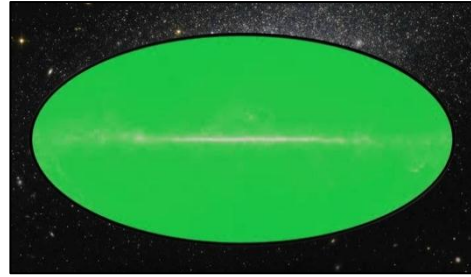
radiotelescopio debía recibir, eliminaron cada factor contaminante pero aun desechando estas interferencias, continuaron recibiendo estas señales al apuntar a todo el espacio; lo que para ellos no tenía explicación hasta que el físico Robert Dicke y sus colaboradores estudiar estas señales desconocidas y descubrieron que eran señales electromagnéticas provenientes de una era temprana del Universo

Gracias a esta colaboración trece años después, en 1978 Penzias y Wilson recibieron el Premio Nobel de Física por el hallazgo de las señales electromagnéticas llamadas “radiación de fondo cósmico”, consideras como el eco de la explosión inicial que tuvo el Universo. Esta imagen que vemos a continuación captada por el radiotelescopio de



Robert Dicke y Colaboradores

un universo joven, muestra zonas de color blanco, que representan la vía láctea, y zonas de color verde, que sin sectores del Universo que se encuentran a una misma la temperatura aquí, aquí, aquí y en todos lados.



Radiación de fondo cósmico fotografiado por el Radiotelescopio

La radiación de fondo cósmico encontrada por Penzias y Wilson muestra que la temperatura del Universo joven es homogénea, por lo que este hecho es usado como argumento en su favor tanto por los adherentes a la Teoría del Universo Estacionario como también por los seguidores de la Teoría del Universo en Expansión.

#### *(Teoría Inflacionaria)*

Es así como en el año 1981 el físico Alan Guth publica la “Teoría Inflacionaria” en la que propone que inmediatamente después del *Big Bang* se produjo el fenómeno de la inflación que tuvo una duración de menos de un segundo y en la que el universo aumentó su tamaño de manera muy rápida, casi de modo exponencial. Esto da explicación al porqué la imagen adquirida por Wilson y Penzias muestra que el universo en algún instante alcanzó una temperatura homogénea y es porque todos los puntos del espacio estuvieron en contacto térmico en algún momento, donde posteriormente luego de ese breve momento, comenzó la inflación que al llegar a un punto su crecimiento comenzó a ser más lento, muy similar a la curva que tiene el crecimiento del ser humano.



Alan Guth

Cabe destacar que la radiación de fondo cósmica muestra cómo era el universo cuando habían transcurrido aproximadamente 300.000 años desde la gran explosión.

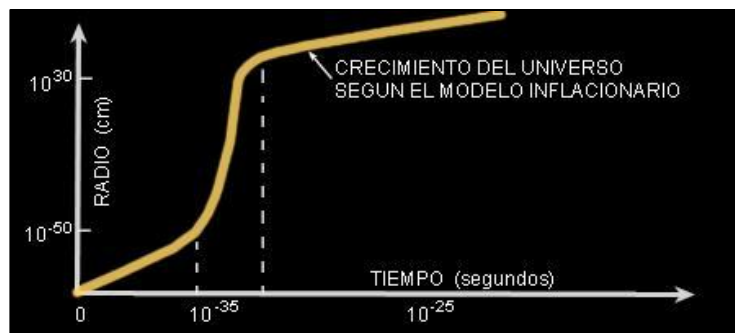


Imagen gráfica de la Teoría Inflacionaria.

- **Noticiero:**

- Jennifer: La teoría Inflacionaria se incorpora como apoyo y complemento al modelo del Universo en Expansión, ya que este modelo por sí solo no permite dar explicación a interrogantes sobre el inicio del Universo. Al conocer estas evidencias la NASA comenzó a desarrollar un proyecto que revolucionará la comprensión de los principios del cosmos, a través de avances tecnológicos, saltando desde el radiotelescopio de Wilson y Penzias al lanzamiento de telescopios espaciales.

(Evidencia 2: Satélite COBE)



John Mather y George Smoot

En el año 1989, la Nasa con participación de los físicos George Smoot y John Mather crean un proyecto que busca lanzar al espacio un satélite llamado “Explorador de Fondo Cósmico” (COBE) el que llevaría un detector para distinguir las temperaturas que el Universo temprano podría tener y con esto poder presentar un mapa completo del cielo con la radiación de fondo cósmico.

Luego de 3 años desde el lanzamiento y recopilación de información, se publican las primeras imágenes que proporcionan un mapa en la que se aprecia una distribución de colores que indica sectores del Universo a gran escala con diferentes temperaturas, las cuales no varían demasiado entre ellas.



Satélite COBE

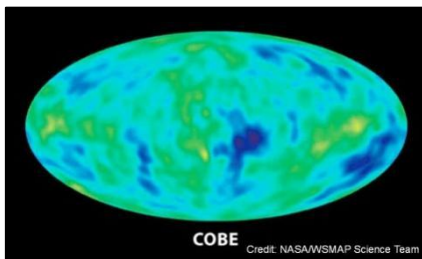


Imagen de sectores con variación mínima de temperaturas detectada por el Satélite COBE

La información e imágenes adquiridas por el satélite COBE fueron consideradas evidencias para el modelo que defiende George Gamow. Con esta exploración, el equipo que trabajó en este proyecto recibió el Premio Nobel de física en el año 2006.

(Evidencia 3: Satélite WMAP)

12 años después del lanzamiento del satélite COBE, a mediados del año 2001, se envía la segunda misión espacial para examinar la radiación de fondo cósmico referentes al *Big Bang*, el satélite en esta oportunidad fue llamado “Sondas Wilkinson de anisotropías de microondas” (WMAP) dirigido por David Wilkinson y colaboradores, estos pretendía recopilar información, pero con una mejor resolución y resultado que el satélite COBE.



David Wilkinson



Satélite WMAP

El satélite WMAP obtuvo imágenes que presenta un mapa de un Universo joven con puntos referentes a pequeñas diferencias de temperaturas. Además, mejoró la estimación de la edad universo, arrojó la forma geométrica y la composición de éste, entre otros datos. Toda esta información recopilada es un aporte para las predicciones de la Teoría del *Big Bang* y es considerado una nueva evidencia para este modelo.

Teniendo, imágenes del radiotelescopio de Wilson y Penzias, y de los Satélites COBE y WMAP, haremos una comparación visual, en la que se presentará un progreso en la resolución del mapa referente a un Universo joven y que son obtenidas gracias a los avances tecnológicos.

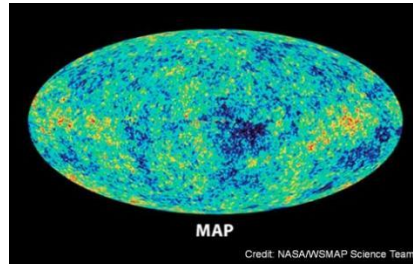
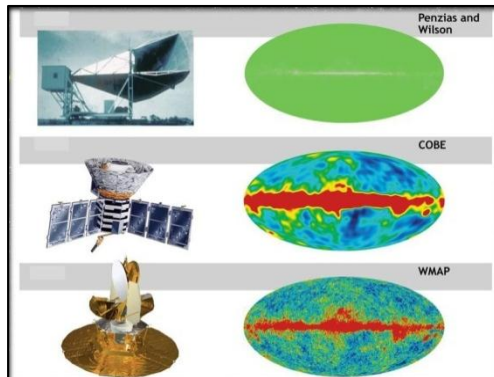


Imagen de un Universo con temperatura obtenida por el satélite WMAP.



Comparación de imágenes obtenidas de la Radiación de Fondo Cósmico.

De tener inicialmente una imagen que muestra una temperatura homogénea representada sólo con un color, a imágenes con varios colores y que son interpretadas como una mínima variación de temperaturas, el satélite COBE indica esta variación por medio de sectores la cual no es exacta diferencia del satélite WMAP que con una mayor precisión señala a través de puntos este cambio de temperaturas mínima.



*(Evidencia 4: Radiotelescopio CBI)*

Por otra parte durante el año 1999, en el Norte de Chile se instalaron 13 antena del radiotelescopio llamados “Imagen de Fondo Cósmico” (CBI) diseñado para captar desde la Tierra la radiación del fondo cósmico del Universo temprano, da evidencias de la edad y forma geométrica del Universo y arroja que el espacio-tiempo se encuentra en constante expansión. En la siguiente imagen, se muestra un mapa de colores la cual representan las intensidades de la radiación.

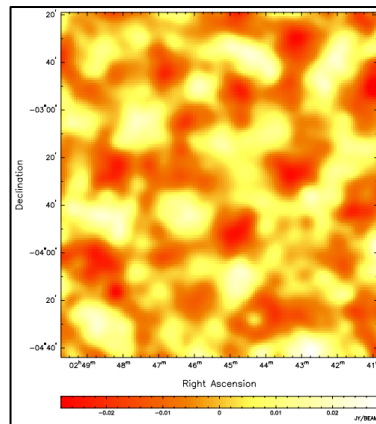
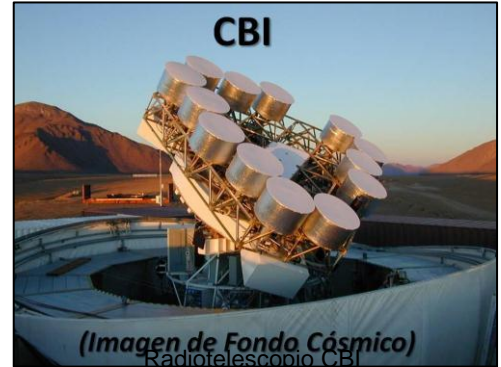


Imagen obtenida por el Radiotelescopio CBI.

- **Noticiero:**

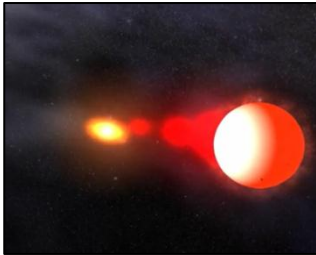
- Tamara: Jennifer, me informa que tenemos un contacto en directo con la periodista Karina Jiménez, adelante Karina...
- Karina: (EXTRA) Buenas Tarde Jennifer y Tamara tenemos una noticia de último minuto, se ha descubierto una nueva evidencia a favor del modelo del Universo en Expansión, a través del estudio de las supernovas, en donde dos grupos trabajaron arduamente para encontrar evidencias de un universo desaceleración. Vamos con la nota...

*(Evidencia 5: Supernovas Tipo Ia)*

En la década de los 90', dos grupos de astrónomos, uno liderado por Saul Perlmutter quien realizó sus estudios en el observatorio cerro Tololo en Chile y el otro grupo formado por Brian Schmidt y Adam Riess, perseguían un mismo propósito, buscaban evidenciar que la aceleración del universo es cada vez menor, por lo que debería estar desacelerando.



Perlmutter, Schmidt y Riess



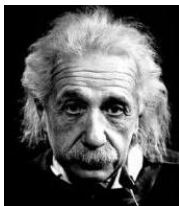
Supernova Tipo Ia

Esta investigación la realizaron observando el brillo de las Supernovas de tipo Ia de galaxias muy lejanas, las cuales son explosiones de estrellas masivas. A través de esta investigación, encontraron resultados que contradecían sus expectativas iniciales, hallaron que el brillo de las supernovas más lejanas eran más débiles de lo esperado, por lo que la única manera de explicar este fenómeno es que la expansión del Universo ha ido incrementando cada vez más.

Y además, surgió que la expansión no se va frenando gracias por la existencia de algo desconocido, algo que pareciera estar dominando al cosmos, un tipo de energía oscura que es representada como una fuerza repulsiva, cuyo efecto se opone a la gravedad, lo que genera que las galaxias se vayan alejando unas de otras.



Representación de la Energía Oscura



Albeth Einstein

En base a los resultados Perlmutter, Schmidt y Riess son responsables de uno de los descubrimientos más impactante de las últimas décadas: la expansión acelerada del Universo, lo que le da un nuevo sentido a la constante cosmológica de Einstein, ya que representaría el efecto producido por la energía oscura. Este descubrimiento es considerado también un aporte para la Teoría del *Big Bang* y que posteriormente es aprobado por la comunidad científica, por lo que ambos equipos de astrónomos reciben el premio Nobel de física 2011.

- **Noticiero**

- Tamara: Como hemos visto el desarrollo de los conceptos y la tecnología nos ha llevado a explorar situaciones antes inimaginables. Esta tarde hemos visto las evidencias que permiten que la teoría del “Universo en Expansión” o también conocida como el *Big Bang* sea la más aceptada.



Ganador de la disputa, George Gamow.

### **Apéndice 3: Test diagnóstico individual**

#### **Apéndice 3.1: Test individual diagnóstico nº1:**

*Evolución del Universo y galaxias*

Nombre: \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_/\_\_/\_\_

#### Instrucciones Generales:

- Este test es un breve diagnóstico para conocer lo que sabes respecto a temas de cosmología que se tratarán en el video.
  - Lee atentamente los enunciados y responde.
- 

1. Las características que tiene el modelo geocéntrico es o son

- I. Órbitas circulares
- II. Rapidez constante
- III. El sol en el centro

- a) Solo I
- b) Solo II
- c) Solo I y II
- d) Solo II y III
- e) I, II y III

2. Marcar cuáles telescopios son espaciales y cuáles observatorios son terrestres

Telescopio	Telescopio espacial	Telescopio terrestre
Mauna Kea		
WMAP		
Kepler		
ALMA		
Cerro Tololo		
Hubble		

3. ¿Cuáles son las formas que tienen las galaxias?

- a) Espirales, circulares, irregulares y elípticas
- b) Espirales, lenticulares, circulares y elípticas
- c) Espirales, lenticulares, irregulares y elípticas
- d) Espirales, circulares, elípticas.
- e) Irregulares y regulares.

### **Apéndice 3.2: Test diagnóstico individual n°2**

*La revolución de Einstein, la Teoría de la Relatividad.*

Nombre: \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_/\_\_/\_\_

Instrucciones Generales:

- Este test es un breve diagnóstico para conocer lo que sabes respecto a temas de cosmología que se tratarán en el vídeo.
- Lee atentamente los enunciado y responde

**1)** Marca con una X la opción que más se acomode a tus conocimientos respecto al siguiente listado de científicos:

<b>Nombre</b>	<b>No sé quién es</b>	<b>He escuchado de él</b>	<b>Sé quién es y qué hizo</b>
Galileo Galilei (1564-1642)			
James Clerk Maxwell (1831-1879)			
HendrikAntoonLorentz (1853-1902)			
HermannMinkowski (1864-1909)			
Albert Einstein (1879-1955)			
Willem De Sitter (1872-1934)			
AleksandrFriedmann (1888-1925)			
Georges Lemaître (1894-1966)			
Edwin Hubble (1889-1953)			
George Gamow (1904-1968)			
Fred Hoyle (1915-2001)			

**2)** La Teoría de la Relatividad General de Einstein está relacionada con:

- a) La temperatura                      c) La Electricidad                      e)El Magnetismo  
b) La Gravedad                          d) La Presión

**3)** ¿Cuál de estos científicos postuló el Modelo de Universo en expansión o Teoría del *Big Bang* (La gran explosión)?

- a)Albert Einstein                      c) George Gamow                      e) Otro  
b) Edwin Hubble                      d) Stephen Hawking

### **Apéndice 3.3: Test diagnóstico individual n°3.**

*Evidencias para un veredicto.*

Nombre: \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_/\_\_/\_\_\_\_

Instrucciones Generales:

- Este test es un breve diagnóstico para conocer lo que sabes respecto a temas de cosmología que se tratarán en el video.
- Lee atentamente los enunciados y responde.

1) Marca con una X la opción que más se acomode a tus conocimientos respecto al siguiente listado de conceptos:

Conceptos	No sé al respecto	He escuchado al respecto	Lo conozco y sé de qué trata
Teoría del <i>Big Bang</i>			
Modelo de la Teoría del “Universo en Expansión”			
Modelo de la Teoría del “Universo Estacionario”			
Radiación de Fondo Cósmico			
Teoría Inflacionaria			
NASA			
Satélites			
Radiotelescopios			
Supernovas			
Universo Acelerado			
Energía Oscura			

2) Según lo que sabes sobre la Teoría del *Big Bang*, esta teoría:

- I) Es también conocida como la Teoría del Universo en Expansión.
  - II) Habla del final del Universo.
  - III) Se refiere a la explosión inicial del Universo.
- a) Sólo I
  - b) Sólo II
  - c) Sólo III
  - d) Sólo I y II
  - e) Sólo II y III

## **Apéndice 4: Guía didáctica grupal.**

A continuación se presentan las guías que se entregan en cada clase de la secuencia didáctica.

### **Apéndice 4.1.: Guía didáctica grupal. Clase 1**

*Evolución del Universo: Galaxias*

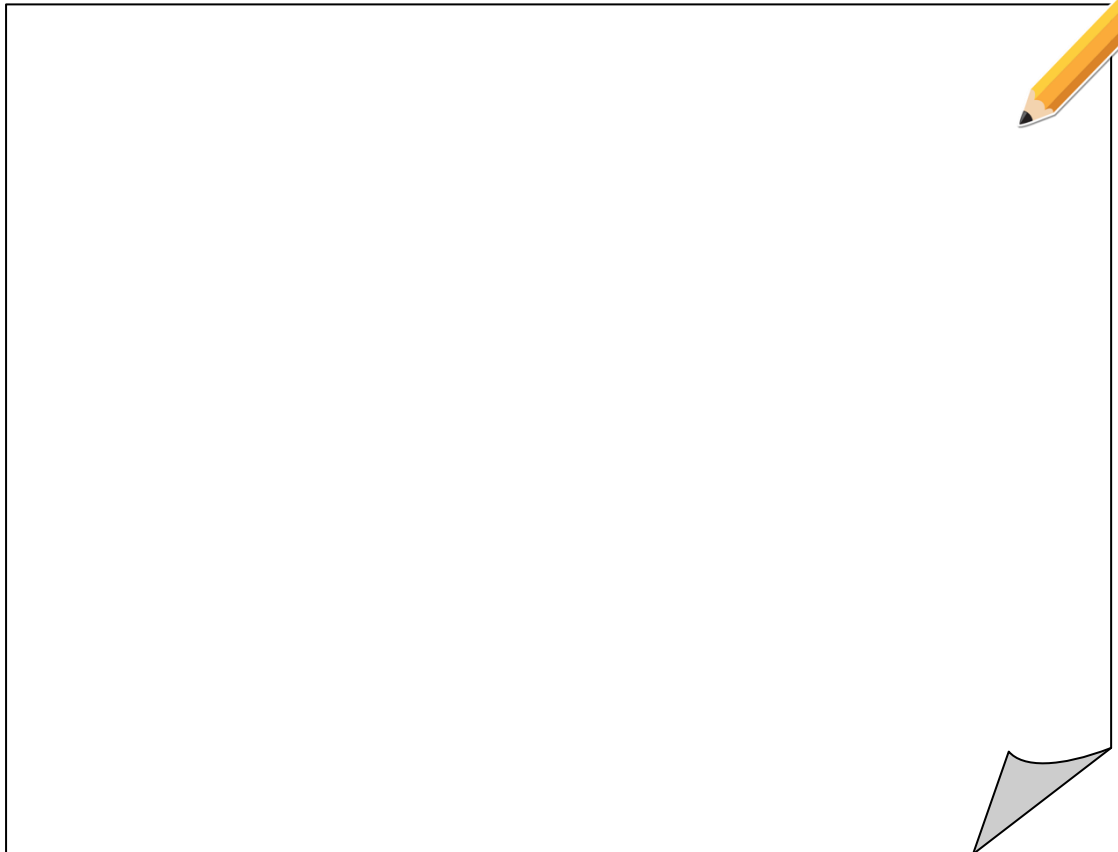
Nombre: \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_/\_\_/\_\_

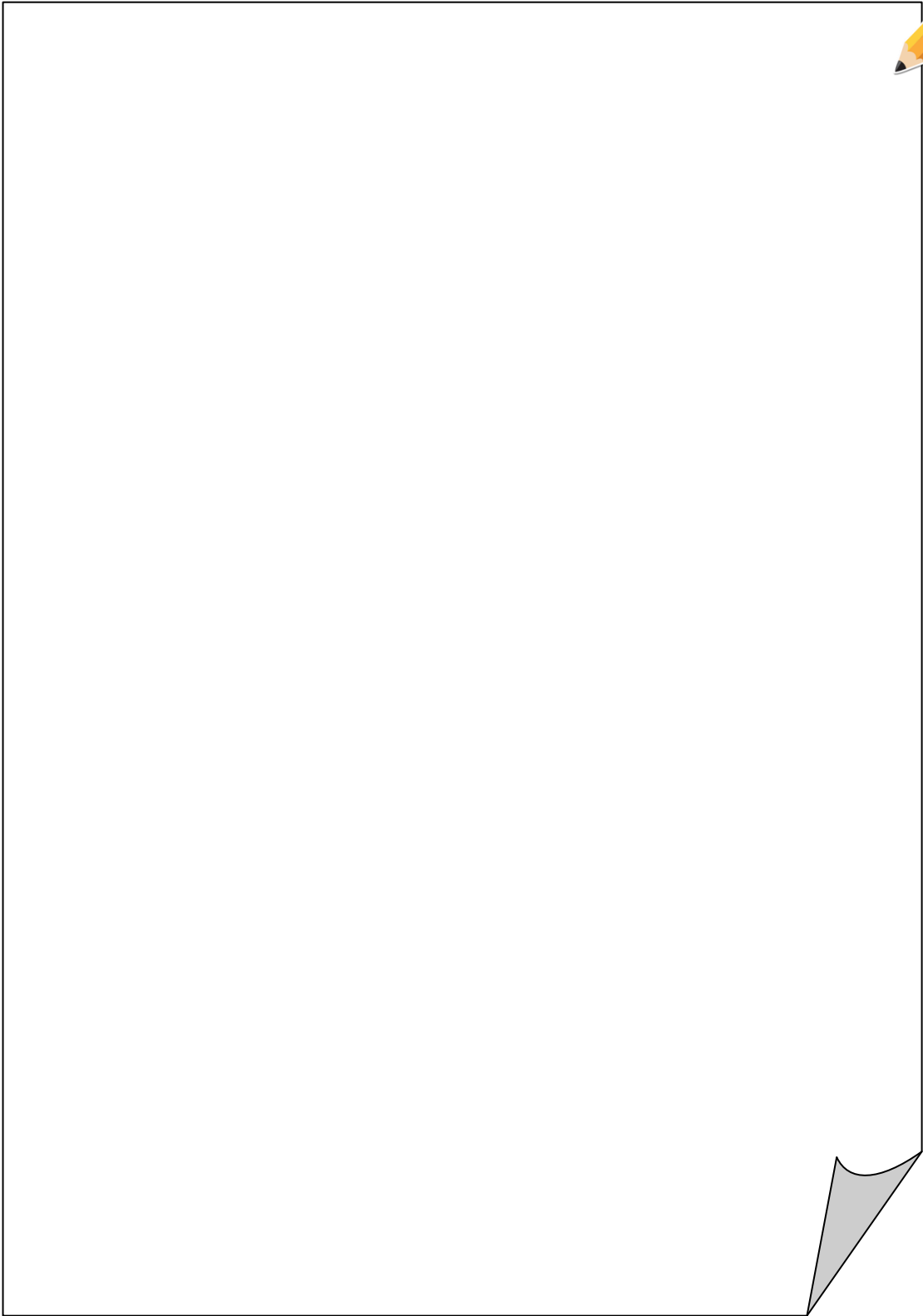
Instrucciones Generales:

- Lee la guía completa antes de realizar las actividades.
- Consulta tus dudas sobre la guía al (a la) profesor(a).
- Responder de manera clara y resumida a las actividades planteadas.
- El vídeo se proyectará **una sola vez**.
- Durante la proyección del vídeo recuerda prestar atención, tomando apuntes para responder la guía de actividades.
- Si quieres tomar apuntes, utiliza las hojas dispuestas al inicio de esta guía.

---

### **Apuntes del video**



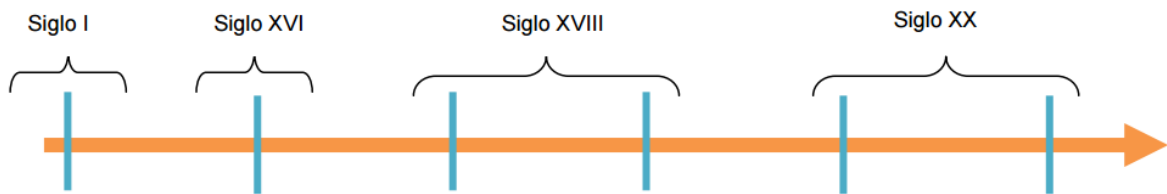




### Actividades grupales

1. Ordene los hitos históricos presenten en la tabla con sus respectivo personaje en la línea de tiempo.

Nicolás Copérnico	Mide las velocidades de las galaxias y eso en conjunto con la TRG le permite calcular la edad del Universo	Se observan nebulosas fuera de nuestro Universo, los que son llamadas Universos Islas	
El Universo era todo lo que veíamos con el Sol en el centro	El Universo era todo lo que veíamos con la Tierra en el centro.	Immanuel Kant	Edwin Hubble
Ni el sol ni la Tierra se encontraban al centro del Universo	Claudio Ptolomeo	Clasifica morfológicamente a las galaxias	Nace el concepto de galaxia



2. a) Realiza un breve mapa conceptual relacionado con el catálogo de Messier y sus componentes componentes



- b) ¿Cómo podemos relacionar los objetos de catálogo de Messier con las galaxias?

3. A continuación deben realizar un mapa conceptual cuyo término central sea *Galaxias*, que integre los conceptos vistos en el video y que están presentes en la siguiente tabla:

Universos Islas	Espirales		Immanuel Kant
Edwin Hubble	Elípticas	Irregulares	Lenticulares
Tipos de galaxias	Catálogo de Messier	Galaxias espirales barradas	Velocidad de las galaxias

Para la realización del mapa conceptual deben utilizar estos conceptos, relacionándolos a través de palabras enlace. Las palabras enlace son términos que se utilizan para unir los conceptos, así se indica el tipo de relación existente entre ellos.



4. Para realizar esta actividad debes poner atención al segundo video, el cual mostrará siete imágenes de galaxias que pertenecen al grupo local el que entendemos como el conjunto de poco más de treinta galaxias donde se encuentra nuestra Vía Láctea y también galaxias que clasificó Messier en su catálogo.

<b>Galaxia</b>	<b>Clasificación según Hubble</b>
Gran Nube de Magallanes	
Galaxia de Andrómeda	
Galaxia del Triángulo	
Galaxia M32	
Galaxia M51	
Galaxia M58	
Galaxia M85	

**Apéndice 4.2.: Guía didáctica grupal Clase 2**  
*La revolución de Einstein, la Teoría de la Relatividad.*

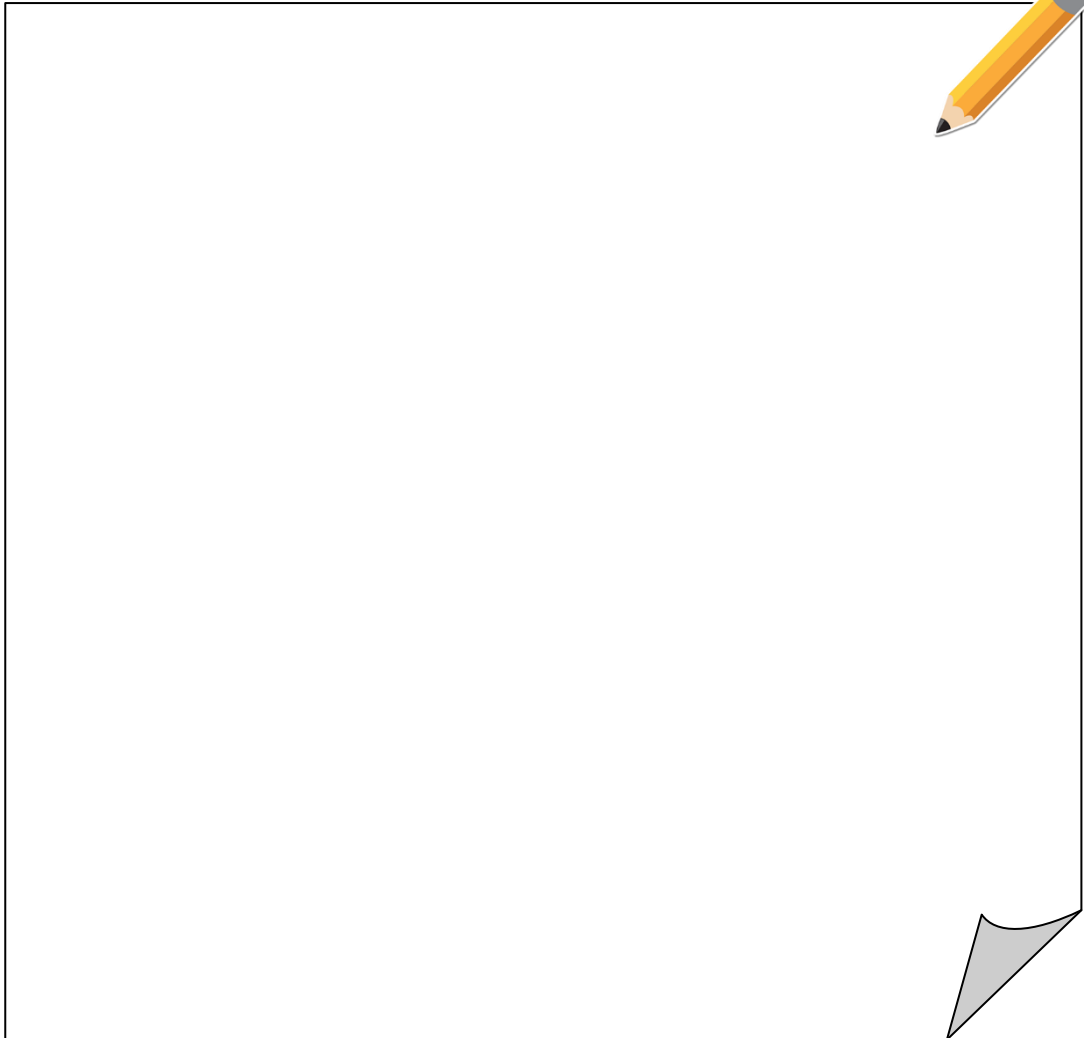
Nombre: \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_/\_\_/\_\_

Instrucciones Generales:

- Lee la guía completa antes de realizar la actividad.
- Consulta tus dudas sobre la guía al (a la) profesor(a).
- Intenta responder de manera clara y resumida a las actividades planteadas.
- El vídeo se proyectará **una sola vez**.
- Durante la proyección del vídeo recuerda prestar atención, tomando apuntes para responder la guía de actividades.
- Si quieres tomar apuntes, utiliza las hojas dispuestas al inicio de la guía.

---

**Apuntes del vídeo**



**Apuntes del vídeo**



A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for taking notes. The box is mostly blank, with a small grey triangular shape at the bottom-right corner, suggesting a folded page or a shadow effect.

## Actividades grupales

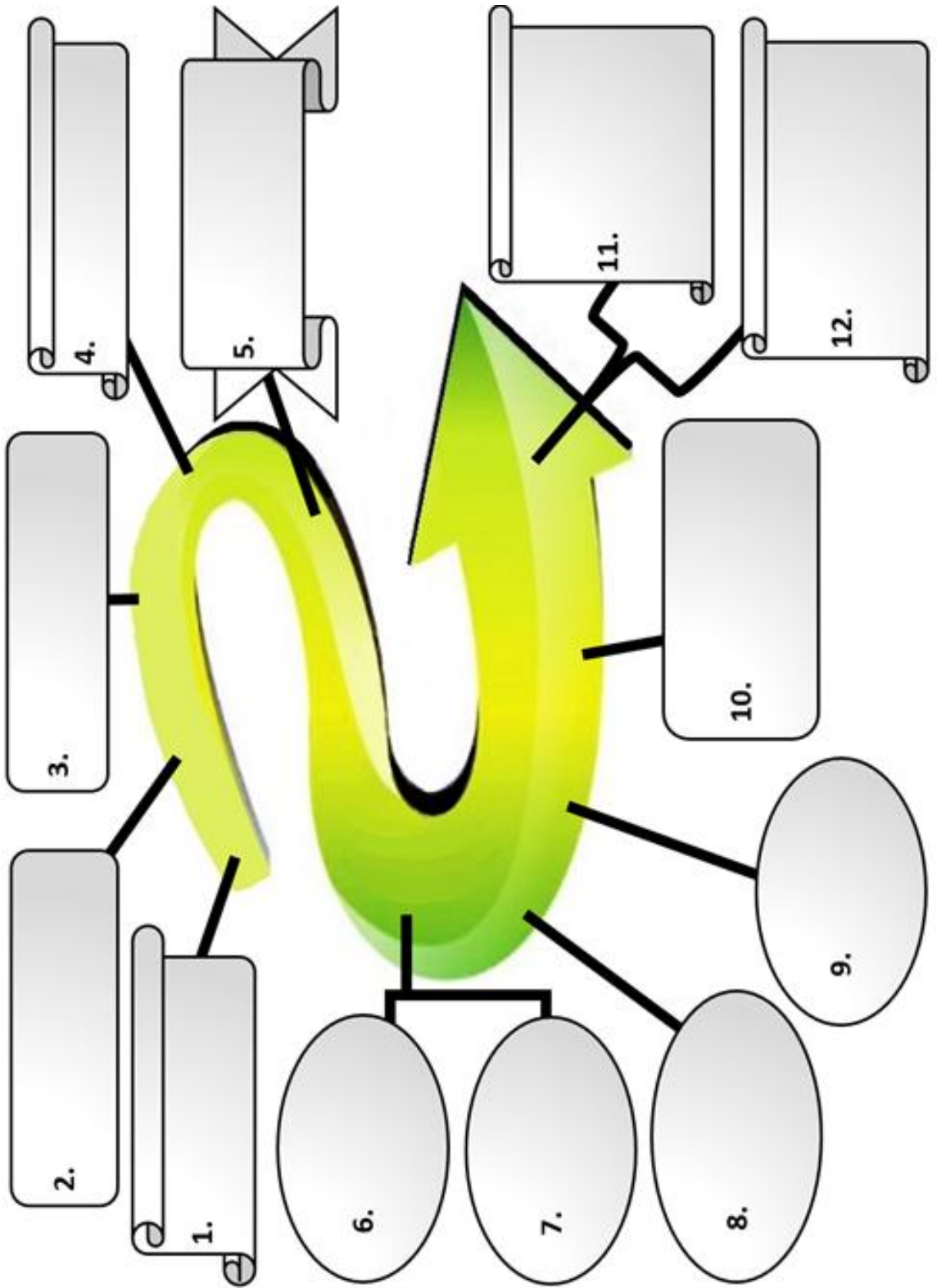
1. a) En la siguiente tabla completa el año en que ocurre cada suceso presentado

Suceso	Año
Teoría Relatividad General	
Modelo Cosmológico de DeSitter	
Modelo de Universo en Expansión	
Modelo Cosmológico de Friedmann	
Hubble presenta sus datos	
Modelo Cosmológico de Einstein	
Las ecuaciones de Maxwell	
Modelo de Universo Estacionario	
Experimento Michelson y Morley	
Transformaciones de Lorentz	
Modelo Cosmológico de Lemaître	
Teoría Relatividad Especial	

- b) Ubica los **años** registrados en la tabla anterior **interior de la siguiente flecha**, para crear una línea de tiempo, en cada **recuadro** correspondiente debes **anotar el suceso que ocurrió** ese año.

El resultado debe ser similar al siguiente ejemplo:





2. A continuación deben elaborar un **mapa conceptual** cuyo término central sea *Teoría de la Relatividad General*, que integre los conceptos visto en el vídeo y que están presentes en la siguiente tabla:

Teoría de la Relatividad Especial	Experimento de Eddington (1919)	El espacio-tiempo	Curva	Principio de Equivalencia
Causado por campo gravitatorio del Sol	Albert Einstein	Situación Acelerada	Más Aceleración	Estar en un campo gravitatorio
La velocidad de la luz es la misma para cualquier observador	Equivalente	Desviación de la luz de las estrellas Híades	Presencia de materia o energía	

Para la realización del mapa conceptual deben utilizar estos conceptos, relacionándolos a través de palabras enlace. Las palabras enlaces son términos que se utilizan para unir los conceptos, así se indica el tipo de relación existente entre ellos.

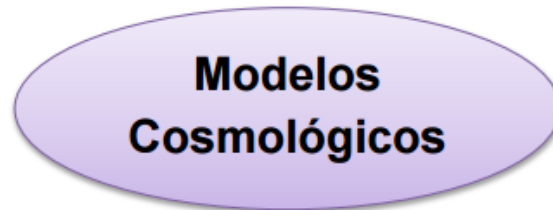




3. A continuación deben elaborar un **mapa conceptual** cuyo término central sea *Modelos Cosmológicos*, que integre los conceptos visto en el vídeo y que están presentes en la siguiente tabla:

De Sitter (1917)	Universo se expande y luego se contrae		Núcleo primordial de materia	Friedmann (1922/1924)	Universo en Expansión
Equilibrio entre	Einstein (1917)	Constante Cosmológica	Universo estacionario	Universo sin constante cosmológica	
Hoyle (1948)	Gamow (1948)	Fuerza Gravitatoria		Teoría del Universo Estacionario	Teoría de la Relatividad General
Lemaître (1927)	Universo sin materia	Datos presentados por Hubble (1929)	Fuerza Repulsiva	Teoría de Universo en Expansión ( <i>Big Bang</i> )	

Para la realización del mapa conceptual deben utilizar estos conceptos, relacionándolos a través de palabras enlace. Las palabras enlaces son términos que se utilizan para unir los conceptos, así se indica el tipo de relación existente entre ellos.



**Apéndice 4.3.: Guía didáctica grupal Clase 3.**

*Evidencias para un veredicto.*

**Guía grupal de actividades**

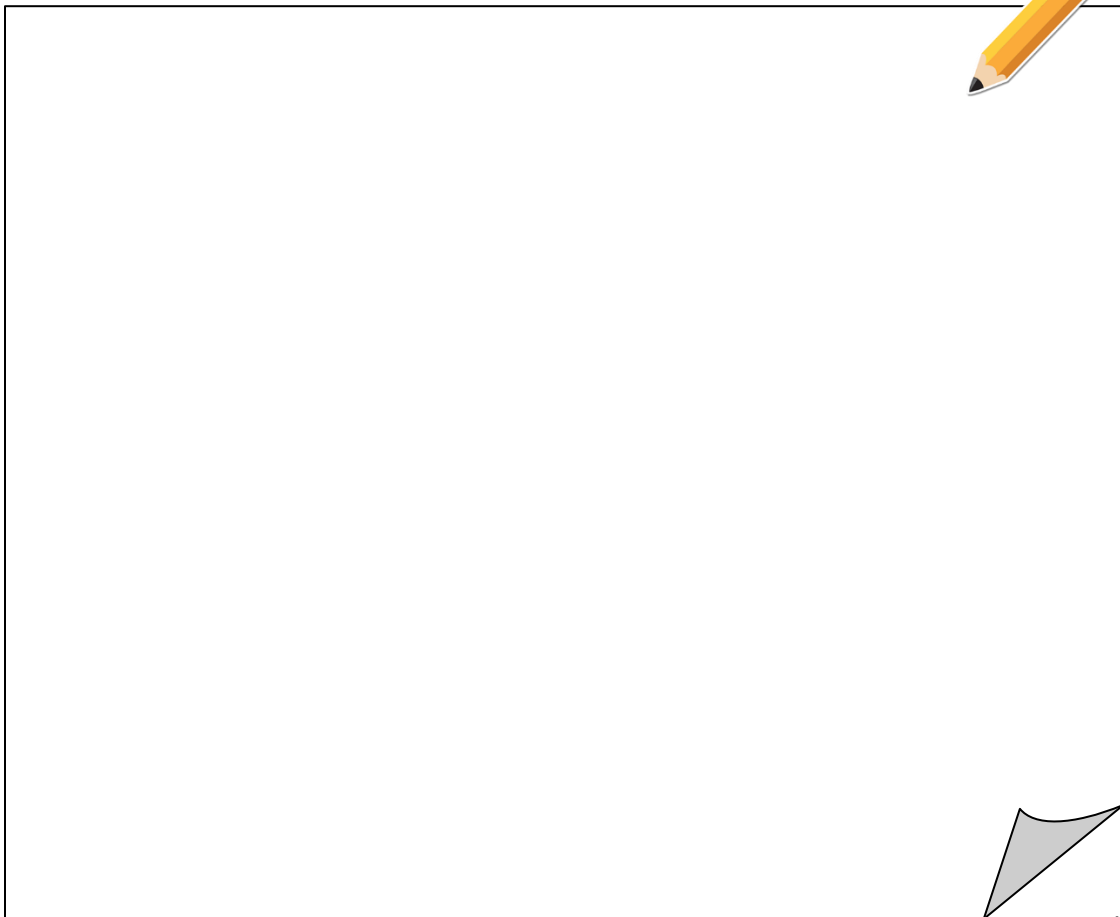
Clase 3: *Evidencias para un Veredicto*

Nombre: \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_/\_\_/\_\_\_\_

Instrucciones Generales:

- Lee la guía completa antes de realizar las actividades.
- Consulta tus dudas sobre la guía al(a la) profesor(a).
- Responder de manera clara y resumida a las actividades planteadas.
- El vídeo se proyectará una sola vez.
- Durante la proyección del vídeo recuerda prestar atención, tomando apuntes para responder la guía de actividades.
- Si quieres tomar apuntes, utiliza las hojas dispuestas al inicio de esta guía.

**Apuntes del vídeo**



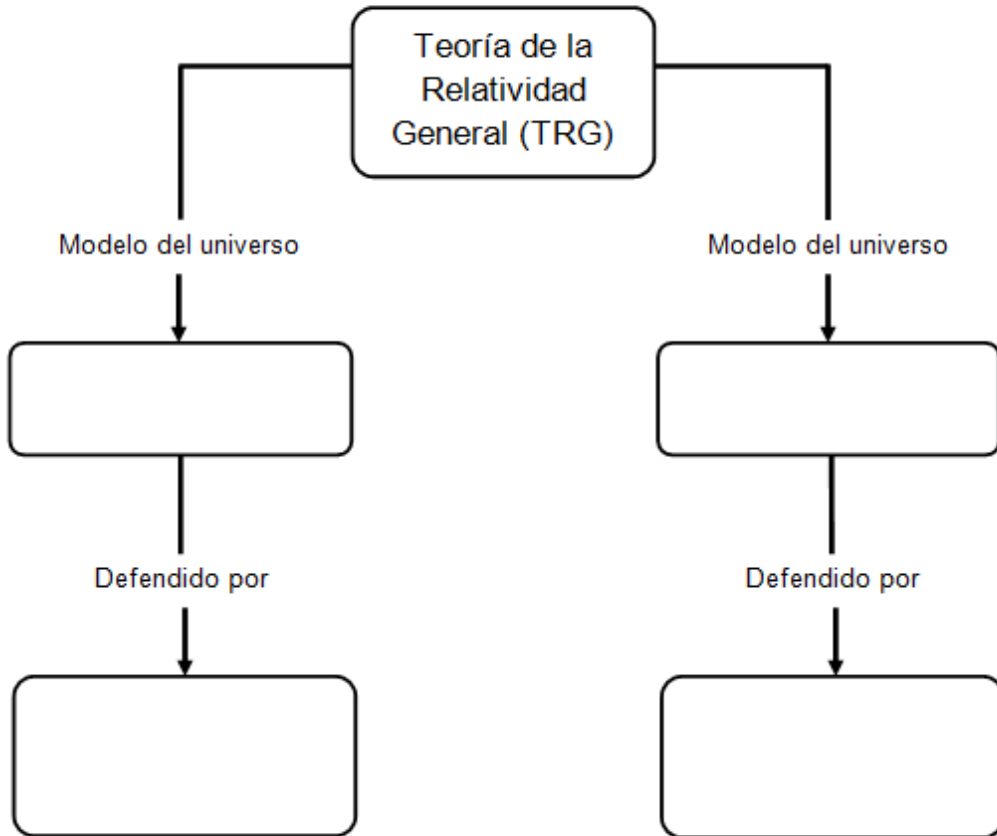
**Apuntes del vídeo**



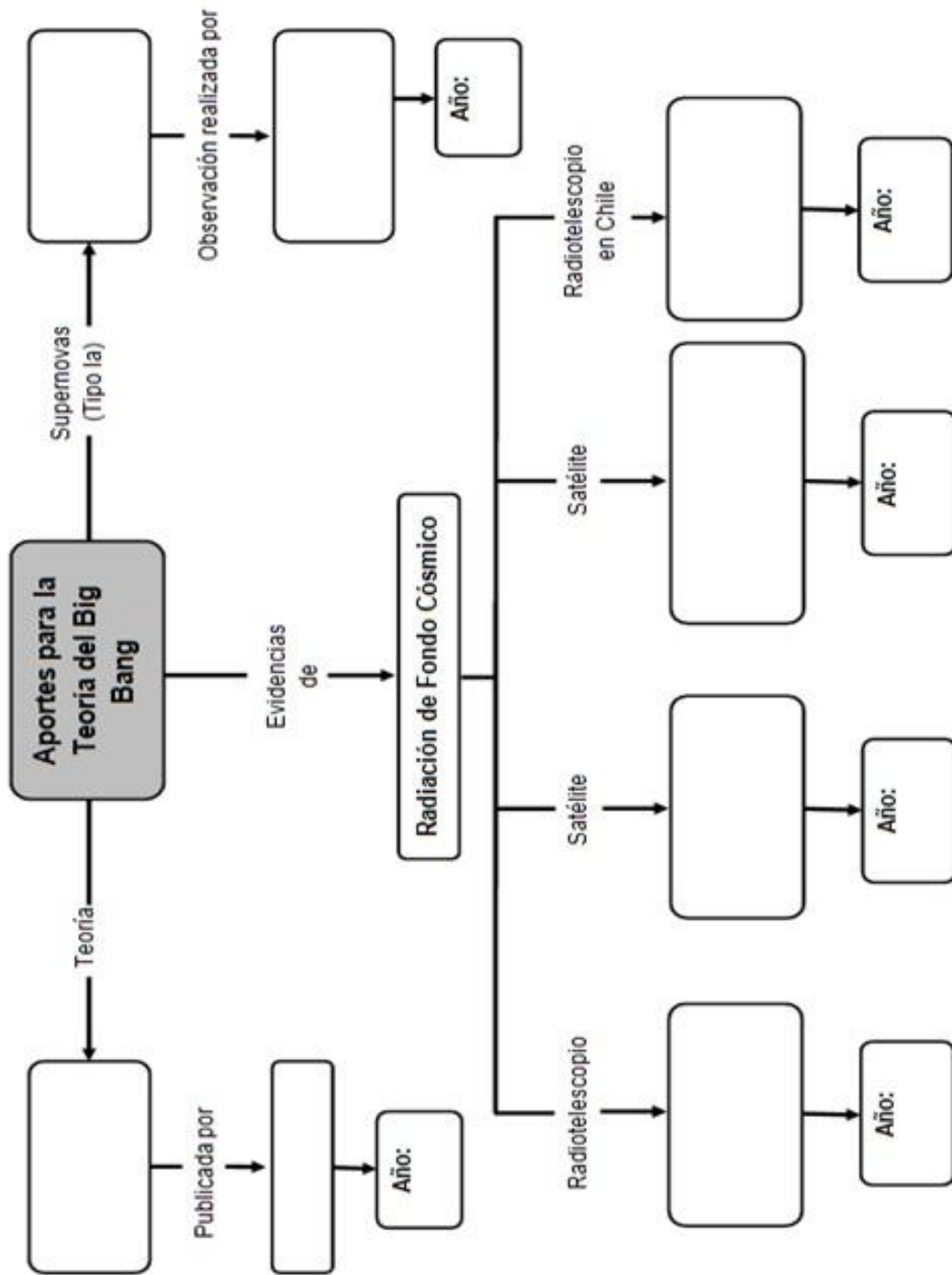
A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for taking notes. The box is positioned centrally on the page, below the title and the pencil illustration.

### Actividades grupales

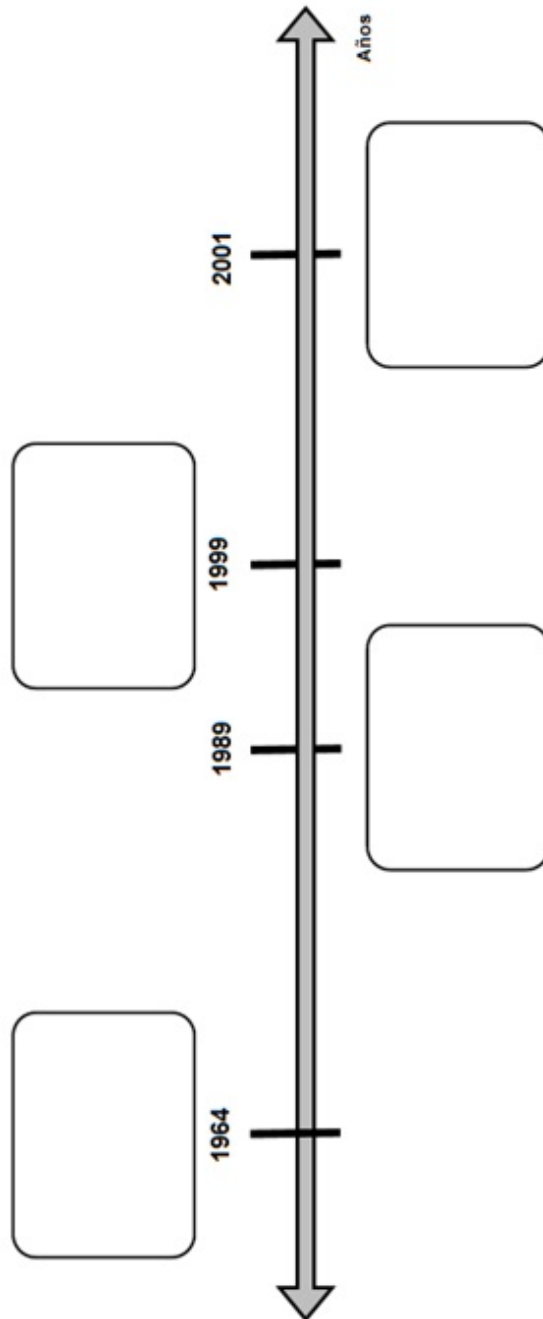
1. Ocupando tus apuntes completa el siguiente mapa conceptual de los modelos relacionados con el origen del Universo.



2. Ocupando tus apuntes completa el siguiente mapa conceptual sobre los aportes que la Teoría del *Big Bang* incorporo a su modelo.



3. Con los sucesos y años registrados en el mapa conceptual anterior, completa la siguiente línea de tiempo relacionada con las evidencias de “radiación de fondo cósmico”.



## **Apéndice 5: Indicaciones para el docente**

Las siguientes indicaciones son para llevar a cabo la secuencia didáctica planteada en el trabajo de seminario “Propuesta didáctica para el aprendizaje de contenidos sobre cosmología, en el marco del currículum nacional vigente”, de la carrera de Pedagogía en física y matemática, de la Universidad de Santiago de Chile. La finalidad de estas indicaciones son que el docente pueda contar con una guía para el trabajo de las tres clases que forman parte de la secuencia didáctica propuesta, por tanto en ellas se detallan pasos que son necesarios para la correcta implementación de las actividades.

Se agradece al docente su disposición para llevar a cabo la secuencia didáctica teniendo en cuenta estas indicaciones, ya que estas han sido elaboradas con el objetivo de facilitar el proceso de aprendizaje de los estudiantes respecto a contenidos de cosmología, en pos de lograr de manera integral el Aprendizaje Esperado 12 de Física para el cuarto año de enseñanza media.

---

Para el desarrollo de las tres clases de la secuencia didáctica, se presentan las siguientes sugerencias generales.

I) Previamente a la ejecución de las actividades, se aconseja que el docente:

- Vea el vídeo destinado para la clase.
- Verifique que cuente con el equipamiento necesario para la reproducción del vídeo, debe contar con computador, proyector, parlantes, y tener impresos el test diagnóstico, guía de actividades y las rúbricas de evaluación para el trabajo en clases.

II) Para la correcta realización de esta clase, se aconseja lo siguiente:

1. Para el **inicio** de la clase, se aconseja lo siguiente:

- Debe durar aproximadamente 10 minutos.
- Se le explica a los estudiantes que parte de la evaluación de las clases están relacionadas con la actitud que ellos tienen frente al desarrollo de las actividades, por lo cual los estudiantes deben prestar atención, ser respetuosos y participativos, y trabajar en conjunto en las actividades grupales.
- Dependiendo de si se realiza la primera, segunda o tercera clase, las indicaciones para el inicio serán distintas, por tanto se aconseja dirigirse a las indicaciones específicas de cada clase.

2. Para el **desarrollo** de la clase, se aconseja lo siguiente:

- Debe durar aproximadamente 60 minutos.
- Entregar el test diagnóstico correspondiente a la clase, los estudiantes deben poner sus datos y cuentan con 5 minutos para contestar, luego el profesor retira los test. Se recuerda que la finalidad de este test es que los estudiantes vean cuánto saben respecto a los temas que se tratarán en la clase, por tanto esta actividad no debe ser calificada.
- Entregar la guía de actividades a los estudiantes, quienes deben poner sus datos en ella, luego se leen las instrucciones en conjunto y se revisan las actividades propuestas. El objetivo de esto es que los estudiantes puedan apreciar las actividades a las que deben responder, para que estén conscientes de los conceptos, nombres y fechas que deben registrar durante la reproducción del video.
- Antes de reproducir el vídeo, se les debe recordar a los estudiantes que tomen apuntes en las hojas de la guía destinadas para ello.
- Se reproduce el vídeo ininterrumpidamente.
- Una vez finalizada la reproducción del vídeo, el docente debe pedir a los estudiantes que conformen los grupos de trabajo, de 3 a 4 integrantes. El profesor enumera los grupos conformados, cada estudiante pone el número del grupo al cual pertenece en la guía.
- Una vez conformados los grupos, el profesor debe nombrar los criterios de evaluación con los que cuentan las rúbricas y listas de cotejo, con las que se evaluarán los productos de la guía (mapas conceptuales y líneas de tiempo), explicando cuál es el nivel más alto de desempeño para estos criterios.
- Se debe monitorear que los estudiantes estén efectivamente realizando las actividades de la guía, el docente puede responder preguntas relacionadas con la ejecución de las actividades, sin aportar información que influya en sus respuestas.
- Si los estudiantes necesitan ver nuevamente una parte del vídeo, el profesor les puede dar el link en *youtube* del vídeo correspondiente, donde están marcados las partes más importantes del contenido que necesitan para el desarrollo de las guías. Los estudiantes pueden hacer uso de sus teléfonos móviles para esto.
- Los estudiantes cuentan con 40 minutos para realizar la guía de actividades.
- Posteriormente, se retiran las guías de actividades y se da paso al cierre de la clase.

**3. Para el cierre** de la clase, se aconseja lo siguiente:

- Debe durar aproximadamente 15 minutos.
- El docente debe realizar una puesta en común, por ejemplo preguntándole a los estudiantes cómo conformaron sus líneas de tiempo y mapas conceptuales, y anotando en el pizarrón las respuestas más reiteradas en los estudiantes para que ellos puedan contrastar los criterios que han utilizado en el desarrollo de las actividades.



- Del mismo modo, las preguntas realizadas en el cierre también deben estar enfocadas a que los estudiantes puedan reflexionar en torno a las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad presentes en el vídeo. Para ello, le aconsejamos dirigirse a las indicaciones particulares de cada clase, para ver preguntas tipo que puedan ser de utilidad para generar esta reflexión, la cual es necesaria para que el estudiante comprenda mejor la naturaleza del trabajo científico y su relación con nuestro contexto cotidiano.
- En esta instancia es importante que el docente tenga en cuenta los criterios presentes en la rúbrica de evaluación para estos productos, además de los ejemplos de éstos presentes en las indicaciones al docente.

**III)** Para la **evaluación** del trabajo en clase y de los productos entregados por los estudiantes, se aconseja lo siguiente:

- Para evaluar el trabajo realizado durante la clase, el docente puede guiarse de la rúbrica holística de actitudes destinada para ello.
- Para evaluar los mapas conceptuales y/o líneas de tiempo, el docente puede guiarse de las listas de cotejo y rúbricas holísticas destinadas para cada actividad de las tres clases.
- Registrar los errores más recurrentes surgidos de la corrección de las actividades, para luego retroalimentar a los estudiantes a partir de éstos.

### **Indicadores Clase 1:**

#### *Evolución del Universo: Galaxias*

1. Para el **inicio** de esta clase:

- El docente en el inicio de la clase debe referirse de manera general a los temas tratados en las próximas tres clases, indicando que en cada clase se seguirá el mismo procedimiento (observación de un video y realización de la respectiva guía de trabajo).
- Debe dar explicaciones de como confeccionar y completar un mapa conceptual y una línea de tiempo.

2. Para el **desarrollo** de esta clase:

- Junto con seguir las indicaciones generales, el docente debe prestar atención a la última actividad de la guía 1, la cual consiste en clasificar galaxias, por lo que debe mostrar un segundo video para la realización de dicha actividad y además debe leer en voz alta las instrucciones de la misma.

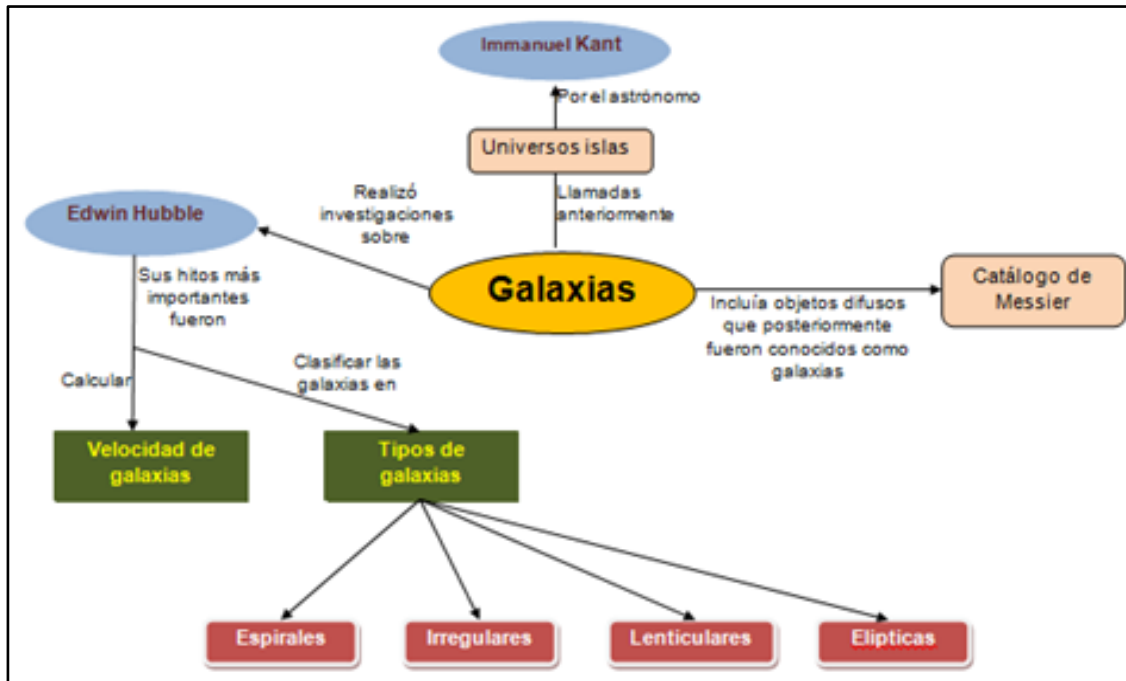
3. Para el **cierre** de esta clase:

- Para impulsar la reflexión en torno a las relaciones entre la ciencia, tecnología y sociedad presentes en el video de la clase y en el trabajo de los estudiantes, se aconseja realizar preguntas como las siguientes: XXX

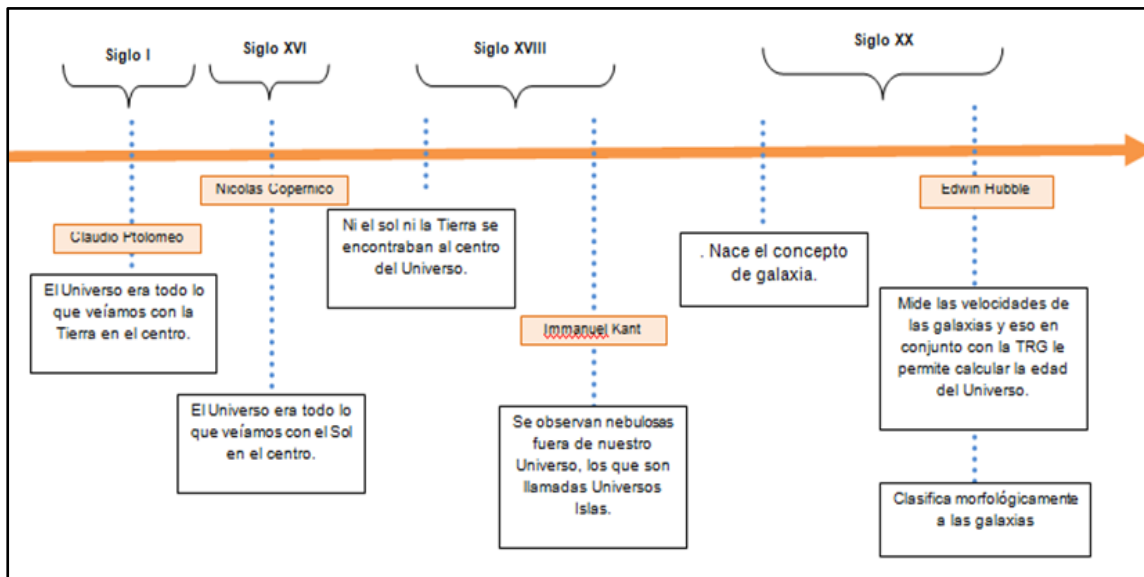
4. Para la **evaluación** de los productos entregados por los estudiantes en esta clase, se aconseja lo siguiente:

- Para los mapas conceptuales se espera que el estudiante conecte de forma adecuada cada casilla, por tanto su posición no es relevante mientras los conceptos estén correctamente enlazados, realizando el mapa conceptual con las palabras dispuestas en la tabla y/o con conceptos claves vistos en el video.
- Para la línea de tiempo se espera que el estudiante a través de las palabras y frases que se encuentran en la tabla complete la línea de tiempo presentada. Los siglos de las evidencias son entregados en la línea de tiempo, los estudiantes solo deben asociarlos hechos y científicos destacados en cada periodo.

#### Mapa conceptual esperado



## Línea de tiempo esperada



### Indicadores Clase 2:

#### *La Revolución de Einstein, la Teoría de la Relatividad*

##### 1. Para el **inicio** de esta clase:

- Preguntar a los estudiantes qué recuerdan de las actividades realizadas en la clase anterior, para guiar las respuestas de los estudiantes hacia los conceptos ya trabajados.
- Dar retroalimentación respecto a las actitudes y productos presentes en la clase anterior. Por ejemplo: si los estudiantes no prestaron atención al vídeo y luego no sabían qué contestar en la guía, también se pueden plantear errores en los mapas conceptuales y/o líneas de tiempos más recurrentes en los trabajos entregados.

##### 2. Para el **cierre** de esta clase:

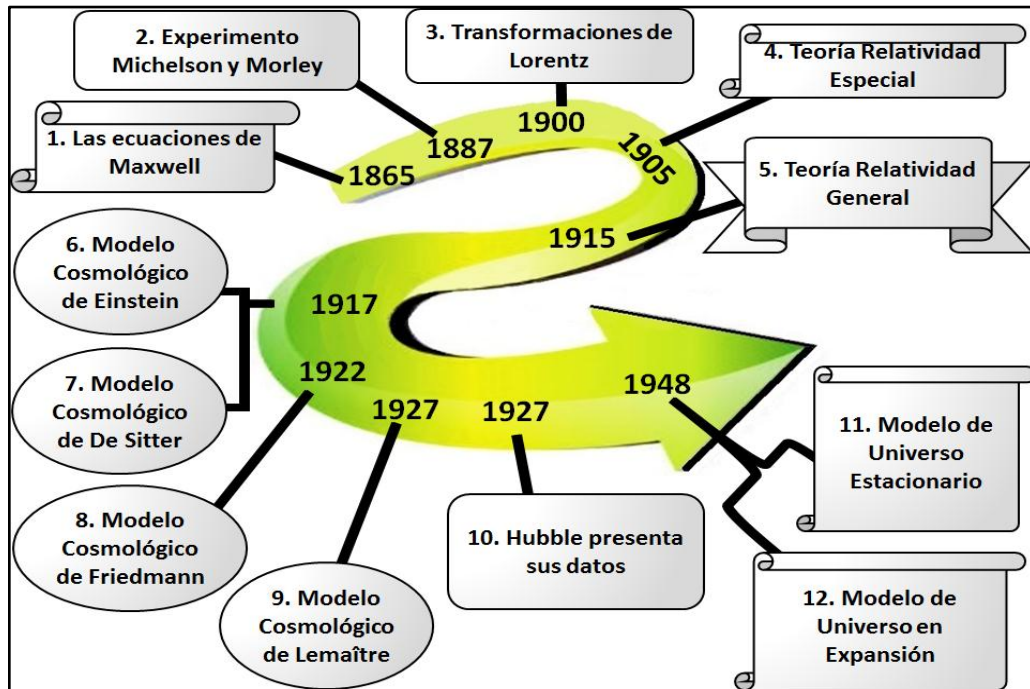
- Para impulsar la reflexión en torno a las relaciones entre la ciencia, tecnología y sociedad presentes en el vídeo de la clase y en el trabajo de los estudiantes, se aconseja realizar preguntas como las siguientes: ¿Cómo se caracterizó la ciencia en la época en que Einstein vivió? ¿Las ideas en física siempre han sido las mismas y nunca sufren variaciones? si los estudiantes responden que sí, preguntar: ¿La relatividad de Galileo es igual a la de Einstein? ¿La idea del vacío siempre existió? si los estudiantes responden que no, preguntar ¿Qué era el éter? ¿Por qué fue tan sorprendente para los científicos que Einstein asegurase que no existe el éter? Según lo visto en el vídeo

¿Por qué crees que Einstein fue tan famoso? si los estudiantes responden que no saben, o no les ha quedado claro, preguntar: ¿Cómo cambió la concepción del tiempo y del espacio? ¿La gravedad ahora es vista de la misma forma que Newton planteó? ¿Qué pasa con el espacio-tiempo cuando hay un campo gravitatorio muy grande? ¿De dónde surgieron los modelos cosmológicos? si los estudiantes responden que no saben, preguntar ¿Sin la teoría de la relatividad de Einstein, se podría haber planteado estos modelos? ¿Por qué no se podía decidir entre la teoría del universo estacionario y la teoría del universo en expansión? ¿Las evidencias de la época eran suficientes?

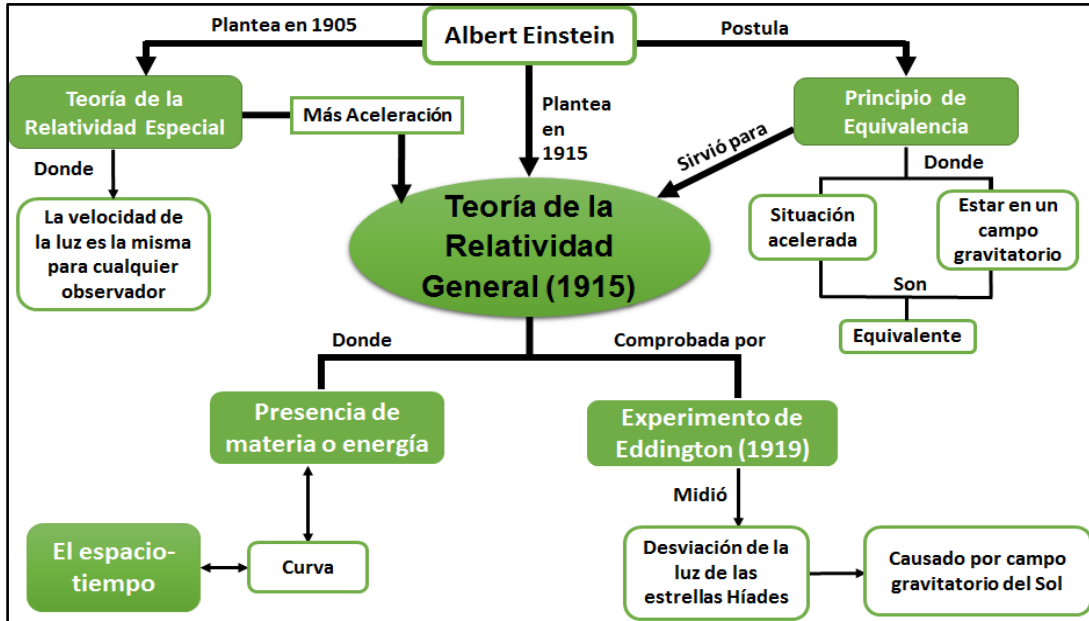
3. Para la **evaluación** de los productos entregados por los estudiantes en esta clase, se aconseja lo siguiente:

- A continuación se presentan ejemplos para la línea de tiempo y los mapas conceptuales que los estudiantes deben generar, si bien en la línea de tiempo los estudiantes deben poner los mismos años y sucesos, en los mapas conceptuales no se debe esperar que los estudiantes dispongan de igual modo los conceptos y utilicen exactamente los mismos conectores. En los mapas conceptuales se espera que los conceptos estén bien conectados, sin importar su posición.

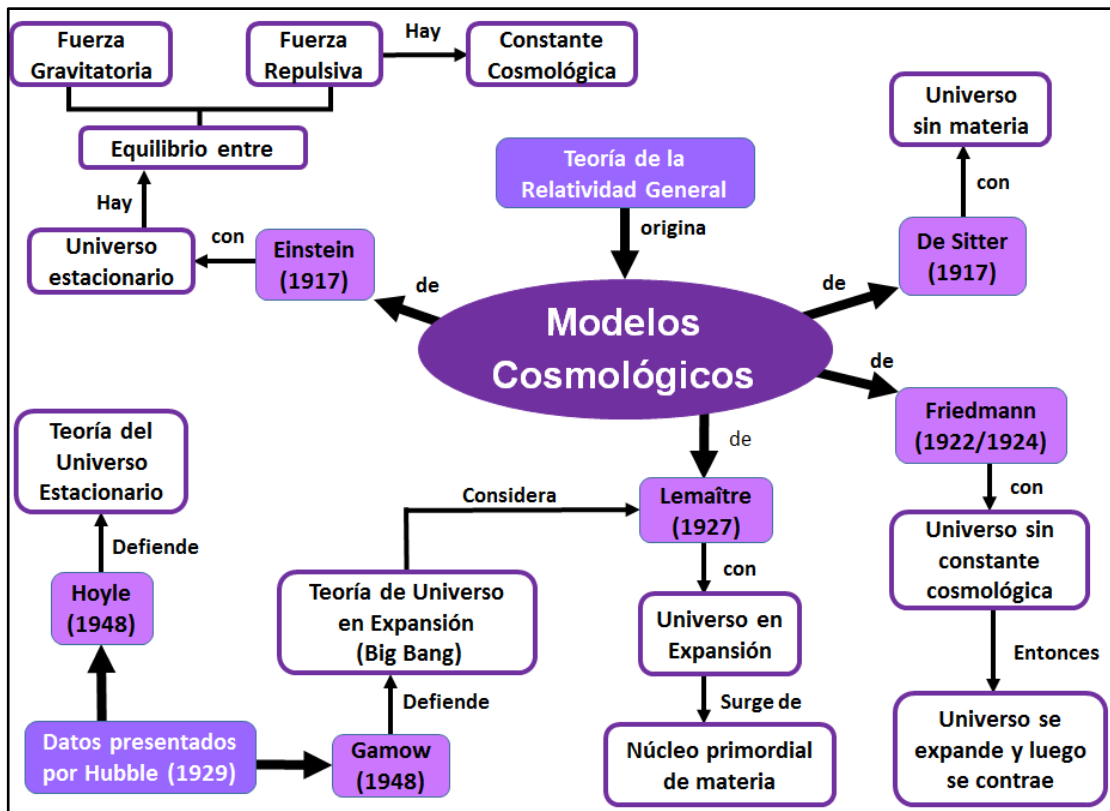
### Línea de tiempo esperada



Primer mapa conceptual esperado



Segundo mapa conceptual esperado



### **Indicadores Clase 3:**

#### *Evidencias para un veredicto.*

1. Para el **inicio** de esta clase:

- Preguntar a los estudiantes conceptos presentados en las actividades realizadas en la clase 2 y retroalimentar los conocimientos obtenidos. Crear un hilo conductor entre lo aprendido en la clase anterior con lo que se presentará en esta clase (clase 3).
- Reiterar las explicaciones de como confeccionar y completar un mapa conceptual y una línea de tiempo.

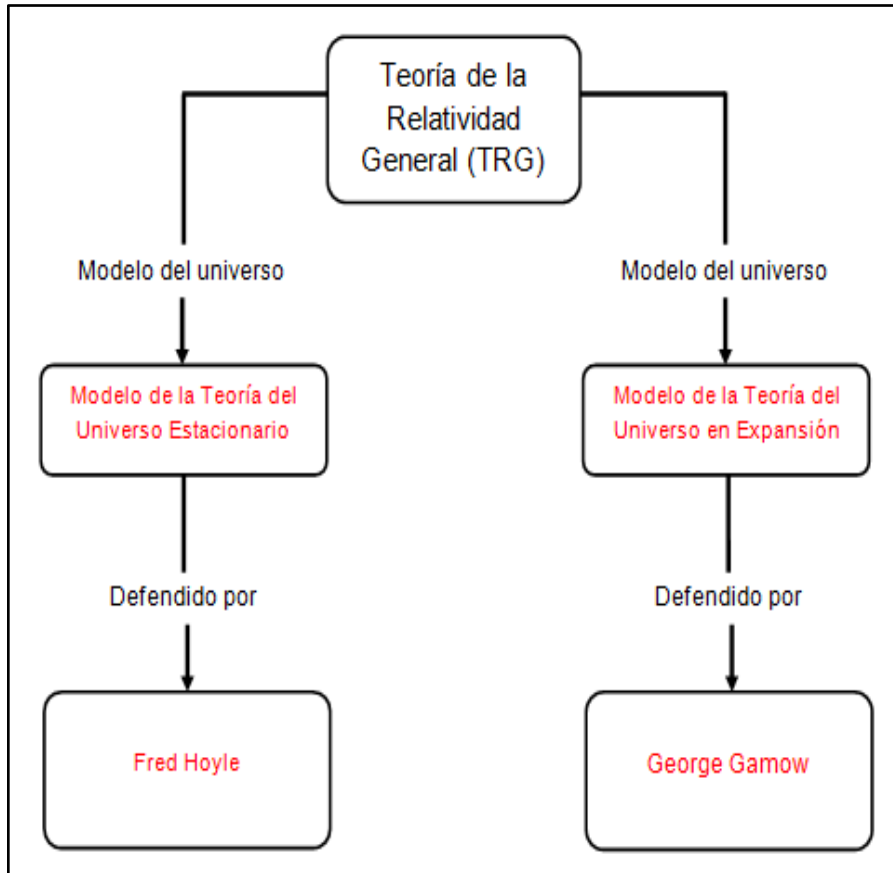
2. Para el **cierre** de esta clase:

- Para impulsar la reflexión en torno a las relaciones entre la ciencia, tecnología y sociedad presentes en el vídeo de la clase y en el trabajo de los estudiantes, se aconseja realizar preguntas como las siguientes: ¿Por qué se dudó de la validez de la Teoría del *Big Bang* para explicar el origen del Universo? ¿Cuál fue el descubrimiento clave para que la comunidad científica determinará que la Teoría del *Big Bang* es la más acertada respecto al origen del Universo? Según lo anterior ¿Los avances tecnológicos permitieron poder avanzar en el desarrollo de las teorías sobre el Universo? ¿Las teorías del Universo cambian la percepción de la sociedad sobre el cosmos? ¿Las teorías de los científicos están completa? (si el estudiante responde que “Sí”, se le debe recordar la Teoría Inflacionaria).

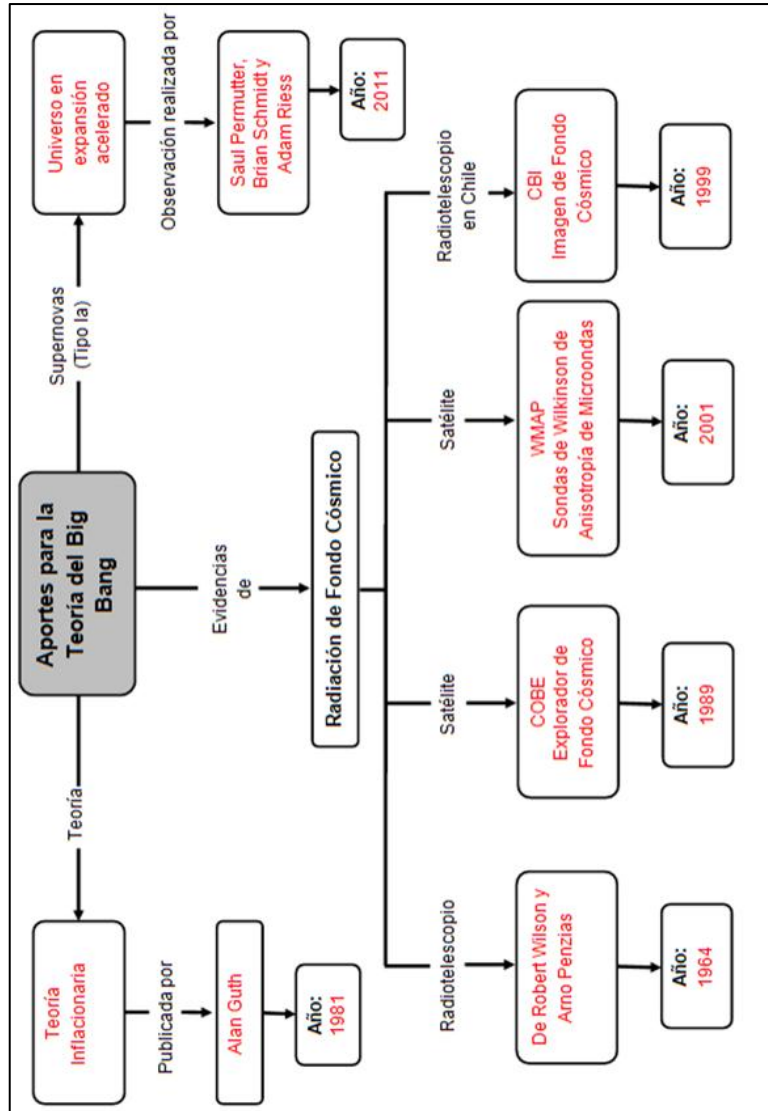
3. Para la **evaluación** de los productos entregados por los estudiantes en esta clase, se aconseja lo siguiente:

- Para los mapas conceptuales se espera que el estudiante completen de forma adecuada las casillas disponibles, estos espacios tendrán conectores lo que facilita la ubicación de los conceptos adquiridos del vídeo presentado.
- Para la línea de tiempo se espera que el estudiante a través de uno de los mapas conceptuales desarrollados, completen los datos requeridos. Los años de las evidencias son entregados en la línea de tiempo, los estudiantes solo deben asociar los períodos a los acontecimientos ocurridos.
- A continuación se presentarán los modelos idealmente esperados por los estudiantes respecto al desarrollo de los mapas conceptuales y línea de tiempo.

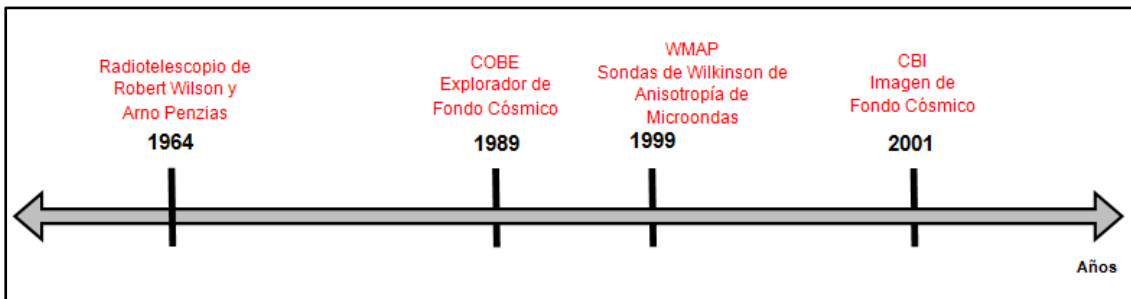
**Actividad 1: Mapa conceptual esperado sobre los dos modelos del Universo.**



**Actividad 2: Mapa conceptual esperado sobre los aportes para la Teoría del *Big Bang*.**



**Actividad 3: Línea de tiempo esperada sobre las evidencias.**





## **Apéndice 6: Instrumentos de evaluación de la secuencia didáctica**

### 1. Lista de cotejo para la línea de tiempo Clase 1.

<b>Lista de cotejo para líneas de tiempo. Actividad 1</b>		
<b>Indicadores</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
Ubica cronológicamente los personajes en la línea de tiempo.		
Ubica cronológicamente los hitos históricos en la línea de tiempo.		
Relaciona de manera adecuada los hitos históricos con su determinado personaje		

### 2. Lista de cotejo para la línea de tiempo Clase 2.

<b>Lista de cotejo para líneas de tiempo. Actividad 2</b>		
<b>Indicadores</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
La temporalidad de la línea de tiempo es correcta, ubicando el primer suceso en el recuadro número 1, y así sucesivamente.		
La información escrita en cada recuadro es la que corresponde.		
Entrega la línea de tiempo completa.		

### **Para la primera y segunda clase de la secuencia didáctica:**

#### 1. Rúbrica de evaluación para el (los) mapa(s) conceptual

<b>Criterios</b>	<b>Excelente (3 puntos)</b>	<b>Bueno (2 puntos)</b>	<b>Suficiente (1 punto)</b>	<b>Insuficiente (0 punto)</b>	<b>Puntaje</b>
<b>Concepto principal</b>	El concepto principal es adecuado y pertinente con el tema y la pregunta de enfoque	El concepto principal es relevante dentro del tema pero no presenta pregunta de enfoque.	El concepto principal pertenece al tema, pero no se fundamenta ni responde a la pregunta de enfoque.	El concepto principal no tiene relación con el tema ni presenta pregunta de enfoque.	

<b>Proposiciones</b>	Los conectores utilizados con los conceptos hacen que haya una excelente relación entre ambos para formar proposiciones .	No todos los conectores utilizados con los conceptos son correctos lo que hace que la relación entre ambos para formar proposiciones sea solamente buena.	Muchos de los conectores utilizados con los conceptos son incorrectos lo que hace que la relación entre ambos para formar proposiciones sea regular.	Los conectores utilizados no son los correctos por lo tanto no se forman proposiciones	
<b>Jerarquía</b>	Los conceptos están jerarquizados en forma lógica, es decir, en la parte superior se presentan los conceptos más inclusivos y en la parte inferior los subordinados.	El mapa conceptual solamente presenta conceptos inclusivos.	El mapa conceptual presenta en la parte superior los conceptos subordinados y en la parte inferior los conceptos inclusivos.	Los conceptos están presentados sin ninguna jerarquía.	
<b>Relación entre conceptos</b>	Las relaciones que presenta el mapa conceptual son aceptables.	Las relaciones que presenta el mapa conceptual son moderadamente aceptables.	Las relaciones que presenta el mapa conceptual son medianamente aceptables.	Las relaciones que presenta el mapa conceptual no son aceptables.	

**Para la tercera clase de la secuencia didáctica:**

1. Lista de cotejo para el mapa conceptual, Actividad 1:

<b>Lista de cotejo “Mapa Conceptual”. Actividad 1</b>		
<b>Indicadores</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
Señala en el cuadro correspondiente la Teoría del “Universo Estacionario”.		
Señala en el cuadro correspondiente la Teoría del “Universo en Expansión”.		
Señala en el cuadro correspondiente al astrónomo que defiende el modelo la Teoría del “Universo Estacionario”.		
Señala en el cuadro correspondiente al astrónomo defiende el modelo la Teoría del “Universo en Expansión”.		

2. Lista de cotejo para el mapa conceptual, Actividad 2:

<b>Lista de cotejo “Mapa Conceptual”. Actividad 2</b>		
<b>Indicadores</b>	<b>Logrado</b>	<b>No Logrado</b>
Señala en el cuadro correspondiente la Teoría que fue un considerada un aporte para la Teoría del <i>Big Bang</i> .		
Señala en el cuadro correspondiente las evidencias consideradas para la Teoría del <i>Big Bang</i> .		
Señala en el cuadro correspondiente, según la secuencia del vídeo las evidencias.		
Señala en el cuadro correspondiente las observaciones estudiadas a través de las Supernovas (Tipo Ia) consideradas como aporte para la Teoría del <i>Big Bang</i> .		
Señala en el cuadro correspondiente los astrónomos relacionados a los aportes y evidencias considerados para la Teoría del <i>Big Bang</i> ,		
Señala en el cuadro correspondiente las fechas - años- correspondientes a los aportes y evidencias considerados para la Teoría del <i>Big Bang</i> .		

3. Lista de cotejo para la línea de tiempo, Actividad 3:

Lista de cotejo "Línea de tiempo". Actividad 3		
Indicadores	Si	No
Señala cronológicamente las evidencias consideradas en la Teoría del <i>Big Bang</i> .		
Señala correctamente los nombres de las evidencias correspondientes al año entregado en la línea de tiempo.		
Señala correctamente los astrónomos vinculados a cada una de las evidencias consideradas para la Teoría del <i>Big Bang</i> .		
Señala información adicional a las evidencias consideradas para la Teoría del <i>Big Bang</i> .		

### Autoevaluaciones

#### **Autoevaluación Clase nº1: Evolución del Universo: Galaxias**

#### **Instrucciones:**

Para cada indicador, marca con una X la valoración de acuerdo a la siguiente escala:

- 1 - Completamente de acuerdo.
- 2 - De acuerdo.
- 3 - Ni de acuerdo ni en desacuerdo.
- 4 - En desacuerdo.
- 5 - Completamente en desacuerdo.

Criterios	Indicadores	Valoración				
		5	4	3	2	1
1. Participación en el desarrollo de la clase	Puse atención y tomé apuntes mientras el video fue reproducido.					
	Participé en la clase dando opiniones, realizando preguntas o contestándolas.					
	Mostré interés frente al tema expuesto en la clase.					
2. Disposición y actitud frente a las actividades propuestas	Realicé el test diagnóstico completamente y a conciencia.					
	Participé de manera activa en la realización de la guía grupal.					

	Seleccioné información relevante del video permitiéndome realizar las actividades de la guía (mapas conceptuales y líneas de tiempo).					
3. Comprensión de ideas vistas en clase	He entendido y aprendido que gracias a los avances tecnológicos se pueden realizar descubrimientos que marcan un antes y un después, en el ámbito de la astronomía.					
	El video me permitió entender que el concepto de galaxia y universo ha ido cambiando durante la historia					
	El video y las actividades me permitieron comprender que la astronomía es una parte de la ciencia que está en constante cambio, teniendo grandes descubrimientos todos los años.					

### Autoevaluación Clase nº2: *La revolución de Einstein*

#### Instrucciones:

Para cada indicador, marca con una X la valoración de acuerdo a la siguiente escala:

- 1 - Completamente de acuerdo.
- 2 - De acuerdo.
- 3 - Ni de acuerdo ni en desacuerdo.
- 4 - En desacuerdo.
- 5 - Completamente en desacuerdo.

Criterios	Indicadores	Valoración				
		5	4	3	2	1
1. Participación en el desarrollo de la clase	Puse atención y tomé apuntes mientras el video fue reproducido.					
	Participé en la clase dando opiniones, realizando preguntas o contestándolas.					
	Mostré interés frente al tema expuesto en la clase.					

2. Disposición y actitud frente a las actividades propuestas	Realicé el test diagnóstico completamente y a conciencia.					
	Participé de manera activa en la realización de la guía grupal.					
	Seleccioné información relevante del video permitiéndome realizar las actividades de la guía (mapas conceptuales y líneas de tiempo).					
3. Comprensión de ideas vistas en clase	Ahora sé que la época en que Einstein nació y vivió fue de gran desarrollo científico, lo que le permitió trabajar en sus ideas.					
	Entiendo que las teorías de Einstein tuvieron mucho impacto en el desarrollo de la física, y que por eso él es reconocido hasta el día de hoy.					
	Comprendo que las ideas y conceptos científicos pueden ser modificadas según los avances y descubrimientos que surjan, como fue el caso del éter y de la idea del espacio-tiempo.					

### Autoevaluación Clase nº3: Evidencias para un veredicto

#### Instrucciones:

Para cada indicador, marca con una X la valoración de acuerdo a la siguiente escala:

- 1 - Completamente de acuerdo.
- 2 - De acuerdo.
- 3 - Ni de acuerdo ni en desacuerdo.
- 4 - En desacuerdo.
- 5 - Completamente en desacuerdo.

Criterios	Indicadores	Valoración				
		5	4	3	2	1
1. Participación en el desarrollo de la clase	Puse atención y tomé apuntes mientras el video fue reproducido.					

	Participé en la clase dando opiniones, realizando preguntas o contestándolas.					
	Mostré interés frente al tema expuesto en la clase.					
2. Disposición y actitud frente a las actividades propuestas	Realicé el test diagnóstico completamente y a conciencia.					
	Participé de manera activa en la realización de la guía grupal.					
	Seleccioné información relevante del video permitiéndome realizar las actividades de la guía (mapas conceptuales y líneas de tiempo).					
3. Comprensión de ideas vistas en clase	Comprendí el porqué se dudó de la validez de la Teoría del <i>Big Bang</i> , la cual explica el origen del Universo.					
	Entiendo que las teorías del Universo cambian la percepción que tenemos como sociedad sobre el cosmo.					
	Comprendí porqué los avances tecnológicos del Siglo XX y XXI permitieron poder avanzar en el desarrollo de las teorías sobre el Universo.					

## **Apéndice 7: Encuesta de validación de la propuesta**

### **Apéndice 7.1. Encuestas de validación clase 1: Evolución del Universo: Galaxias**

#### Presentación de la Encuesta, Clase 1:

El propósito de esta encuesta es validar la propuesta didáctica para la primera clase (de un total de tres), sobre contenidos de Cosmología lograr el AE12 de Física del cuarto año medio en la cual se abarcarán temas relacionados con la Evolución del Universo y galaxias.

Esta clase se compone de tres ítems: un test de diagnóstico individual que se toma al inicio de la clase, durante aproximadamente cinco minutos; un vídeo sobre contenidos de Cosmología y una guía grupal de actividades, los cuales forman parte del desarrollo de la clase (aproximadamente una hora). Con la finalidad de que al cierre de la clase (últimos diez minutos) se realice una puesta en común sobre lo trabajado en la clase. Los ítems los vemos a continuación:

1. Test de diagnóstico individual n°1: El test de diagnóstico consta de dos preguntas de selección múltiple, la primera de ellas está enfocada a contenidos de modelos del universo y la siguiente se enfoca a temáticas relacionadas con los tipos de galaxias. Este test también incluye un cuadro donde se presentan nombres de telescopios espaciales y telescopios terrestres, donde los estudiantes deben completar indicando con una X qué tipo de telescopio es cada uno de los señalados.
2. Vídeo (Clase 1): El vídeo se centra en la evolución del universo, centrándose en temas relacionados con la evolución de los modelos que se tenían del universo en la antigüedad y en científicos que realizaron aportes importantes a la astronomía como fue Kepler con sus tres leyes planetarias o Galileo quien marcó un hito gracias a su importante invención del telescopio, desde ese momento permite realizar una serie de investigaciones que abren el camino a la observación astronómica. En paralelo Kant habla del concepto de universos islas, que posteriormente Hubble renombra como galaxia, y le da las características con las que hoy las conocemos. Finalmente este científico gracias a sus observaciones realizadas con los telescopios más avanzados de la época es capaz de medirles las velocidades y realizar una clasificación según las formas de las galaxias.
3. Guía grupal de actividades. Clase 1: La guía grupal consta de tres actividades, la primera de ella tiene dos partes, primero la realización de una línea de tiempo con los hitos que se les proporcionan en la tabla, y la segunda actividad consta de completar



un breve mapa conceptual, respondiendo además una interrogante relacionada con el catálogo de Messier. En la segunda actividad se busca que el estudiante realice un mapa conceptual guiado por un término central y utilizando términos proporcionados en una tabla que fueron presentados en el video. Y por último en a tercera actividad se busca que el estudiante pueda clasificar las galaxias según la clasificación que realizó Hubble, mediante imágenes que serán expuestas en un segundo video.

En su calidad de experto, sus consideraciones nos serán de mucha utilidad en pos de mejorar la propuesta didáctica, por lo que agradecemos su buena disposición y tiempo para revisar los archivos y contestar esta encuesta.

Validación n° 1, Clase 1:

Para comenzar, por favor complete los siguientes datos personales:

<b>Nombre:</b>	Roberto G. Medina Pizarro
<b>Títulos y grados:</b>	Profesor de Estado en Física y Matemática Licenciado en Educación, en Física y Matemática
<b>Tipo de establecimiento en el que se desempeña:</b>	Colegio particular subvencionado
<b>Años de experiencia docente:</b>	17 años
<b>¿Ha enseñado contenidos sobre Universo en cuarto año medio en los últimos cinco años?</b>	Sí

***Instrucciones:***

Para cada indicador, elija una valoración de acuerdo a la siguiente escala y escríbala en la casilla correspondiente:

- 1 - Completamente de acuerdo.
- 2 - De acuerdo.
- 3 - Ni de acuerdo ni en desacuerdo.
- 4 - En desacuerdo.
- 5 - Completamente en desacuerdo.

**Ítem I: Test diagnóstico individual.**

Indicador	Valoración
La redacción de las preguntas de la prueba diagnóstica es clara y entendible.	1
La dificultad de las preguntas de este ítem es apropiada para el nivel de cuarto año medio.	2
Las preguntas abordan los contenidos sobre Universo para cuarto año medio.	1
Para un experto es fácil identificar la alternativa correcta.	1
Las alternativas propuestas como distractores son verosímiles.	1

**Ítem II: Vídeo.**

Indicador	Valoración
La duración del video es adecuada para lograr mantener la atención del curso.	1
El audio del video es de buena calidad.	4
La pronunciación de la voz en off se entiende claramente.	1
La calidad de imagen del video es apropiada para ser exhibido en aula frente a curso.	1
Los contenidos abordados en el video están expuestos de manera secuencial (siguiendo un orden cronológico).	2

**Ítem III: Guía grupal de actividades.**

Indicador	Valoración
La actividad completa es posible de realizar en el tiempo propuesto (40 min aprox.).	1
La redacción de la guía es clara y comprensible para el nivel de cuarto año medio.	1

Las actividades pueden ser íntegramente realizadas basándose en los contenidos entregados en el video.	1
Los organizadores gráficos (mapa conceptual y línea de tiempo) son los adecuados para cada actividad.	2
La complejidad de las actividades es apropiada para el nivel de cuarto año medio.	1
La actividad n°3 concuerda con el video n°2.	1
Las actividades de la guía favorecen el trabajo colaborativo	1

Estimado experto, le solicitamos realizar cualquier comentario que nos permita mejorar la propuesta didáctica, en el siguiente recuadro:

<p><u>Observaciones:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El volumen de la voz del video 1, es demasiado bajo, apenas se puede escuchar, a menos que se use máximo volumen, o auriculares, este aspecto se debe mejorar.</li> <li>- Hay algunos errores de transcripción en los documentos PDFs,;</li> <li>- En Guía de Actividades grupales, página 3, dice en uno de los recuadros: "Edwin Hubble centro", borrar la palabra "centro" y en otro recuadro dice " El Universo era todo lo que veíamos con el Sol en él" , falta la palabra "centro" que está ubicada en el otro recuadro.</li> </ul>
--

Validación n°2, Clase 1:

Para comenzar, por favor complete los siguientes datos personales:

<b>Nombre:</b>	Paolo Núñez Carreño
<b>Títulos y grados:</b>	Profesor de Estado de Física y Matemática
<b>Tipo de establecimiento en el que se desempeña:</b>	Científico-Humanista
<b>Años de experiencia docente:</b>	5
<b>¿Ha enseñado contenidos sobre Universo en cuarto año medio en los últimos cinco años?</b>	Sí, los últimos 4 años

*Instrucciones:*

Para cada indicador, elija una valoración de acuerdo a la siguiente escala y escríbala en la casilla correspondiente:

- 1 - Completamente de acuerdo.
- 2 - De acuerdo.
- 3 - Ni de acuerdo ni en desacuerdo.
- 4 - En desacuerdo.
- 5 - Completamente en desacuerdo.

**Ítem I: Test diagnóstico individual.**

Indicador	Valoración
La redacción de las preguntas de la prueba diagnóstica es clara y entendible.	1
La dificultad de las preguntas de este ítem es apropiada para el nivel de cuarto año medio.	1
Las preguntas abordan los contenidos sobre Universo para cuarto año medio.	1
Para un experto es fácil identificar la alternativa correcta.	1
Las alternativas propuestas como distractores son verosímiles.	1

**Ítem II: Vídeo.**

Indicador	Valoración
La duración del video es adecuada para lograr mantener la atención del curso.	2. Dado que la instrucción dice que el video solo se verá en una oportunidad, en la guía de trabajo podrían estar algunos conceptos clave ya establecidos, para que en base a ellos el grupo curso tome apuntes, como una forma de dirigir la atención.
El audio del video es de buena calidad.	1

La pronunciación de la voz en off se entiende claramente.	1
La calidad de imagen del video es apropiada para ser exhibido en aula frente a curso.	1
Los contenidos abordados en el video están expuestos de manera secuencial (siguiendo un orden cronológico).	1

**Ítem III: Guía grupal de actividades.**

Indicador	Valoración
La actividad completa es posible de realizar en el tiempo propuesto (40 min aprox).	3 Si la actividad se plantea de carácter grupal hay que dar espacio a la discusión. La actividad "línea de tiempo" es rápida de completar, sin discusión. En cambio, los ítems 2 y 3 generarán debate en los grupos de trabajo, ocupando la mayor parte del tiempo.
La redacción de la guía es clara y comprensible para el nivel de cuarto año medio.	2 La actividad 4 tiene una introducción clara, aunque no se explicita la tarea que se debe cumplir.
Las actividades pueden ser íntegramente realizadas basándose en los contenidos entregados en el video.	1
Los organizadores gráficos (mapa conceptual y línea de tiempo) son los adecuados para cada actividad.	1
La complejidad de las actividades es apropiada para el nivel de cuarto año medio.	1

La actividad nº4 concuerda con el video nº2.	1
Las actividades de la guía favorecen el trabajo colaborativo	1

Estimado experto, le solicitamos realizar cualquier comentario que nos permita mejorar la propuesta didáctica, en el siguiente recuadro:

<p><u>Observaciones:</u></p> <p>Considero que hace falta un espacio final en la guía de actividades dispuesta para la reflexión grupal a modo de conclusión de las tareas antes realizadas. Las tareas se encuentran bien secuenciadas pero falta la conclusión, un cierre.</p> <p>Además, entre la actividad 2 y 3 hace falta un conector, quizás aprovechar 2b como extensión de la idea de Messier.</p>
--

Validación nº3, Clase 1:

Para comenzar, por favor complete los siguientes datos personales:

<b>Nombre:</b>	Macarena Soto Alvarado
<b>Títulos y grados:</b>	Profesora de Física y Matemática
<b>Tipo de establecimiento en el que se desempeña:</b>	Universidad
<b>Años de experiencia docente:</b>	6
<b>¿Ha enseñado contenidos sobre Universo en cuarto año medio en los últimos cinco años?</b>	no

***Instrucciones:***

Para cada indicador, elija una valoración de acuerdo a la siguiente escala y escríbala en la casilla correspondiente:

- 1 - Completamente de acuerdo.
- 2 - De acuerdo.
- 3 - Ni de acuerdo ni en desacuerdo.
- 4 - En desacuerdo.
- 5 - Completamente en desacuerdo.

**Ítem I: Test diagnóstico individual.**

Indicador	Valoración
La redacción de las preguntas de la prueba diagnóstica es clara y entendible.	1
La dificultad de las preguntas de este ítem es apropiada para el nivel de cuarto año medio.	1
Las preguntas abordan los contenidos sobre Universo para cuarto año medio.	1
Para un experto es fácil identificar la alternativa correcta.	3 Yo creo que en el 2do ítem podrían existir dudas.
Las alternativas propuestas como distractores son verosímiles.	1

**Ítem II: Vídeo.**

Indicador	Valoración
La duración del video es adecuada para lograr mantener la atención del curso.	2
El audio del video es de buena calidad.	4 Se escucha bajo, a veces muy rápido y la voz a veces no es tan motivadora.
La pronunciación de la voz en off se entiende claramente.	2
La calidad de imagen del video es apropiada para ser exhibido en aula frente a curso.	1
Los contenidos abordados en el video están expuestos de manera secuencial (siguiendo un orden cronológico).	1

**Ítem III: Guía grupal de actividades.**

Indicador	Valoración
La actividad completa es posible de realizar en el tiempo propuesto (40 min aprox).	1
La redacción de la guía es clara y comprensible para el nivel de cuarto año medio.	1
Las actividades pueden ser íntegramente realizadas basándose en los contenidos entregados en el video.	1
Los organizadores gráficos (mapa conceptual y línea de tiempo) son los adecuados para cada actividad.	1
La complejidad de las actividades es apropiada para el nivel de cuarto año medio.	1
La actividad nº3 concuerda con el video nº2.	1
Las actividades de la guía favorecen el trabajo colaborativo.	1

Estimado experto, le solicitamos realizar cualquier comentario que nos permita mejorar la propuesta didáctica, en el siguiente recuadro:

<p><u>Observaciones:</u></p> <p>1.-Cuando hablan de Copérnico, mencionan lo que él postula: identificando que el modelo es con órbitas circulares y que el centro es la Tierra, pero luego dicen el problema es ¿cuál es el centro y cómo son las órbitas?, lo que me causa duda considerando que lo dicen... quizás es bueno introducir lo que genera el conflicto, por ejemplo que TychoBrahe y Kepler encontraron algunas incoherencias en el modelo que los lleva a pensar en.... ¿me explico? Como que esas preguntas de duda, siendo que los estudiantes no entenderán a qué se deben si fueron respondidas...</p> <p>2.- Cuando mencionan las leyes de Kepler, dan a entender que la segunda permite explicar</p>
--



porque cerca del sol es más rápido que cuando está más lejos... pero no se si al ver el video los chicos entienden el porqué..alomejor se puede especificar un poco más como concluir esto. Con respecto a la tercera ley podrían poner la fórmula mientras la van diciendo y quizás decir que es un periodo de revolución.

(no es el foco de la guía pero siento que queda en el aire y podría decirse más claro)

3.- Al Mencionar a Galileo se sub entiende como las observaciones permitieron cambiar el paradigma, pero podrían haberlo potenciado más en el discurso.

4.- En Hubble: se menciona que el universo no tiene centro y que las galaxias lejanas se alejan más rápido..hay un por qué? O solo observación?

5.- Con respecto a los tipos... no se..alomejor al poner las clasificaciones podrían hacer como un zoom y mostrar una fotografía similar a las que usan en el video 2, para que luego sea más fácil reconocerlas, ya que el discurso en ese tramo es súper rápido y puede que no quede claro cuál es cuál...

6.- el audio del video 1 es más o menos, con todo el volumen del computador, igual me costaba un poco escucharlo claro y el discurso podría ser más pausado para fomentar la toma de apuntes..Además quizás sería bueno mencionar en qué aspectos fijarse para la toma de apuntes y señalarlos en la guía..Céntrate en los años y el orden de los sucesos... en los tipos de galaxias y cómo diferenciarlos... porque es harta información y no toda útil directamente para las actividades.

7.- al mirar las actividades me parecen bien enfocadas pero me hubiese gustado saber porq escogieron esas..Alguna metodología o qué las incentivó a llegar a ese tipo de actividades.

...Espero sea un aporte...

## **Apéndice 7.2. Encuesta validación clase 2: La revolución de Einstein**

### Presentación de la Encuesta:

El propósito de esta encuesta es validar la propuesta didáctica para la segunda clase (de un total de tres), en la cual se pretende abarcar las bases teóricas de la cosmología moderna: la teoría de la relatividad general (TRG) y los modelos cosmológicos surgidos desde ésta, con vista de lograr el AE12 de Física del cuarto año medio

Esta clase se compone de tres ítems: un test de diagnóstico individual que se toma al inicio de la clase, durante aproximadamente cinco minutos; un vídeo sobre contenidos de Cosmología y una guía grupal de actividades, los cuales forman parte del desarrollo de la clase (aproximadamente una hora). Con la finalidad de que al cierre de la clase (últimos diez minutos) se realice una puesta en común sobre lo trabajado en la clase. Cada ítem se describe de manera resumida a continuación:

1. Test de diagnóstico individual n°2: La primera actividad consta de un cuadro donde se presentan los nombres de científicos que aparecen en el desarrollo del vídeo, donde los estudiantes deben completar una escala de valoración según cuánto saben de ellos, y luego se presentan dos preguntas de alternativa: una referente a la TRG, y otra sobre qué científico planteó la teoría del *Big Bang*.
2. Vídeo (Clase 2): El vídeo se centra en los aportes realizados por Einstein a la física, a través de la TRG, por lo cual se presenta en primer lugar una contextualización de la época en que Einstein vivió y un resumen de la teoría de la relatividad especial. Además, para explicar la TRG se explica el principio de equivalencia de Einstein a través de un ejemplo, se muestra el concepto de agujero negro y la experiencia que logró corroborar la TRG. Finalmente, se exponen los modelos cosmológicos nacidos desde esta teoría, con sus características e implicancias, para terminar el vídeo presentando los modelos del universo estacionario de Hoyle y del universo en expansión de Gamow (teoría del *Big Bang*), y se explica que en esa época las evidencias no eran suficientes para elegir una de éstas.
3. Guía grupal de actividades. Clase 2: La primera actividad consta de dos partes, en la parte (a) los estudiantes deben anotar el año en que sucede el acontecimiento presentado, los cuales se organiza en la parte (b) a través de una línea de tiempo. En la segunda y tercera actividad se busca que el estudiante realice un mapa conceptual, para lo cual se le dan conceptos presentados en el vídeo a través de una tabla, estos conceptos deben ser conectados entre sí y con un término central ya puesto en la guía.

En su calidad de experto, sus consideraciones nos serán de mucha utilidad en pos de mejorar la propuesta didáctica, por lo que agradecemos su buena disposición y tiempo para revisar los archivos y contestar esta encuesta.

Validación n°1, Clase 2:

Para comenzar, por favor complete los siguientes datos personales:

<b>Nombre:</b>	Macarena Soto Alvarado
<b>Títulos y grados:</b>	Profesora Física y Matemática
<b>Tipo de establecimiento en el que se desempeña:</b>	Universidad
<b>Años de experiencia docente:</b>	6
<b>¿Ha enseñado contenidos sobre Universo en cuarto año medio en los últimos cinco años?</b>	no

*Instrucciones:*

Para cada indicador, elija una valoración de acuerdo a la siguiente escala y escríbala en la casilla correspondiente:

- 1 - Completamente de acuerdo.
- 2 - De acuerdo.
- 3 - Ni de acuerdo ni en desacuerdo.
- 4 - En desacuerdo.
- 5 - Completamente en desacuerdo.

**Ítem I: Test diagnóstico individual.**

<b>Indicador</b>	<b>Valoración</b>
Las preguntas abordan los contenidos sobre Universo para cuarto año medio.	1
La dificultad de las preguntas de este ítem es apropiada para el nivel de cuarto año medio.	1

La redacción de las indicaciones de la primera actividad es entendible.	1
Para un experto, los científicos presentados en la primera actividad son conocidos.	3 Hay algunos que no había escuchado jamás ej: de sitter, gamow.
Para un experto es fácil identificar las alternativas correctas.	3 Considerando que conoce a los científicos si.
Las alternativas propuestas como distractores son verosímiles.	1

**Ítem II: Vídeo.**

Indicador	Valoración
La duración del video es adecuada para lograr mantener la atención del curso.	1
El audio del video es claramente entendible.	1
La calidad de imagen del video es apropiada para ser exhibido en aula frente a curso.	1
Las imágenes presentadas a lo largo del vídeo son pertinentes al tema tratado.	1
Los recursos visuales utilizados en el vídeo son cercanos al contexto de los estudiantes, de modo que puedan llamar su atención.	1
Los contenidos abordados en el video están expuestos de manera secuencial (siguiendo un orden cronológico).	1

**Ítem III: Guía grupal de actividades.**

<b>Indicador</b>	<b>Valoración</b>
Las actividades son posibles de realizar en el tiempo propuesto (40 min aprox.)	1
La redacción de la guía es clara y comprensible para el nivel de cuarto año medio.	1
Las actividades pueden ser íntegramente realizadas basándose en los contenidos entregados en el video.	1
La complejidad de las actividades es apropiada para el nivel de cuarto año medio.	1
Las actividades de la guía favorecen el trabajo colaborativo.	1
En la primera actividad, la línea de tiempo (parte b) puede ser realizada con los datos registrados en la tabla (parte a).	2 Dando el énfasis a los estudiantes para tomar nota de ese tipo de aspectos.
En la segunda y tercera actividad, los mapas conceptuales pueden ser realizados con los conceptos presentados en las tablas.	1
En la segunda y tercera actividad, la cantidad de conceptos presentados en la tabla es pertinente para la realización del mapa conceptual (insuficiente, suficiente, excesiva)	1
En la segunda y tercera actividad, la conexión entre los conceptos de la tabla y el término central se puede identificar.	1

Estimado experto, le solicitamos realizar cualquier comentario que nos permita mejorar la propuesta didáctica, en el siguiente recuadro:

<p><u>Observaciones:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La propuesta de video es totalmente superior a la de la actividad N°1.</li> <li>-Buena calidad, imágenes apropiadas y llamativas para el estudiante.</li> <li>-Se hace una buena transposición didáctica y me gusta que se expliquen y den ejemplos, aspecto que en el video 1 presentaba deficiencias.</li> <li>-Es más evidente el elemento de cambios de paradigmas y quedan muy claras las controversias dentro de la comunidad científica, ese elemento es súper potente para dar a conocer esos aspectos de naturaleza de las ciencias.</li> <li>-No sé si a los estudiantes se les sugiere que elementos deben apuntar mientras ven el video, ya que siendo alumna quizás no tomaría nota de los años y quizás me centraría más en lo que hizo cada científico.</li> </ul>
---

Validación: n°2, Clase 2:

Para comenzar, por favor complete los siguientes datos personales:

<b>Nombre:</b>	Roberto G. Medina Pizarro
<b>Títulos y grados:</b>	Profesor de Estado en Física y Matemática Licenciado en Educación, en Física y Matemática
<b>Tipo de establecimiento en el que se desempeña:</b>	Particular subvencionado
<b>Años de experiencia docente:</b>	17
<b>¿Ha enseñado contenidos sobre Universo en cuarto año medio en los últimos cinco años?</b>	Sí

***Instrucciones:***

Para cada indicador, elija una valoración de acuerdo a la siguiente escala y escríbala en la casilla correspondiente:

- 1 - Completamente de acuerdo.
- 2 - De acuerdo.
- 3 - Ni de acuerdo ni en desacuerdo.
- 4 - En desacuerdo.
- 5 - Completamente en desacuerdo.

**Ítem I: Test diagnóstico individual.**

Indicador	Valoración
Las preguntas abordan los contenidos sobre Universo para cuarto año medio.	1
La dificultad de las preguntas de este ítem es apropiada para el nivel de cuarto año medio.	1
La redacción de las indicaciones de la primera actividad es entendible.	1
Para un experto, los científicos presentados en la primera actividad son conocidos.	1
Para un experto es fácil identificar las alternativas correctas.	1
Las alternativas propuestas como distractores son verosímiles.	1

**Ítem II: Vídeo.**

Indicador	Valoración
La duración del video es adecuada para lograr mantener la atención del curso.	1
El audio del video es claramente entendible.	2
La calidad de imagen del video es apropiada para ser exhibido en aula frente a curso.	1
Las imágenes presentadas a lo largo del vídeo son pertinentes al tema tratado.	1
Los recursos visuales utilizados en el vídeo son cercanos al contexto de los	1

estudiantes, de modo que puedan llamar su atención.	
Los contenidos abordados en el video están expuestos de manera secuencial (siguiendo un orden cronológico).	1

**Ítem III: Guía grupal de actividades.**

Indicador	Valoración
Las actividades son posibles de realizar en el tiempo propuesto (40 min aprox.)	1
La redacción de la guía es clara y comprensible para el nivel de cuarto año medio.	2
Las actividades pueden ser íntegramente realizadas basándose en los contenidos entregados en el video.	1
La complejidad de las actividades es apropiada para el nivel de cuarto año medio.	1
Las actividades de la guía favorecen el trabajo colaborativo.	1
En la primera actividad, la línea de tiempo (parte b) puede ser realizada con los datos registrados en la tabla (parte a).	1
En la segunda y tercera actividad, los mapas conceptuales pueden ser realizados con los conceptos presentados en las tablas.	1
En la segunda y tercera actividad, <b>la</b>	1



<b>cantidad</b> de conceptos presentados en la tabla es pertinente para la realización del mapa conceptual (insuficiente, suficiente, excesiva)	
En la segunda y tercera actividad, <b>la conexión</b> entre los conceptos de la tabla y el término central se puede identificar.	2

Estimado experto, le solicitamos realizar cualquier comentario que nos permita mejorar la propuesta didáctica, en el siguiente recuadro:

<u>Observaciones:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Para un alumno de 4º Medio, tal vez no sea tan claro el cómo desarrollar el mapa conceptual, sobre todo si no han desarrollado antes alguno de ellos, considerando que sólo se entrega el concepto central y ninguna ramificación con conectores</li> </ul>
--

Validación n°3, Clase 3:

Para comenzar, por favor complete los siguientes datos personales:

<b>Nombre:</b>	Paolo Núñez Carreño
<b>Títulos y grados:</b>	Profesor de Estado de Física y Matemática
<b>Tipo de establecimiento en el que se desempeña:</b>	Científico-Humanista
<b>Años de experiencia docente:</b>	5
<b>¿Ha enseñado contenidos sobre Universo en cuarto año medio en los últimos cinco años?</b>	Sí, los últimos 4 años

***Instrucciones:***

Para cada indicador, elija una valoración de acuerdo a la siguiente escala y escríbala en la casilla correspondiente:

- 1 - Completamente de acuerdo.
- 2 - De acuerdo.
- 3 - Ni de acuerdo ni en desacuerdo.
- 4 - En desacuerdo.
- 5 - Completamente en desacuerdo.

**Ítem I: Test diagnóstico individual.**

Indicador	Valoración
Las preguntas abordan los contenidos sobre Universo para cuarto año medio.	1
La dificultad de las preguntas de este ítem es apropiada para el nivel de cuarto año medio.	1
La redacción de las indicaciones de la primera actividad es entendible.	1
Para un experto, los científicos presentados en la primera actividad son conocidos.	1
Para un experto es fácil identificar las alternativas correctas.	1
Las alternativas propuestas como distractores son verosímiles.	1

**Ítem II: Vídeo.**

Indicador	Valoración
La duración del video es adecuada para lograr mantener la atención del curso.	1
El audio del video es claramente entendible.	1
La calidad de imagen del video es apropiada para ser exhibido en aula frente a curso.	1
Las imágenes presentadas a lo largo del vídeo son pertinentes al tema tratado.	1
Los recursos visuales utilizados en el vídeo son cercanos al contexto de los estudiantes, de modo que puedan llamar su atención.	1
Los contenidos abordados en el video están expuestos de manera secuencial (siguiendo un orden cronológico).	1

**Ítem III: Guía grupal de actividades.**

Indicador	Valoración
Las actividades son posibles de realizar en el tiempo propuesto (40 min aprox.)	1
La redacción de la guía es clara y comprensible para el nivel de cuarto año medio.	1
Las actividades pueden ser íntegramente realizadas basándose en los contenidos entregados en el video.	1
La complejidad de las actividades es apropiada para el nivel de cuarto año medio.	1
Las actividades de la guía favorecen el trabajo colaborativo.	1
En la primera actividad, la línea de tiempo (parte b) puede ser realizada con los datos registrados en la tabla (parte a).	1
En la segunda y tercera actividad, los mapas conceptuales pueden ser realizados con los conceptos presentados en las tablas.	1
En la segunda y tercera actividad, <b>la cantidad</b> de conceptos presentados en la tabla es pertinente para la realización del mapa conceptual (insuficiente, suficiente, excesiva)	Suficiente
En la segunda y tercera actividad, <b>la conexión</b> entre los conceptos de la tabla y el término central se puede identificar.	1

Estimado experto, le solicitamos realizar cualquier comentario que nos permita mejorar la propuesta didáctica, en el siguiente recuadro:

¿Qué se espera conseguir con los mapas conceptuales? ¿Se conectarán en una nueva actividad? ¿Cómo concluirán los estudiantes a partir de los mapas?

### **Apéndice 7.3. Encuesta validación clase 3: Evidencias para un veredicto**

#### Presentación de la Encuesta:

El propósito de esta encuesta es validar la propuesta didáctica para la tercera clase (de un total de tres) la cual trata contenidos de Cosmología relacionados con los aportes y evidencias que permitieron apoyar la Teoría del *Big Bang*, con el objetivo de lograr el AE12 de Física del cuarto año medio.

Esta propuesta se compone de tres ítems: un test de diagnóstico individual que se toma al inicio de la clase, durante aproximadamente cinco minutos; un vídeo sobre contenidos de Cosmología y una guía grupal de actividades, los cuales forman parte del desarrollo de la clase (aproximadamente una hora). Con la finalidad de que al cierre de la clase (últimos diez minutos) se realice una puesta en común sobre lo trabajado en la clase. Cada ítem se desarrolla de la siguiente manera:

1. Test de diagnóstico individual n°3: Consta de un cuadro con conceptos relacionados con los temas que se verán en el video de esta clase, el cual pretende medir los conocimientos que poseen los estudiantes en base a una escala de valoración respecto a estos conceptos. Además, se presenta una pregunta de alternativas referente a la Teoría del *Big Bang*.
2. Vídeo (Clase 3): Presenta brevemente la “Teoría del Universo Estacionario” y “Teoría del Universo en Expansión”, con el fin de reflejar las pocas evidencias que éstas poseen, por lo que es necesario mostrar aportes y evidencias para demostrar cuál de estas dos teorías será la más aceptada por la comunidad científica. Los aportes y evidencias que se presentarán en el vídeo son: los datos obtenidos por el Radiotelescopio de Robert Wilson y ArnoPenzias, la “Teoría Inflacionaria”, las evidencias presentadas por los satélites espaciales COBE (Explorador del Fondo Cósmico), WMAP (Sondas Wilkinson de Anisotropías de Microondas) y por el Radiotelescopio CBI (Imagen de Fondo Cósmico), y el descubrimiento del “Universo en expansión acelerada”.
3. Guía grupal de actividades. Clase 3: Presenta un espacio para tomar notas, con la finalidad de completar posteriormente dos mapas conceptuales donde se pide al estudiante completar los cuadros vacíos existentes, guiados por conectores. El primer mapa conceptual es referente a los modelos relacionados al origen del Universo (Teoría del Universo Estacionario y Teoría del Universo en Expansión), el segundo mapa conceptual es respecto a los aportes que la Teoría del *Big Bang* incorporo a su modelo.

Además, se debe completar una línea de tiempo, en la cual se deben ubicar los acontecimientos expuestos en el vídeo en sus fechas correspondientes.

En su calidad de experto, sus consideraciones nos serán de mucha utilidad en pos de mejorar la propuesta didáctica, por lo que agradecemos su buena disposición y tiempo para revisar los archivos y contestar esta encuesta.

Validación n°1, Clase 3:

Para comenzar, por favor complete los siguientes datos personales:

<b>Nombre:</b>	Roberto G. Medina Pizarro
<b>Títulos y grados:</b>	Profesor de Estado en Física y Matemática Licenciado en Educación, en Física y Matemática
<b>Tipo de establecimiento en el que se desempeña:</b>	Particular subvencionado
<b>Años de experiencia docente:</b>	17
<b>¿Ha enseñado contenidos sobre Universo en cuarto año medio en los últimos cinco años?</b>	Sí

***Instrucciones:***

Para cada indicador, elija una valoración de acuerdo a la siguiente escala y escríbala en la casilla correspondiente:

- 1 - Completamente de acuerdo.
- 2 - De acuerdo.
- 3 - Ni de acuerdo ni en desacuerdo.
- 4 - En desacuerdo.
- 5 - Completamente en desacuerdo.

**Ítem I: Test diagnóstico individual.**

<b>Indicador</b>	<b>Valoración</b>
La redacción de las preguntas de la prueba diagnóstica es clara y entendible.	1

La dificultad de las preguntas de este ítem es apropiada para el nivel de cuarto año medio.	1
Las preguntas abordan los contenidos sobre Universo para cuarto año medio.	1
Para un experto es fácil identificar la alternativa correcta.	1
Las alternativas propuestas como distractores son verosímiles.	1

**Ítem II: Vídeo.**

Indicador	Valoración
La duración del video es adecuada para lograr mantener la atención del curso.	1
El audio del video es de buena calidad.	1
La pronunciación de la voz en off se entiende claramente.	2
La calidad de imagen del video es apropiada para ser exhibido en aula frente a curso.	1
Los contenidos abordados en el video están expuestos de manera secuencial (siguiendo un orden cronológico).	1

**Ítem III: Guía grupal de actividades.**

Indicador	Valoración
La actividad completa es posible de realizar en el tiempo propuesto.	1

La redacción de la guía es clara y comprensible para el nivel de cuarto año medio.	1
Las actividades pueden ser íntegramente realizadas basándose en los contenidos entregados en el video.	1
La complejidad de las actividades es apropiada para el nivel de cuarto año medio.	1
Las actividades de la guía favorecen el trabajo colaborativo	1

Estimado experto, le solicitamos realizar cualquier comentario que nos permita mejorar la propuesta didáctica, en el siguiente recuadro:

<p><u>Observaciones:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sólo recomendaría mejorar la dicción en algunos casos, hablando más lentamente y modulando más marcado las sílabas.</li> </ul>
--

Validación n°2, Clase 3:

Para comenzar, por favor complete los siguientes datos personales:

<b>Nombre:</b>	Dafne Figueroa Letelier
<b>Títulos y grados:</b>	Licenciado en Ciencias Mención en Química Licenciado en Educación Mención Biología Egresada Magister en Currículo y Evaluación
<b>Tipo de establecimiento en el que se desempeña:</b>	Municipal
<b>Años de experiencia docente:</b>	15
<b>¿Ha enseñado contenidos sobre Universo en cuarto año medio en los últimos cinco años?</b>	Si

*Instrucciones:*

Para cada indicador, elija una valoración de acuerdo a la siguiente escala y escríbala en la casilla correspondiente:

- 1 - Completamente de acuerdo.
- 2 - De acuerdo.
- 3 - Ni de acuerdo ni en desacuerdo.
- 4 - En desacuerdo.
- 5 - Completamente en desacuerdo.

**Ítem I: Test diagnóstico individual.**

Indicador	Valoración
La redacción de las preguntas de la prueba diagnóstica es clara y entendible.	3
La dificultad de las preguntas de este ítem es apropiada para el nivel de cuarto año medio.	4
Las preguntas abordan los contenidos sobre Universo para cuarto año medio.	4
Para un experto es fácil identificar la alternativa correcta.	1
Las alternativas propuestas como distractores son verosímiles.	4

**Ítem II: Vídeo.**

Indicador	Valoración
La duración del video es adecuada para lograr mantener la atención del curso.	1
El audio del video es de buena calidad.	1
La pronunciación de la voz en off se entiende claramente.	1



La calidad de imagen del video es apropiada para ser exhibido en aula frente a curso.	1
Los contenidos abordados en el video están expuestos de manera secuencial (siguiendo un orden cronológico).	1

**Ítem III: Guía grupal de actividades.**

Indicador	Valoración
La actividad completa es posible de realizar en el tiempo propuesto.	1
La redacción de la guía es clara y comprensible para el nivel de cuarto año medio.	2
Las actividades pueden ser íntegramente realizadas basándose en los contenidos entregados en el video.	4
La complejidad de las actividades es apropiada para el nivel de cuarto año medio.	4
Las actividades de la guía favorecen el trabajo colaborativo	2

Estimado experto, le solicitamos realizar cualquier comentario que nos permita mejorar la propuesta didáctica, en el siguiente recuadro:

<p><u>Observaciones:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejorar la redacción.</li> <li>- Sugiero que antes de comenzar la última fase de su guía, el profesor defina la importancia que tienen los contextos históricos en los que se han producido estos adelantos, que se deje de manifiesto la manera en que la sociedad tiene directa relación con el desarrollo de las ciencias.</li> </ul>
--

- Para describir la evolución del universo es necesario que el estudiante haya alcanzado niveles de abstracción importante, en términos sencillo, es ese nivel de comprensión que te lleva a maravillarte con ciertas cosas, debe haberles pasado con algo que aprendieron y luego de saberlo.
- Todo visto desde la práctica, la teoría en este país da para mucho, es cosa de ver los errores en los programas, buen tema para tesis.
- Para el video se debe estar seguros que las palabras que usan son conocidas por los estudiantes.
- Dan demasiada información en muy poco tiempo, a quien está aprendiendo le es imposible digerir. Creo que la información de los físicos es irrelevante según el objetivo de su clase.

Validación n°3, Clase 3:

Para comenzar, por favor complete los siguientes datos personales:

<b>Nombre:</b>	Paolo Núñez Carreño
<b>Títulos y grados:</b>	Profesor de Estado de Física y Matemática
<b>Tipo de establecimiento en el que se desempeña:</b>	Científico-Humanista
<b>Años de experiencia docente:</b>	5
<b>¿Ha enseñado contenidos sobre Universo en cuarto año medio en los últimos cinco años?</b>	Sí, los últimos 4 años

*Instrucciones:*

Para cada indicador, elija una valoración de acuerdo a la siguiente escala y escríbala en la casilla correspondiente:

- 1 - Completamente de acuerdo.
- 2 - De acuerdo.
- 3 - Ni de acuerdo ni en desacuerdo.
- 4 - En desacuerdo.
- 5 - Completamente en desacuerdo.

**Ítem I: Test diagnóstico individual.**

Indicador	Valoración
La redacción de las preguntas de la prueba diagnóstica es clara y entendible.	1
La dificultad de las preguntas de este ítem es apropiada para el nivel de cuarto año medio.	1
Las preguntas abordan los contenidos sobre Universo para cuarto año medio.	1
Para un experto es fácil identificar la alternativa correcta.	1
Las alternativas propuestas como distractores son verosímiles.	1

**Ítem II: Vídeo.**

Indicador	Valoración
<b>La duración del video es adecuada para lograr mantener la atención del curso.</b>	1
El audio del video es de buena calidad.	2 Existen oportunidades en que la voz de Jennifer se pierde.
La pronunciación de la voz en off se entiende claramente.	1
La calidad de imagen del video es apropiada para ser exhibido en aula frente a curso.	1
Los contenidos abordados en el video están expuestos de manera secuencial (siguiendo un orden cronológico).	1

**Ítem III: Guía grupal de actividades.**

Indicador	Valoración
La actividad completa es posible de realizar en el tiempo propuesto.	1
La redacción de la guía es clara y comprensible para el nivel de cuarto año medio.	1
Las actividades pueden ser íntegramente realizadas basándose en los contenidos entregados en el video.	1
La complejidad de las actividades es apropiada para el nivel de cuarto año medio.	1
Las actividades de la guía favorecen el trabajo colaborativo.	2 Puede mejorarse la actividad si se agrega un espacio para discusión grupal basado en los datos entregados en el video.

Estimado experto, le solicitamos realizar cualquier comentario que nos permita mejorar la propuesta didáctica, en el siguiente recuadro:

<p><u>Observaciones:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Una idea para finalizar la unidad puede ser utilizar los mapas conceptuales de las 3 clases y que los estudiantes en grupos preparen una nueva teoría con sustento en los videos de las 3 clases o un relato respecto de cosmología.</li></ul>
---

## Materiales Anexos

### **Anexo 1: Objetivos de aprendizaje relacionados con el Eje Tierra y Universo, según MC**

La siguiente tabla presenta, según el Marco Curricular Ajustado, los contenidos de Tierra y Universo abordados en el segundo ciclo.

Primero Medio	<p><b>OF.9.</b> Comprender el origen, la dinámica y los efectos de sismos y erupciones volcánicas en términos del movimiento de placas tectónicas y de la propagación de energía.</p> <p><b>OF.10.</b> Reconocer los parámetros que se usan para determinar la actividad sísmica y las medidas que se deben tomar ante este tipo de manifestaciones geológicas.</p> <p><b>CMO.14.</b> Caracterización básica del origen, la dinámica y los efectos de la actividad sísmica y volcánica en términos de la tectónica de placas y de la propagación de Energía.</p> <p><b>CMO.15.</b> Conocimiento de los parámetros que describen la actividad sísmica (magnitud, intensidad, epicentro, hipocentro) y de las medidas que se deben adoptar ante un movimiento telúrico.</p> <p><b>AE.01.</b> Describir el origen, la dinámica y los efectos de sismos y erupciones volcánicas en términos del movimiento de placas tectónicas y de la liberación y propagación de energía.</p> <p><b>AE.02.</b> Distinguir los parámetros que se usan para determinar la actividad sísmica y las medidas que se deben tomar ante este tipo de manifestaciones geológicas.</p>
Segundo Medio	<p><b>OF.7.</b> Reconocer la importancia de las leyes físicas formuladas por</p> <p><b>OF.8.</b> Reconocer diversas evidencias acerca del origen y evolución del Sistema Solar.</p> <p><b>CMO.13.</b> Aplicación de las leyes de Kepler y de la ley de gravitación universal de Newton para explicar y hacer predicciones sobre la dinámica de pequeñas y grandes estructuras cósmicas (planetas, estrellas, galaxias, etc.).</p> <p><b>CMO.14.</b> Reconocimiento de algunas evidencias geológicas y astronómicas que sustentan las teorías acerca del origen y evolución del Sistema Solar.</p> <p><b>AE.01.</b> Analizar los modelos geocéntrico y heliocéntrico previos a Kepler y, a través de ellos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Las limitaciones de las representaciones científicas y</li> <li>● La influencia mutua del contexto sociohistórico y la investigación científica</li> </ul>

	<p><b>AE.02.</b> Aplicar las leyes de Kepler y Newton para realizar predicciones en el ámbito astronómico.</p> <p><b>AE.03.</b> Explicar cómo las características físicas y los movimientos de los distintos astros del Sistema Solar se relacionan con teorías acerca de su origen y evolución.</p>
Tercero Medio	<p><b>OF.6.</b> Comprender los efectos nocivos que la acción humana puede provocar sobre la atmósfera, litosfera e hidrosfera y la necesidad de emplear eficientemente los recursos energéticos para atenuar dichos efectos.</p> <p><b>CMO.11.</b> Reconocimiento de los mecanismos Físico-Químicos que permiten explicar fenómenos que afectan la atmósfera, la litosfera y la hidrosfera (calentamiento global, reducción de la capa de ozono, aumento del nivel de los mares, etc.) y de la responsabilidad humana en el origen de dichos fenómenos.</p> <p><b>CMO.12.</b> Reconocimiento de alternativas de uso eficiente de los recursos energéticos para atenuar sus consecuencias ambientales.</p> <p><b>AE.10.</b> Describir fenómenos que ocurren en la atmósfera, hidrósfera y litósfera.</p> <p><b>AE.11.</b> Identificar acciones humanas nocivas para la atmósfera, hidrósfera y litósfera, promoviendo el uso eficiente de los recursos energéticos para mitigar sus efectos en la naturaleza.</p>
Cuarto Medio	<p><b>OF.7.</b> Explicar algunos fenómenos que dan cuenta de la expansión del universo y que sustentan las teorías acerca de su origen y evolución.</p> <p><b>OF.8.</b> Reconocer los mecanismos que permiten a las estrellas generar luz y sintetizar elementos.</p> <p><b>CMO.14.</b> Reconocimiento de fenómenos que sustentan las teorías acerca del origen y evolución del universo y que proporcionan evidencia de su expansión acelerada.</p> <p><b>CMO.15.</b> Explicación cualitativa –desde el punto de vista de la física nuclear– de cómo a partir del hidrógeno presente en las estrellas se producen otros elementos y la energía que las hace brillar.</p> <p><b>AE.12.</b> Describir el origen y la evolución del universo considerando las teorías más aceptadas por la comunidad científica.</p> <p><b>AE.13.</b> Describir los procesos gravitacionales y nucleares que ocurren en las estrellas, explicando la emisión de radiación y la nucleosíntesis.</p>

Fuente: Elaboración propia con base en información oficial (Mineduc, 2009a).

#### Leyenda

OF: Objetivos Fundamentales

CMO: Contenidos Mínimos Obligatorios

AE: Aprendizajes Esperados

**Anexo 2: Objetivos de aprendizaje relacionados con el Eje Tierra y Universo, según BC**

La siguiente tabla presenta los contenidos de Tierra y Universo abordados en el segundo ciclo según las BC (Bases Curriculares (614) aprobadas por CNED, pero sin decreto)

Séptimo Básico	<p><b>OA.9.</b> Explicar, con el modelo de la tectónica de placas, los patrones de distribución de la actividad geológica (volcanes y sismos), los tipos de interacción entre las placas (convergente, divergente y transformante) y su importancia en la teoría de la deriva continental.</p> <p><b>OA.10.</b> Explicar, sobre la base de evidencias y por medio de modelos, la actividad volcánica y sus consecuencias en la naturaleza y la sociedad.</p> <p><b>OA.11.</b> Crear modelos que expliquen el ciclo de las rocas, la formación y modificación de las rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias, en función de la temperatura, la presión y la erosión.</p> <p><b>OA.12.</b> Demostrar, por medio de modelos, que comprenden que el clima en la Tierra, tanto local como global, es dinámico y se produce por la interacción de múltiples variables, como la presión, la temperatura y la humedad atmosférica, la circulación de la atmósfera y del agua, la posición geográfica, la rotación y la traslación de la Tierra.</p>
Octavo Básico	El eje Tierra y Universo no se trabajan en este nivel.
Primero Medio	<p><b>OA.14.</b> Crear modelos que expliquen los fenómenos astronómicos del Sistema Solar relacionados con:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Los movimientos del sistema Tierra-Luna y los fenómenos de luz y sombra, como fases lunares y eclipses.</li> <li>● Los movimientos de la Tierra respecto al Sol y sus consecuencias, como las estaciones climáticas.</li> <li>● Comparación de los distintos planetas con la Tierra en cuanto a su distancia al Sol, su tamaño, su periodo orbital, su atmósfera y otros.</li> </ul> <p><b>OA.15.</b> Describir y comparar diversas estructuras cósmicas, como meteoros, asteroides, cometas, satélites, planetas, estrellas, nebulosas, galaxias y cúmulo de galaxia, considerando:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Sus tamaños y formas.</li> <li>● Sus posiciones en el espacio.</li> <li>● Temperatura, masa, color y magnitud, entre otros.</li> </ul> <p><b>OA.16.</b> Investigar y explicar sobre la investigación astronómica en Chile y el resto del mundo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● El clima y las ventajas que ofrece nuestro país para la observación astronómica.</li> <li>● La tecnología utilizada (telescopios, radiotelescopios y otros instrumentos astronómicos).</li> <li>● Información que proporciona la luz y otras radiaciones emitidas por los astros.</li> <li>● Los aportes de científicas y científicos chilenos.</li> </ul>

Segundo Medio	<p><b>OA.13.</b> Demostrar que comprenden que el conocimiento del Universo cambia y aumenta a partir de nuevas evidencias, usando modelos como el geocéntrico y heliocéntrico, y teorías como la del Big-Bang, entre otros.</p> <p><b>OA.14.</b> Explicar cualitativamente, por medio de las Leyes de Kepler y la Ley de Gravitación Universal de Newton:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● El origen de las mareas.</li> <li>● La formación y dinámica de estructuras cósmicas naturales como el Sistema Solar y sus componentes, las estrellas y las galaxias.</li> <li>● El movimiento de estructuras artificiales como sondas, satélites y naves espaciales.</li> </ul>
---------------	--

Fuente: Elaboración propia con base en información oficial (Mineduc, 2013a).

**Leyenda**

OA: Objetivos de Aprendizaje



### **Anexo 3: Estándares Orientadores para carreras de Pedagogía en Educación Media**

A continuación, se presenta un resumen de los estándares que se consideran necesarios para la enseñanza de la cosmología, los cuales comprenden tanto aspectos más actitudinales hacia la ciencia como aspectos relativos a la enseñanza de la cosmología, del Eje Tierra y Universo.

Conocimiento científico y su aprendizaje	
Estándar 1	Conoce cómo aprenden Física los estudiantes de Educación Media
5. Maneja estrategias para utilizar las explicaciones intuitivas de los estudiantes sobre los fenómenos naturales como hipótesis que pueden ser desafiadas, complementadas y sometidas a pruebas.	
7. Reconoce la incidencia del uso de ciertos términos cotidianos en la comprensión de algunos conceptos o explicaciones a fenómenos naturales.	
Estándar 2	Comprende las particularidades de la enseñanza-aprendizaje de la Física y sus requerimientos
3. Distingue explicaciones científicas y no científicas acerca de fenómenos relacionados con los contenidos abordados por la Física a nivel escolar, estableciendo su grado de validez y predictibilidad, con el fin de formar estudiantes críticos respecto de informaciones y explicaciones acerca del mundo natural.	
9. Reconoce el riesgo de generar, a partir del currículo escolar de Física, una imagen determinista del universo, y desarrolla actividades que permiten mostrar una imagen de la ciencia como una actividad humana que se desarrolla y evoluciona a través del tiempo.	

Tierra y Universo	
Estándar 9	Describe y comprende los aspectos principales asociados a la formación y evolución de cuerpos y estructuras cósmicas, así como la estructura y dinámica de la Tierra
1. Utiliza escalas de tiempo y distancia a nivel astronómico, así como los órdenes de magnitud correspondientes, para caracterizar diversos cuerpos y estructuras del universo.	
6. Fundamenta las principales evidencias que sustentan la teoría del <i>Big Bang</i> , describe y comprende las principales etapas de la evolución del universo de diferentes tipos de estrellas, y su rol en la formación de elementos químicos y la evolución del universo.	

Habilidades de pensamiento científico	
Estándar 10	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muestra las habilidades propias del quehacer científico y comprende cómo se desarrolla este tipo de conocimiento.</li> </ul>
2. Explica la evolución del pensamiento y del quehacer científico a lo largo de la historia destacando hitos centrales de su desarrollo, y comprende que uno de los componentes centrales de la evolución del conocimiento científico es la aproximación experimental.	
5. Comprende y analiza de manera crítica información científica, evaluando, entre otros aspectos, la metodología de una investigación, su coherencia con las preguntas que se busca responder, la rigurosidad de su desarrollo y las consecuencias obtenidas.	
7. Comprende que las teorías científicas corresponden a modelos teóricos, es decir, son interpretaciones de los fenómenos del mundo natural aplicables en determinados contextos.	
8. Comprende que la actividad científica impacta y es impactada por el desarrollo tecnológico, el contexto histórico, político, cultural, económico y social.	
Estándar 11	<ul style="list-style-type: none"> <li>Promueve el desarrollo de habilidades científicas y su uso en la vida cotidiana.</li> </ul>
6. Planifica y diseña actividades de aprendizaje para desarrollar la capacidad argumentativa, de acuerdo a las convenciones de la ciencia y de la lógica, en las que es central la coherencia y el uso de evidencia científica en los fundamentos propuestos.	
10. Diseña actividades de aprendizaje en que los estudiantes investiguen o complementen sus investigaciones, usando diversas fuentes, desarrollando su capacidad para seleccionar información relevante, estimar su confiabilidad y pertinencia, y usarla en la vida diaria para tomar decisiones.	
12. Propone actividades en que los estudiantes se informen y discutan sobre investigaciones científicas actuales, para que reconozcan la presencia de la ciencia y la tecnología en la vida diaria.	
13. Analiza junto a sus estudiantes el proceso de perfeccionamiento, modificación o refutación de alguna teoría o modelo científico, para ayudarlos a entender el conocimiento científico como un conjunto de modelos y explicaciones acerca de nuestro entorno, que cambian con el tiempo como consecuencia de la reinterpretación de la evidencia existente o de la disposición de nueva evidencia.	

Fuente: Elaboración propia con base en información oficial (Mineduc, 2012)