

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
Facultad de Educación



PROGRAMA PARA LA ENSEÑANZA DE ASTRONOMÍA  
EN NIVEL DE EDUCACIÓN SECUNDARIA DE  
GUATEMALA

Trabajo de graduación presentado por Melissa Solares  
Hidalgo para optar al grado académico de Licenciada en  
Enseñanza de Ciencias Físicas y Matemáticas

Guatemala

2020



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
Facultad de Educación



PROGRAMA PARA LA ENSEÑANZA DE ASTRONOMÍA  
EN NIVEL DE EDUCACIÓN SECUNDARIA DE  
GUATEMALA

Trabajo de graduación presentado por Melissa Solares  
Hidalgo para optar al grado académico de Licenciada en  
Enseñanza de Ciencias Físicas y Matemáticas

Guatemala

2020



Vo. Bo. Asesor (f) \_\_\_\_\_

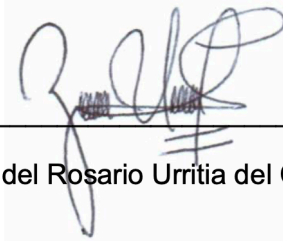
(Ing. Edgar Castro Baten)

Tribunal Examinador



Asesor: (f) \_\_\_\_\_

(Ing. Edgar Castro Baten)

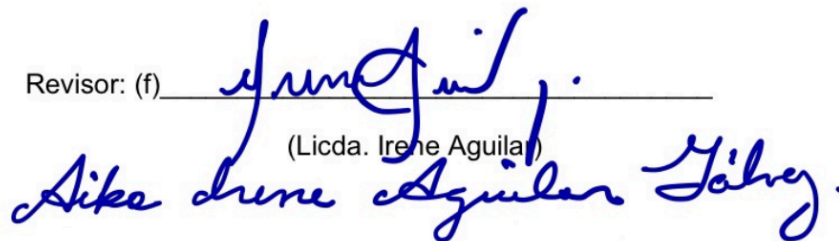


Revisor: (f) \_\_\_\_\_

(MSc. Zaida del Rosario Urritia del Cid de Gutierrez)

Revisor: (f) \_\_\_\_\_

(Licda. Irene Aguilar)



Guatemala, 14 de agosto de 2020

## ÍNDICE GENERAL

Índice de figuras	iv
Índice de tablas	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. Introducción	1
II. Marco conceptual	3
A. Definición e historia de la Astronomía	3
B. Aportes de la Astronomía en el desarrollo de la ciencia y en la vida cotidiana	5
C. Importancia de la enseñanza de la Astronomía a nivel escolar	7
D. Factores que influyen en el aprendizaje estudiantil del Nivel Secundario	11
E. Elementos necesarios para la enseñanza de la Astronomía	14
III. Estado del arte	28
A. España y la enseñanza de Astronomía inmersa en diversas asignaturas	28
B. Más de un siglo de experiencia educativa de Astronomía en Uruguay	35
C. Chile: formando astrónomos desde la Educación Básica y Media	39
D. Los esfuerzos innovadores en Colombia por incluir la Astronomía como asignatura integradora	42
E. Argentina: trabajando con profesores y estudiantes para la enseñanza de Astronomía	48
F. Brasil, recolectando experiencias latinoamericanas de la educación en Astronomía	51
G. La formación de astrónomos profesionales en México	53
H. Enseñanza de Astronomía en El Salvador	55
I. Oportunidades de estudio de Astronomía en Costa Rica	56

J. Honduras: el único país centroamericano en donde se puede estudiar una Licenciatura en Astronomía	58
K. La enseñanza de Astronomía contemporánea en Nicaragua	60
L. Guatemala: un país en rumbo hacia la enseñanza formal de Astronomía gracias a los esfuerzos conjuntos de pequeños grupos	62
M. Análisis general	67
IV. Marco contextual	73
A. Educación de calidad	73
B. Indicadores de calidad educativa	75
C. Estado de la Educación en Guatemala	79
D. Colegio Neozelandés San Cristóbal	86
V. Marco metodológico	91
A. Objetivo general	91
B. Objetivos específicos	91
C. Investigación exploratoria	92
D. Elaboración del estado del arte	95
E. Trabajo de campo	96
F. Producción	98
G. Validación	98
VI. Presentación y análisis de resultados	100
A. Estudio fenomenológico	100
B. Entrevistas a expertos en enseñanza de Astronomía y estado del arte	109
C. Validación del programa de enseñanza de Astronomía	118
VII. Conclusiones	127
VIII. Recomendaciones	129
IX. Referencias	131
X. Anexos	140
Anexo 1: Programa para la enseñanza de Astronomía en el nivel de educación secundaria en Guatemala	141

Anexo 2: Fotografías de los estudiantes en el estudio fenomenológico	168
Anexo 3: Respuestas de grupos focales	170
Anexo 4: Entrevista para expertos en la enseñanza de Astronomía	173
Anexo 5: Validaciones del programa para la enseñanza de Astronomía	178

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura #	
1. Mapa conceptual sobre contenidos de la unidad: El Universo y el Sistema Solar	34
2. Objetivos propuestos para Décimo Grado en Colombia por Ortiz	44
3. Secuencia de temas de Astronomía en el Nivel Medio propuestos por Marín, Rodríguez y Perilla	46
4. Marco para comprender qué es la calidad de la educación	74
5. Población de hombres y mujeres en Guatemala desde el 2018 hasta el 2020	79
6. Proyección de habitantes en Guatemala por departamento desde el año 2018 hasta el 2020	80
7. Estudiantes inscritos en el Nivel Primaria, según el sector, en el 2018	81
8. Estudiantes inscritos en el Nivel Básico, según el sector en el 2018	82
9. Estudiantes inscritos en el Nivel Básico, según el sector, en el 2018	82
10. Comparación del desempeño de 15 años en lectura controlado por el ESCS entre Guatemala, la OCDE y países latinoamericanos	85
11. Estructura organizativa del Colegio Neozelandés	89
12. Categorías de análisis sobre la percepción de los estudiantes respecto a la enseñanza de temas de Astronomía	94
13. Categorías de análisis sobre los elementos a incluir en un programa para la enseñanza de Astronomía en Secundaria	97
14. Códigos en charla: Matemáticas Cuarto y Quinto Bachillerato	102
15. Códigos en charla: Física Cuarto y Quinto Bachillerato	102
16. Códigos en charla: Astronomía Cuarto y Quinto Bachillerato	103
17. Nube de códigos estudio fenomenológico	107

18. Nube de palabras de todos los grupos focales	108
19. Nube de palabras de grupos focales de matemática	108
20. Nube de palabras de grupos focales de física	108
21. Nube de palabras de grupos focales de astronomía	108
22. Saberes conceptuales según la opinión de expertos	112
23. Saberes conceptuales en el estado del arte	112
24. Saberes procedimentales según la opinión de expertos	114
25. Saberes procedimentales en el estado del arte	114
26. Estrategias para enseñar Astronomía según la opinión de expertos	116
27. Estrategias para enseñar Astronomía en el estado del arte	117
28. Respuestas de expertos: ¿Son pertinentes los contenidos incluidos en cada uno de los módulos para el aprendizaje de la Astronomía?	119
29. Respuestas de expertos: ¿Es idónea la secuencia de los módulos para el proceso de enseñanza aprendizaje?	119
30. Respuesta de expertos: ¿La programación es apropiada para el grupo etario de estudiantes?	120
31. Respuestas de expertos: ¿Las competencias específicas responden a las necesidades de los estudiantes para el aprendizaje de la Astronomía?	121
32. Respuestas de expertos: ¿Responden los saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales a lo necesario para alcanzar cada competencia?	121
33. Respuestas de expertos: ¿La metodología de enseñanza aprendizaje es coherente para el desarrollo de las competencias?	122
34. Respuestas de expertos: ¿Se puede evaluar el desempeño del estudiante mediante el producto indicado en los procedimientos?	123
35. Respuestas de expertos: ¿Son adecuadas las pautas establecidas por los criterios para evaluar el desempeño del estudiante?	124

36. Respuestas de expertos: ¿Los procedimientos de evaluación evidencian los saberes procedimentales y actitudinales?	125
---	-----

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla #		
1.	Secuencia de conceptos de Astronomía en marcos curriculares de Estados Unidos	16
2.	Contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales en Uruguay	36
3.	Contenidos de Astronomía en el Currículum Nacional de Chile	40
4.	Estándares básicos relacionados con Astronomía en Colombia	43
5.	Contenidos de Astronomía en Secundaria en Brasil	52
6.	Distribución de contenidos astronómicos en la educación obligatoria de México	53
7.	Contenidos de Astronomía en los Programas Educativos de El Salvador	55
8.	Estándares y contenidos de Astronomía en Honduras	59
9.	Conceptos astronómicos en los Libros de Texto de Nicaragua	61
10.	Conceptos de Astronomía en el Currículo Nacional Base de Guatemala	63
11.	Conceptos de Astronomía en los niveles de educación obligatoria de los países hispanohablantes	68
12.	Objetivos e indicadores del SDG 4 relacionados con los resultados del aprendizaje	76
13.	Categorías de análisis sobre las percepciones de los estudiantes ejemplificadas	100
14.	Categorías para el análisis de las entrevistas a expertos y el estado del arte sobre la enseñanza de Astronomía	110
15.	Saberes procedimentales indispensables para el aprendizaje de la Astronomía	115

## **RESUMEN**

El trabajo de graduación está enfocado principalmente en el diseño y validación de un programa para la enseñanza de Astronomía en el Nivel de Educación Secundaria de Guatemala, un país en donde dicha área curricular es casi inexistente en el nivel de educación inicial e incluida únicamente como parte del pénsum de algunas carreras de educación superior. Para ello, se realiza inicialmente una investigación exploratoria sobre la percepción de los estudiantes de Bachillerato con respecto a la inclusión de temas astronómicos en su plan de estudios, lo cual generó como evidencia una receptividad y preferencia alta por ello. Se elabora también el estado del arte sobre las experiencias en enseñanza de esta ciencia en países hispanoblatantes y la investigación por medio de entrevistas a expertos para identificar los elementos esenciales por incluir en el programa. La validación se realiza por medio de la técnica de juicio de expertos en el área. El programa finalizado fue evaluado por siete profesores, tres guatemaltecos y los demás internacionales, quienes en su mayoría acordaron que la propuesta es factible y adecuada para la enseñanza de la Astronomía en jóvenes.

## **ABSTRACT**

This graduation paper focuses primarily on the design and validation of a program for the teaching of Astronomy at the Secondary Education level in Guatemala, a country where this knowledge area is almost non-existent at the early education level, and is partially included within the curriculum of some higher education programs. To this end, exploratory research was first performed regarding High School students' perception of astronomy subjects being included in their study plans, which evidences a high receptivity and preference towards it. The state of the art was also put together, regarding the teaching experience of this science in Hispanic countries, and research was carried out by means of interviews to experts, in an attempt to identify essential elements to be included in the program. Validation was acquired through the expert judgement technique. The final program was evaluated by seven professors, three of them Guatemalan and the rest international, whom for the most part agreed that the proposal was feasible and adequate for the purpose of teaching astronomy to young adults.

## I. INTRODUCCIÓN

La noción de la existencia en el universo, acompañada con la curiosidad de entender el lugar que se ocupa en el cosmos, es una de las características básicas de la mayoría de los seres humanos, en especial en los niños. Esta curiosidad por entender el espacio exterior que rodea al planeta Tierra ha sido el primer paso y el combustible para una gran cantidad de descubrimientos trascendentales en la historia de la humanidad como, por ejemplo, la elaboración de relojes y calendarios para dar estructura al paso del tiempo, el crecimiento de imperios en territorios en donde la agricultura floreció gracias al estudio del movimiento de planetas y estrellas, hasta la creación de un sistema de localización global debido al estudio de el comportamiento de los cuerpos moviéndose a velocidades intergalácticas.

Siendo la Astronomía un campo de conocimientos, estudios e investigación tan fundamental en la evolución del ser humano como sociedad, es importante que sea un tema de aprendizaje desde niveles educativos básicos y que permanezca a lo largo del crecimiento intelectual y académico. No obstante, en la realidad guatemalteca, la astronomía se limita a ser un tema de estudio en niveles superiores y, únicamente, en las áreas científicas en donde se encuentra implícita como en Licenciaturas en Ciencias Aplicadas y en Enseñanza de Ciencias Físicas y Matemáticas. Cabe mencionar que en el presente momento, existen solo dos instituciones de estudios superiores que incluyen diplomados y técnicos en astronomía como iniciativas académicas; no se cuenta con ninguna casa de estudios en la que el estudiante pueda optar a un grado de Licenciatura en Astronomía en Guatemala.

En la actualidad, el Currículo Nacional Base (CNB) de Guatemala no menciona la enseñanza de Astronomía —más allá del sistema Tierra-Luna-Sol— como contenido declarativo, procedimental o actitudinal en ningún nivel educativo desde Primaria hasta Diversificado. Lo poco que se encuentra establecido se halla solo en algunos niveles: Primero Primaria, Sexto Primaria y Segundo Básico. Los temas se relacionan hacia el estudio de la Tierra, sus movimientos, sus capas, su posición dentro del Sistema Solar y los planetas vecinos (CNB, 2019). De esta forma, los alumnos no son expuestos a contenidos que fomenten la exploración en el campo ya que no se incluyen las interrogantes estudiadas en la actualidad por la comunidad científica. Se buscó que el presente proyecto contribuya a la solución de la problemática existente en cuanto a la escasez de estímulos educativos relacionados con el área de Astronomía disponibles para los estudiantes en el sistema nacional.

Por lo expuesto anteriormente, se considera necesario diseñar, implementar y validar un programa de Astronomía para ser desarrollado a nivel de educación Secundaria en Guatemala, con el propósito de ser un punto de partida para impulsar la enseñanza de esta ciencia desde el Nivel Medio. Para ello se realiza, primero, una investigación exploratoria sobre la percepción de los estudiantes con respecto al aprendizaje de Astronomía, seguido por la elaboración de un estado del arte acerca de la enseñanza de Astronomía en los grados correspondientes a Básicos y Diversificado en Guatemala y a nivel internacional. Luego, se procedió al diseño del programa educativo y, finalmente, se validó según el juicio de expertos en la enseñanza de esta ciencia.

El programa para la enseñanza de Astronomía diseñado fue considerado adecuado para el aprendizaje de jóvenes por expertos en el área guatemaltecos e internacionales en el área. Los profesores que validaron la propuesta consideraron que la mayoría de los contenidos, las competencias y los procedimientos evaluativos son apropiados tanto para el grupo etario, como para el desarrollo de habilidades científicas en los estudiantes. Así mismo, entre sus

recomendaciones se encuentra la importancia de la formación de los docentes que vayan a dirigir la aplicación del plan de estudios.

## II. MARCO CONCEPTUAL

### A. Definición e historia de la Astronomía

La Real Academia Española define la astronomía como «*la ciencia que trata de los astros, su movimiento y las leyes que lo rigen*» (RAE, 2019), distinguiéndose de la astrología cuya definición es el «*estudio de la posición y del movimiento de los astros como medio para predecir hechos futuros y conocer el carácter de las personas*» (RAE, 2019). La principal diferencia entre ambas es la naturaleza científica de la primera, por lo que los aportes astronómicos se basan en la investigación, experimentación, análisis y verificación de la comunidad científica, teniendo la característica autocorrectiva para que sus postulados sean basados en hechos reales y comprobables. La astrología, por el otro lado, no es una ciencia y sus argumentos se basan en la opinión e ideología de la persona que lo interprete. Esta distinción es sumamente importante ya que el estudio científico de los cuerpos celestes ha sido un motor para el avance de la raza humana y no debe ser confundida con la creencia de que los astros tienen un efecto en la personalidad u ocurrencias casuales en la vida.

Desde tiempos antiguos, los seres humanos han observado los objetos en el cielo y lo han documentado, ya sea por medio de arte rupestre o por el relato de historias basadas en la posición de las estrellas, como los griegos y las constelaciones. Los registros astronómicos más antiguos provienen de los hombres de Cromañón, quienes hace aproximadamente 30,000 años tallaron dibujos que asemejan las fases lunares (Karttunen, Kröger, Oja, Poutanen y Donner, 2017). Más adelante, el estudio de los movimientos del Sol, la Luna, las estrellas y planetas fueron la herramienta principal para el desarrollo de la

agricultura de las tribus sedentarias y otorgaron un sistema de medición del paso del tiempo.

La civilización maya es un ejemplo perfecto del estudio de la temporalidad de los eventos celestes; ellos realizaron calendarios con base en el ciclo del Sol, la Luna y Venus, con casi la misma exactitud que los que se utilizan en la actualidad. El *Haab* – calendario solar maya – contaba con dieciocho meses, llamados uinales, de veinte días de duración y al final se le añadían cinco días para obtener un total de 365 días (Institución Smithsonian, 2019).

En el siglo XVII y XVIII, el desarrollo de las culturas europeas se topó con el problema de hallar un método de navegación efectivo. Para ello, el estudio de la posición de las estrellas fue la herramienta perfecta y se comenzaron a publicar mapas celestes incluyendo la trayectoria de los planetas. Las bases para esto fueron los estudios de las leyes de movimiento planetario realizados por Copérnico, Tycho Brahe, Kepler, Galileo y Newton (Karttunen *et al.*, 2017). De esta manera, la investigación astronómica no solo contribuyó a la ubicación de los marineros durante sus viajes, sino comenzó a proporcionar respuestas sobre el lugar del ser humano en el universo; pasando desde la visión geocéntrica hasta el entendimiento del lugar de la Tierra dentro de un sistema planetario que gira en torno a una estrella debido a la atracción gravitacional.

En la actualidad se vive en un periodo en donde los astrónomos modernos están sobrepasando los límites de la ciencia, revelando los misterios del universo invisible al ojo humano de forma similar a la forma en la que Galileo Galilei una vez abrió una ventana de posibilidades al apuntar su telescopio al cielo. Los científicos descubrieron una forma de detectar, medir y analizar la radiación fuera del espectro visible y cambiar la perspectiva sobre características de cuerpos celestes jamás observadas (Chaisson y McMillan, 2014). Estas observaciones han aportado al estudio de planetas como lo son la visualización ultravioleta de Saturno y las tormentas de Júpiter, el entendimiento de las características de

nebulosas y supernovas y el comportamiento de cuerpos altamente energéticos como las estrellas de neutrones y los agujeros negros.

La astronomía se encuentra en un momento de múltiples oportunidades de desarrollo en distintas áreas, desde el estudio de biología planetaria hasta las teorías que describen el comportamiento de las partículas en el horizonte de eventos de un agujero negro, y está revolucionando grandemente la perspectiva cosmológica del ser humano y su lugar en el Universo. Además, los científicos, en su búsqueda de respuestas, han creado nuevas herramientas tecnológicas que se prestan al uso en áreas de la vida cotidiana de todas las personas. Esto se describe más a profundidad en la próxima sección.

## **B. Aportes de la Astronomía en el desarrollo de la ciencia y en la vida cotidiana**

La astronomía ha influido grandemente en el desarrollo de la humanidad y en los cambios radicales que han caracterizado la tecnología del siglo XXI. Rosenberg, Russo, Bladon y Lindenberg (2014), mencionan un listado de aportes que la astronomía ha hecho a la vida cotidiana que experimentamos en la actualidad; entre ellos mencionan:

- Las redes locales inalámbricas de área (WLAN), las cuales fueron desarrolladas según el método de John O' Sullivann en 1977 para aumentar la resolución de las imágenes detectadas por un radiotelescopio.
- La tecnología de rayos X que se utiliza en los aeropuertos es la misma que la utilizada para los observatorios astronómicos de rayos X.
- En los aeropuertos se utiliza un cromatógrafo para detectar drogas y explosivos en el equipaje. Esos cromatógrafos fueron inicialmente diseñados para una misión a Marte.
- Un espectrómetro de rayos gamma, utilizado originalmente para analizar la superficie lunar, sirve actualmente para detectar, de manera no invasiva, deterioros en los cimientos de estructuras históricas como, por ejemplo, en la Basílica de San Marcos en Venecia.

- Los primeros calendarios fueron basados en los movimientos de la Luna y la definición de cuánto tiempo dura un segundo es según los conocimientos astronómicos.

Según Rosenberg *et al.* (2014), la astronomía ha aportado a diferentes ciencias y campos tecnológicos, por ejemplo, en la comunicación: la radioastronomía ha desarrollado muchas herramientas, dispositivos y métodos de procesamiento de información. El lenguaje de computadora conocido como *FORTH* fue creado para ser utilizado por uno de los telescopios en el Observatorio Nacional Kitt Peak en Arizona, EE.UU. Actualmente es utilizado por FedEx para su servicio de rastreo de paquetes mundial. La compañía General Motors utiliza un lenguaje de programación *Interactive Data Language (IDL)* (Lenguaje Interactivo de Datos) para analizar información obtenida de accidentes de autos. Las primeras técnicas patentadas para detectar radiación gravitacional son utilizadas hoy en día por compañías para determinar la estabilidad gravitacional de reservas de petróleo bajo tierra.

La astronomía comparte mucho con el sector aeroespacial. Por ejemplo, la observación de estrellas y de modelos de atmósferas estelares son utilizadas para diferenciar entre plumas de cohete y objetos cósmicos. Los astrónomos desarrollaron un contador de fotones, que actualmente se utiliza para detectar luz ultravioleta de un misil, logrando así un sistema de alarma 100% seguro; la misma tecnología se utiliza para detectar gases tóxicos. El funcionamiento de los satélites del sistema GPS: *Global Positioning System* (Sistema de Posicionamiento Global) se basa en objetos astronómicos, tales como cuásares y galaxias distantes, para determinar posiciones precisas.

La astronomía ha contribuido también a la medicina, por ejemplo, una colaboración entre una farmacéutica y *Cambridge Automatic Plate Measuring Facility* (Instalaciones de Medición Automática de Plaquetas de Cambridge) permite que las muestras de sangre de pacientes diagnosticados con leucemia

sean analizadas de una manera más rápida, asegurando cambios más precisos en sus medicamentos. La radioastronomía desarrolló un método que hoy en día se utiliza para detectar tumores. Combinando este método con otros más antiguos, se ha llegado a un 96% de precisión en cuanto a la detección de cáncer de mama en pacientes. Pequeños sensores inicialmente desarrollados para controlar la temperatura de instrumentos de telescopio son utilizados para controlar la temperatura en el departamento de recién nacidos.

A manera de conclusión, es de notar la amplia cantidad de aportes de la astronomía a la vida cotidiana y que, definitivamente, su estudio continuo conlleva al desarrollo de tecnologías que pueden ser aplicadas en diversas áreas. Por lo tanto, es importante que se inculque la enseñanza y aprendizaje de esta ciencia y, así, propiciar el desarrollo de la sociedad.

### **C. Importancia de la enseñanza de la Astronomía a nivel escolar**

El Consejo de Investigación Nacional de EE.UU., en su libro *Astronomy and Astrophysics in the New Millenium* (Astronomía y Astrofísica en el Nuevo Milenio, en español) presenta varios argumentos de la importancia de incluir la enseñanza de la astronomía en grados K-12, desde *kindergarden* hasta doceavo grado, siendo su equivalente en Guatemala desde Preprimaria hasta completar el Bachillerato. El *National Research Council* (2001) menciona el gran impacto en el avance de la ciencia y la tecnología que tiene el estudio profesional de la astronomía, a pesar de que la comunidad científica astronómica sea relativamente pequeña a comparación de otras profesiones. No solo la astronomía contribuye en gran escala al conocimiento científico, sino que fortalece la educación científica y mejora la cultura científica general mediante la difusión de temas de interés común en la sociedad. Un ejemplo de ello se pudo ver en la primera observación experimental de ondas gravitacionales en septiembre de 2015, la cual se confirmó públicamente en una conferencia en 2016 (Massachusetts Institute of Technology, 2016) y fue tema de conversación de muchas personas fuera de la comunidad

científica, difundiendo, incluso, temas de relatividad estudiados por Einstein a principios del siglo XX.

Los conceptos astronómicos tienen un atractivo universal e inspiran curiosidad por adentrarse en cuestionamientos humanos básicos como: ¿cuál es el lugar en el universo de la humanidad?, ¿cómo se creó el mundo que la rodea? y el ¿por qué de su existencia? De esta forma, la atracción natural de las personas hacia estos temas puede ser utilizada como un puente para incrementar el conocimiento en general de la población. Además, el estudio de la astronomía a temprana edad puede contribuir a la formación de futuros científicos que contribuyan al desarrollo de la sociedad mediante la generación de conocimiento y tecnología.

Rosenberg *et al.* (2014), remarcan que, a pesar de que la astronomía ha proporcionado riquezas monetarias y avances tecnológicos, la contribución más grande de esta ciencia no está relacionada con la economía sino con la revolución constante del pensamiento humano a una escala global. En el pasado, la astronomía ha sido utilizada para medir el tiempo, distinguir las estaciones y navegar en el océano y hoy en día es una fuente de inspiración que sigue siendo motivada por responder preguntas esenciales de la existencia humana. Su estudio *«actúa como ventana hacia el inmenso tamaño y complejidad del espacio, poniendo a la Tierra en perspectiva y promoviendo una ciudadanía global y orgullo de nuestro planeta hogar»* (Rosenberg *et al.*, 2014). De esta forma, los autores enfatizan sobre la importancia de la enseñanza de la astronomía en la juventud ya que ha sido comprobado, por el National Research Council en 1991, que los estudiantes que se han desarrollado en actividades educativas relacionadas con el área en niveles Primarios y Secundarios tienen mayor probabilidad de buscar profesionalizarse en una carrera científica o tecnológica. Por último, indican que la astronomía es de las pocas ciencias que interactúa directamente con la sociedad, trascendiendo fronteras y promoviendo activamente el trabajo colaborativo alrededor del mundo.

Según National Research Council (2001), los conceptos e imágenes astronómicas tienen un atractivo universal, inspiran admiración y plantean interrogantes en el ser humano acerca de su origen y lugar en el universo. Este interés puede ser aprovechado para incrementar el conocimiento y entendimiento por parte de los estudiantes y el público en general, y también para iluminar la naturaleza de la ciencia, así como sus limitaciones y fortalezas para cambiar el futuro del hombre. La Astronomía también es una ciencia de carácter interdisciplinario, ya que sus conexiones con la naturaleza, tecnología e instrumentación contribuyen significativamente a los avances del nuevo siglo. En esto concuerda el licenciado José Moreno<sup>1</sup> al establecer que *«es una herramienta unificadora, un recolector de ramas especializadas que permite al estudiante generar un mapa mental de abstracción de lógica y concretar datos a través de la Matemática, Física, Química, Biología y Geología y, de esta forma, proporciona acceso a un espectro de conocimiento científico amplio»* (J. Moreno, comunicación directa, 6 de abril de 2019).

Moreno expone que la Astronomía es una ciencia que no solo puede ser usada para profundizar conceptos, sino también para proveer destrezas y competencias no explotadas, especialmente en Guatemala en donde históricamente los nativos, los Mayas, eran grandes astrónomos y, en la actualidad, se ha perdido esta cultura (J. Moreno, comunicación directa, 6 de abril de 2019). Al ser la Astronomía tan atractiva para el ser humano, tiene varios niveles en que pueden enganchar al estudiante, pasando desde lo más simple a lo más complejo. Se puede iniciar siendo un astrónomo aficionado, que se dedique a solamente herramientas visuales para aprender y divulgar sobre eventos astronómicos, pasando por una etapa más técnica, como lo es la astrofotografía,

---

<sup>1</sup> Licenciado en Educación de Matemática y Física, Magister en Astronomía y Astrofísica y Doctor en Astronomía, con 19 años de experiencia docente en nivel Superior.

y terminando en una licenciatura, en donde el alumno puede dedicarse a varias ramas, tales como astrobiología, astrofísica o astronomía pura.

Como se ha mencionado anteriormente, la civilización Maya constituye un legado cultural astronómico para Guatemala y este factor responsabiliza a la población en conocer por lo menos aspectos básicos de la forma en la que estudiaban el cielo. A nivel más profundo, la rama de esta ciencia conocida como astronomía cultural permite abordar las diversas formas en las que los grupos sociales han conceptualizado los eventos celestes y cómo se vinculan con las características de la sociedad que los estudia. Esto implica que *«todas las astronomías, de todas las culturas, son “etno-astronomías” o astronomías propias de cada cultura»* (López y Hamacher, 2016). Conocida también como antropología de la astronomía, esta área se divide en subdisciplinas, entre las cuales destaca la arqueoastronomía enfocada en los registros encontrados en material arqueológico e histórico; y la etnoastronomía que se centra en culturas indígenas desde una perspectiva etnográfica. De esta manera, la astronomía cultural tiene un alto potencial en Guatemala, especialmente en sentido de ayudar a la población en integrar la diversidad cultural en la sociedad, otorgando un valor significativo a sus contribuciones en materia de visión cosmológica y astronómica.

A manera de conclusión, la astronomía inspira curiosidad, filosofía y búsqueda de conocimiento y sirve como punto de partida para que las personas se adentren en la comunidad científica profesionalmente. Por lo tanto, su enseñanza desde la infancia, hasta la adolescencia y adultez, sirve de motor para un desarrollo científico alto en la sociedad a largo plazo. Además, influye directamente en la percepción de la humanidad como un único grupo colectivo, sin fronteras, habitando un mismo planeta, ocasionando, implícitamente, la colaboración entre sociedades por entender el pasado y aprender a cuidar el planeta Tierra para perpetuar la existencia y afrontar los retos que traiga el futuro.

## **D. Factores que influyen en el aprendizaje estudiantil del Nivel Secundario**

### **1. Motivación**

Según Ospina (2006), la motivación constituye el motor del aprendizaje, ya que es la chispa que permite encenderlo e incentiva el desarrollo del proceso. Se define como algo que energiza y dirige la conducta. Para que el estudiante esté correctamente motivado, Ospina plantea que se debe de guiar al alumno para que entienda los motivos por los cual debe de realizar algo en clase, se le debe de dar sentido a lo que se aprende.

Existe la motivación intrínseca, que viene del propio sujeto de aprendizaje, esta se encuentra bajo su dominio, y sitúa como objetivo la autorrealización, el lograr un objetivo o una meta, siempre motivado por su curiosidad y el descubrimiento de algo nuevo. Por otro lado, la motivación extrínseca es definida como el efecto de una acción que producen en las personas hechos, objetos o eventos que las llevan a realizar distintas actividades. Estos hechos provienen de fuera, el estudiante entonces aprende con la idea de lograr beneficios o evitar incomodidades. El papel del profesor entonces es, contribuir a que los estudiantes se sientan motivados para aprender de tal forma que ellos tengan total claridad y coherencia en cuanto al objetivo del proceso de aprendizaje, que lo encuentren interesante y, lo más importante, que se sientan capaces y competentes de lograr la meta.

### **2. Curiosidad**

Román (2016) expone que uno de los primeros psicólogos en hablar sobre la curiosidad como factor influyente en el aprendizaje fue Daniel Berlyne, considerado el padre de la curiosidad. Berlyne define la curiosidad como *una energía, un estado motivacional persistente que lleva al comportamiento exploratorio* (Berlyne, 1960). Expone que existen estímulos que inducen a la curiosidad, tales como la novedad, complejidad, incongruencia y sorpresa. Estas propiedades crean un conflicto cognitivo, la alteración de lo que se tiene por conocido, familiar y comprensible.

Piaget (1975) formula la teoría constructivista del aprendizaje como alternativa a la educación tradicional que fomentaba la memorización de los conceptos y no propiciaba la creatividad en los estudiantes. En ella plantea que, cuando se le enseña algo a un niño que pudo haber aprendido por sí solo, se le impide de entender cómo funciona completamente. Por lo tanto, deben descubrir las reglas de lo que están estudiando por sí mismos, por medio de actividades en donde se pueda comprobar el aprendizaje. Así, la base del aprendizaje se encuentra fomentado en la curiosidad (Román, 2016).

Vygotsky (1977), por su parte, plantea que las relaciones interpersonales juegan un papel importante en la formación del aprendizaje y de la curiosidad del estudiante. Esto debido a que la motivación, seguridad y claridad de las expectativas, combinadas con el estímulo a la curiosidad en los niños y la confianza en sí mismos, ayuda a que no se sientan frustrados cuando intenten dominar una habilidad o conocimiento. De nuevo, la curiosidad propiciada por los padres y docentes fomenta el deseo natural del educando por dominar una habilidad o conocer el mundo que lo rodea.

### **3. Recursos didácticos**

Los recursos por utilizar dentro y fuera del aula son una herramienta que auxilia el proceso de enseñanza-aprendizaje y contribuye a facilitarlo, siempre y cuando sean adecuados al contexto educativo. Idealmente, los docentes buscan desarrollar su creatividad en clase mediante la solución de problemas emergentes. Para ello, se apoyan de distintos materiales didácticos, convirtiéndose estos en vías para propiciar el aprendizaje, incluso en aspectos motivacionales. En las palabras de Isabella González:

Estos recursos se presentan como un factor necesario e imprescindible para el desarrollo y logro de los objetivos y contenido, pudiendo así desarrollar plenamente todas las actividades de enseñanza-aprendizaje planificadas previamente por el docente, facilitando de forma dinámica la comunicación entre profesor y alumnos. (González, 2015: 15)

Según la cita anterior, los recursos o materiales didácticos se entienden como herramientas que contribuyen a la construcción del conocimiento, siendo didácticos ya que el docente los presenta en situaciones de aprendizaje para captar atención y profundizar la enseñanza. González (2015), los clasifica en dos categorías:

**a. Materiales convencionales**

Entre esta categoría se encuentran recursos como libros, fotocopias, revistas, periódicos, documentos, etc. También se hallan los pizarrones y material manipulable como cartulinas, mapas conceptuales, diagramas y hojas de trabajo.

**b. Materiales no convencionales**

Como recurso no convencional, se clasifican los audios como discos, programas de radio, *podcasts*, audiovisuales como películas, videos y televisión.

Los recursos didácticos están implícitos en todo momento durante el desarrollo de una clase, González (2015) los divide en tres fases. Durante la *fase preactiva*, el docente planifica los objetivos, selecciona los saberes declarativos y prepara los recursos didácticos, metodologías y actividades. Los materiales seleccionados se utilizan durante la *fase activa* y se evalúan en la *fase post activa* por medio de reflexiones en clase con los estudiantes, elaboración de trabajos o experimentación.

Gimeno Sacristán (1976, citado en González, 2015), establece tres funciones pedagógicas para los recursos de aprendizaje: la *estructuración de la realidad* en la cual sirven de guía para los estudiantes durante las actividades, una función *motivadora* que capta la atención del educando y lo familiariza con los conceptos y los recursos pueden ser *mediadores*, siendo el acompañamiento en la construcción de conocimientos. Estas aplicaciones que se pueden dar a los materiales de clase enfatizan la importancia en su selección adecuada. Para ello, se debe tener siempre en cuenta el contexto educativo y las necesidades de cada

estudiante, buscando crear situaciones de aprendizaje en las que se adquieran conocimientos y habilidades aplicables a la vida cotidiana.

Rodolfo Tecú (2015) dedica su tesis de licenciatura hacia el estudio de los recursos didácticos y su incidencia en el aprendizaje significativo. Realiza su indagación en una escuela rural en el departamento de Baja Verapaz, Guatemala. Entre sus hallazgos encuentra que el cien por ciento de los docentes que participaron en su investigación poseen la convicción de que los materiales didácticos son efectivos para mejorar el rendimiento de los estudiantes y alcanzar un aprendizaje significativo. Los recursos más efectivos, según los resultados encontrados son: «*hojas de trabajo, carteles, objetos reales, videos, materiales mediados, juegos motivacionales, periódicos, diccionarios, material reciclaje, cañonera, objetos del entorno, libros y crucigramas*» (Tecú, 2015: 71).

También se encuentra que los estudiantes comparten la misma opinión que los docentes sobre la utilidad de los recursos didácticos en su proceso educativo al indicar que estos «*generan mayor confianza en fortalecer el valor para trabajar e interesarse más en aprender, manteniendo el entusiasmo para lograr un aprendizaje significativo*» (Tecú, 2015: 77). De esta manera, los materiales no se deben utilizar únicamente para la transmisión de información, sino para la creación, interpretación y construcción de conocimiento. Por esta razón, su selección debe realizarse en función de los educandos y su contexto. Uno de los hallazgos más importantes del trabajo de Tecú es el remarcar que el punto de partida para el uso adecuado de recursos didácticos es tomar en cuenta las experiencias de la vida cotidiana de los jóvenes, lo cual ayudará a que la clase sea amena y atractiva.

## **E. Elementos necesarios para la enseñanza de la Astronomía**

### **1. Estándares y saberes**

En un estudio realizado por Adams y Slater (2000) sobre los Estándares Educativos Nacionales de Ciencia (NSES – *National Science Education*

*Standards*) en Estados Unidos, se encuentra una descripción y análisis de los objetivos en la enseñanza de Astronomía desde Preprimaria hasta Secundaria. Entre ellos, se menciona que los estudiantes de Quinto a Octavo grado, Quinto Primaria a Segundo Básico en Guatemala, deben ser capaces de describir el Sistema Solar desde una perspectiva heliocéntrica. Según los NSES, deben, también, poder explicar fenómenos como el día y la noche, los eclipses, las fases lunares y las estaciones a partir de los movimientos de los cuerpos en el sistema planetario. Los educandos, además deben realizar comparaciones entre planetas, tomando en cuenta la masa, tamaño, velocidad de rotación y traslación, entre otros. Por último, se requiere que los niños comprendan que la atracción gravitacional es la que sujeta a las personas a la Tierra, la razón por la cual existen las mareas y lo que ocasiona que los planetas orbiten al Sol y se cumplan las Leyes de Kepler.

Cuando se llega a la etapa escolar de Noveno a Décimo Segundo grado, desde Tercero Básico hasta concluir el Bachillerato en Guatemala, los estándares se enfocan en la observación, origen, evolución y demás características del Universo fuera del Sistema Solar. Los NSES establecen, también, que los estudiantes deben entender los avances científicos actuales en Astronomía, como la teoría del Big Bang, y la evidencia teórica de la existencia de estrellas de neutrones y agujeros negros (Adams y Slater, 2000). De esta manera, los jóvenes logran familiarizarse con los conceptos ya que se relacionan con las noticias populares en su entorno.

En un realizado por Schleich, Slater, Slater, y Stork (2015) sobre los conceptos de Astronomía que se impartían en las aulas, se halla que en los Estados Unidos no existen estándares al respecto. De esta forma, analizaron tres marcos curriculares para hallar una secuencia adecuada en la enseñanza de temas astronómicos: Puntos de referencia para el alfabetismo científico (*Benchmarks for Science Literacy*), Estándares educativos nacionales de ciencias (*National Science Education Standards*) y Estándares de ciencias para la

siguiente generación (*Next Generation Science Standards*). Según ellos, se realiza la Tabla 1, a manera de comparar los saberes declarativos de cada marco según las edades de los estudiantes.

**Tabla #1**  
Secuencia de conceptos de Astronomía en marcos curriculares de Estados Unidos

Marco curricular	Secuencia de conceptos de Astronomía
<p>Puntos de referencia para el alfabetismo científico - <i>Benchmarks for Science Literacy</i> (AAAS, 1993)</p>	<p>En la etapa escolar de 5 a 7 años, se comienza con la noción de más estrellas en el cielo de las que se pueden contar. También se trabaja la noción de que el Sol sale de día y la Luna de noche y algunas veces durante el día. La forma de la Luna cambia. Más adelante, en la fase de 8 a 11 años, se estudian los patrones de las estrellas en el cielo y su movimiento aparente. El uso de telescopios para observar objetos distantes es explicado y se trabaja el concepto de la Tierra como parte de un sistema planetario, incluyendo sus movimientos. Cuando los estudiantes tienen de 12 a 14 años, se trabajan conceptos como los tipos de estrellas, galaxias, y las distancias de estos objetos a la Tierra. Además, se contrastan las características de los cuerpos del Sistema Solar incluyendo tamaño, composición y movimientos debido a la gravedad. Estudian, también, los distintos tipos de ondas en el espectro electromagnético y la luz visible. En la etapa de 15 a 18 años, los estudiantes aprenden sobre las características de los distintos tipos de estrellas y las teorías del origen y evolución del Universo. Se estudia a mayor profundidad el espectro electromagnético, la velocidad de la luz y la ley de Hubble. Además, se remarcan los aportes de Copérnico, Kepler y Galileo a la astronomía.</p>
<p>Estándares educativos nacionales de ciencias - <i>National Science Education Standards</i> (NRC, 1996)</p>	<p>De los 5 a 10 años, los niños aprenden sobre los movimientos y posiciones de cuerpos celestes y cómo los patrones se repiten diariamente y cada mes, como en el Sol y la Luna. Cuando se encuentran en las edades de 11 a 14 años, los estudiantes aprenden sobre la Tierra como parte de un sistema planetario en el que los cuerpos orbitan el Sol, debido a la atracción gravitacional que también causa las mareas. Se explican también, las variaciones en las estaciones debido a la inclinación del eje de rotación terrestre. En la etapa de 15 a 18 años, se estudia la evolución del Sistema Solar a partir de una nebulosa planetaria, incluyendo los cambios por los que pasó la Tierra. Los estudiantes aprenden, también, sobre las teorías de origen y evolución del Universo, desde la creación de elementos y su fusión en las estrellas.</p>

Marco curricular	Secuencia de conceptos de Astronomía
<p>Estándares de ciencias para la siguiente generación - <i>Next Generation Science Standards</i> (NGSS, 2013)</p>	<p>Cuando los estudiantes tienen de 6 a 11 años, aprenden conceptos sobre el movimiento del Sol, la Luna y las estrellas en el cielo, marcando eventos como amaneceres y atardeceres. El día y la noche son causados por el movimiento de la Tierra alrededor del Sol y la Luna alrededor de la Tierra produce distintas formas en el cielo.</p> <p>De 12 a 14 años, se estudia el Sistema Solar, su origen a partir de un disco de polvo y gas sujetado por la fuerza gravitacional, los cuerpos que lo conforman y sus movimientos reales y aparentes. Además, se explican las causas de los eclipses y las estaciones.</p> <p>En la etapa de 14 a 18 años, los estudiantes trabajan conceptos relacionados con las leyes de Kepler y la teoría del Big Bang. Se estudia la fusión nuclear y las supernovas que crean los elementos existentes en el universo. También aprenden conceptos relacionados con la longitud de onda y frecuencia de los distintos tipos de radiación en el espectro electromagnético, incluyendo el fondo cósmico de microondas.</p>

Fuente: Elaboración propia según Schleigh *et al*, 2015: 135-142

En los tres marcos curriculares, los saberes declarativos comienzan con la comprensión del entorno inmediato del estudiante, incluyendo los movimientos de los cuerpos celestes más notorios, como el Sol, la Luna y las estrellas en el fondo. De forma progresiva, los conceptos se van construyendo sobre esta base del contexto próximo y se trabajan temas como el Sistema Solar, su origen y las características de los planetas y demás astros. Entre los estándares analizados se encuentran aquellos relacionados con el origen del Universo a partir de la teoría del Big Bang y las demás teorías cosmológicas que han sido fundamentales en esta ciencia, como los avances de Copérnico, Galileo y Kepler. Sin embargo, a comparación con los NSES, en ninguno de los marcos se hallan conceptos relacionados con la Astronomía contemporánea como lo es el estudio de agujeros negros, estrellas de neutrones y las ondas gravitacionales.

En un estudio realizado en España para hallar los contenidos y habilidades cognitivo-lingüísticas que desarrollan los profesores de primaria y secundaria en la enseñanza de la Astronomía, se encuentra que los docentes priorizan la

descripción de modelos teóricos por parte de los alumnos, especialmente aquellos relacionados con la Tierra como parte de un sistema planetario en el espacio (González, García y Martínez, 2015). Entre los saberes procedimentales que más se enfatizan se encuentran los siguientes: a) la descripción de modelos, hechos y fenómenos relacionados a los cambios astronómicos diarios, mensuales y anuales, b) la definición teórica asociada a ellos y c) la justificación de los cambios según los movimientos de la Tierra en el espacio. Los autores indican que el aprendizaje de esta ciencia requiere de una progresión de contenidos que inicie con la observación de los cambios en el cielo, relacionándolos con los movimientos del sistema Tierra-Luna-Sol, y más adelante comenzar a descubrir las características de otros planetas y estrellas.

## **2. Estrategias metodológicas**

Las estrategias didácticas son una parte esencial del proceso de enseñanza de Astronomía. Existen varios estudios sobre los enfoques metodológicos a utilizar en clase, entre los cuales se encuentra el realizado por Franco y López (2017) con estudiantes de Quinto Primaria en España. Algunos métodos mencionados son:

- Implementar actividades relacionadas con la observación, como visitas a planetarios, por ejemplo.
- Utilizar herramientas tecnológicas para la simulación y experimentación de fenómenos astronómicos. El programa *Stellarium* es una opción ideal para ello.
- Realizar modelos tridimensionales y de realidad aumentada para la comprensión de conceptos básicos de astronomía.
- Estrategias interactivas relacionadas con investigación y observación sistemática.
- Tomar en cuenta el desarrollo histórico de la Astronomía en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Utilizar terminología científica precisa de cada tema astronómico.
- Implementar juegos educativos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de Astronomía.

- Incluir noticias sobre fenómenos astronómicos recientes, las cuales aparecen con frecuencia en los medios de comunicación.

Por otro lado, se encuentran cinco estrategias propuestas por Jeffrey Bennett (1999) para la enseñanza de Astronomía que se pueden utilizar desde charlas informales hasta cursos universitarios. Antes de describirlas, es importante mencionar que Bennett recomienda dos puntos clave para impartir un discurso, presentación o clase. El primero es asumir que la audiencia sabe menos de lo que se cree; por ejemplo, no todos saben que el Sol es una estrella y que existen distintos tipos de ellas. El segundo es asumir que la audiencia es más inteligente de lo que se cree; con ello se refiere a que se pueden tratar temas complejos como el efecto Doppler, a pesar de que no sepan su funcionamiento, solo se requiere de una explicación clara y del uso de ejemplos familiares para el público. Además, se debe prestar atención a la reacción de los estudiantes y atribuir su falta de comprensión, si se da el caso, a una explicación que no es la adecuada y se necesita buscar alternativas.

La primera estrategia que propone Bennett (1999) es «*proporcionar un marco contextual*». Así como los científicos no pueden comenzar una investigación rigurosa sin antes indagar sobre lo que ya se ha estudiado, los educandos no pueden aprender ciencia sin comprender el contexto en el que se desarrolla. Por lo tanto, para la enseñanza de Astronomía, se necesita proporcionar a los estudiantes una estructura mental sobre la cual pueden ubicar los conceptos nuevos. Un ejemplo de esto es la creencia errónea de que el Sistema Solar y la Vía Láctea son del mismo tamaño. Si no se posee una idea clara de las magnitudes de los cuerpos celestes, el alumno será capaz de recordar datos aislados sobre galaxias y sistemas planetarios, pero le faltará comprender una de las ideas más básicas sobre lo que distingue a estos objetos entre sí. El autor sugiere, entonces, un listado de elementos a incluir en el marco contextual para cualquier curso introductorio de Astronomía o charla divulgativa:

- a. La estructura jerárquica básica del Universo, es decir, las relaciones entre los cuerpos que componen la ubicación de la Tierra, el Sistema Solar, la Vía Láctea, el Grupo Local, el Supercúmulo Local y el Universo Observable.
- b. Una visión general de las ideas astronómicas modernas sobre el origen cosmológico de la Tierra, como mencionar que el Universo se expande ya que se observa que las galaxias se están separando entre sí, implicando que todo estuvo concentrado en un solo punto en algún momento y desmitificar la idea de que el Big Bang fue una explosión misteriosa.
- c. Una percepción general de las escalas espaciales y temporales. Esto es sumamente importante ya que los estudiantes necesitan conocer qué significan las potencias de diez utilizadas en notación científica y comprender las magnitudes del tamaño de los cuerpos, distancias, masa, y escalas temporales. La elaboración de un modelo a escala del Sistema Solar es una actividad recomendada para ello.
- d. Una percepción general sobre la dinámica del Universo; por ejemplo, la Tierra gira sobre su eje, además de gira alrededor del Sol, el cual orbita el centro galáctico y la Vía Láctea se mueve con respecto a otras galaxias por la expansión del Universo. Además, se puede explicar sobre el movimiento de las estrellas diario en el cielo y la causa de las estaciones.

Bennett (1999) propone como segunda estrategia la «*creación de las condiciones para un cambio conceptual*». Muchas veces el aprendizaje implica descartar ideas erróneas para poder entender nuevas, como la confusión de que no existe gravedad en el espacio. Estos conceptos equivocados no se pueden desechar por medio de una clase tradicional en donde la información solo se transmite al estudiante. Para ello, el autor recomienda dos técnicas para crear las condiciones adecuadas para que el educando pueda realizar ese cambio de concepción:

- a. Siempre construir puentes entre conceptos nuevos y familiares, ayudando al estudiante a encontrar conexiones entre lo que sabía y lo que está aprendiendo.

- b. Cuando sea posible, confrontar al educando con paradojas personales que les obliguen a enfrentar los problemas con sus ideas previas y los conceptos nuevos. Por ejemplo, si no existiera gravedad en el espacio, entonces ¿por qué la Luna gira alrededor de la Tierra?

«*Hacer que los contenidos sean relevantes*» es la tercera estrategia de enseñanza que recomienda Bennett (1999). El autor reitera en la importancia de la curiosidad para el aprendizaje, los estudiantes encuentran más motivación cuando aprenden sobre algún tema que tiene relevancia en su vida. En este sentido, la Astronomía se presta para responder cuestiones sobre la existencia humana en el Universo y el docente debe ser explícito sobre estas conexiones. Algunos ejemplos son:

- Cuando se traten temas del Sistema Solar, enfatizar en cómo el aprender sobre otros planetas ayuda a comprender más el funcionamiento y origen de la Tierra.
- En momentos en donde se incluyan conceptos de evolución estelar, enfocarse en cómo estos procesos originan la vida y cómo todos los humanos están compuestos de material creado en estrellas.
- Cuando se explique el análisis espectral, mencionar ejemplos de emisión y absorción lumínica en la vida cotidiana como el por qué cuando hay mucho calor se utiliza ropa blanca y no oscura.

La cuarta estrategia presentada por Bennett (1999) es «*limitar el uso de lenguaje nuevo*». Es importante tomar en cuenta que muchas de las palabras utilizadas en la enseñanza de Astronomía corresponden a términos científicos, lo cual resulta nuevo y ajeno al lenguaje que acostumbran los estudiantes. Es por esto por lo que recomienda que se deben cambiar los términos en el momento de las explicaciones, a manera de facilitar el contenido para los educandos. No se trata de dejar fuera el nombre científico de los fenómenos o características de cuerpos celestes, sino de la forma en que se introducen por primera vez en clase y se utilizan a lo largo de un curso.

Por último, la quinta estrategia es *retar a los estudiantes*. Bennett (1999) enfatiza en la importancia de que los educandos sientan cierta dificultad en las clases y que esté acompañada de curiosidad por comprender un tema. El docente debe confiar en que sus alumnos son inteligentes y no por eso dejar de tratar tópicos difíciles que muchas veces son los que más intrigan a los jóvenes como lo son los agujeros negros y la relatividad general. Siempre y cuando tengan el acompañamiento necesario, estos conceptos de dificultad alta pueden ser discutidos en clase y motivantes en el aula.

### **3. Recursos escritos**

Cuando se indaga acerca de recursos escritos para la enseñanza de Astronomía, alrededor del mundo se encuentra una inmensa biblioteca de material. Sin embargo, aproximadamente el 80% de ellos está elaborada en inglés. Pero este hecho se compensa con la ayuda de organizaciones que proporcionan la traducción de los textos que publican que se pueden adaptar con facilidad al aula y así, aprovechar las actividades y guías de trabajo disponibles. Algunas herramientas didácticas sumamente útiles y fáciles de aplicar son las guías de enseñanza de Astronomía proporcionadas en sitios web por organizaciones como Network for Astronomy Education (NASE) o Universe Awareness (UNAWA). NASE, por ejemplo, ofrece planes para diez talleres de investigación y observación para el aprendizaje de temas como los equinoccios y solsticios, el descubrimiento de la expansión del Universo y la ley de Hubble y la evolución y clasificación estelar. De la misma forma, UNAWA no solo proporciona instrucciones para sesiones de aprendizaje, sino posee un compendio de libros no solo traducidos al español, sino a casi una decena de idiomas diferentes como portugués, japonés, hebreo, francés, etc.

Se encuentran también libros electrónicos (e-books) proporcionados por colaboraciones entre la National Aeronautics and Space Administration (NASA) y la European Space Agency (ESA) que no solo incluyen descripciones de fenómenos astronómicos, sino que son interactivos y contienen videos y

animaciones. Uno de los recursos más sorprendentes y cautivantes es el catálogo de imágenes capturadas por el Hubble que se lanza para el décimo-quinto aniversario del telescopio. En él se encuentran fotografías y videos reales de los planetas del Sistema Solar como Júpiter y Saturno y, más atractivo aún, nebulosas y galaxias lejanas a la Tierra en alta definición. Este e-book suple un elemento clave para cautivar la atención de los estudiantes y motivarlos hacia el aprendizaje de la Astronomía.

Entre los recursos escritos encontrados, existen tres que poseen características didácticas altas y pueden utilizarse fácilmente como herramienta para impartir un curso de Astronomía. A continuación, se realiza una descripción de los recursos.

**a. Astronomía para todos (Instituto Milenio de Astrofísica, 2015)**

Este documento en formato PDF incluye temas desde la historia de la astronomía, el planeta Tierra y su composición, capas atmosféricas, campo magnético, características generales de su satélite, la Luna, y los eclipses, los planetas del Sistema Solar y descripción del funcionamiento del Sol, sus capas y la fusión de hidrógeno. También contiene análisis de estrellas, explicando el diagrama Hertzsprung-Russell, distancias estelares, tipos de estrellas, supernovas, agujeros negros, tipos de galaxias, colisiones de galaxias, estructura del universo, expansión del espacio y las teorías del origen del universo. Todos estos conceptos están acompañados de una amplia selección de imágenes reales para describir detalladamente todos los eventos celestiales mencionados. Una ventaja de este recurso es que existe una versión digital interactiva que puede ser utilizada con facilidad en una computadora con acceso a internet.

**b. El Libro de la Astronomía (Bell, 2014)**

Este libro incluye la historia de la astronomía vista por las distintas civilizaciones a lo largo de la historia del ser humano, el planeta Tierra y su formación, la Luna, su origen y cráteres lunares. Describe también los planetas del Sistema Solar y sus satélites y cinturón de Kuiper, evolución estelar, muerte

estelar, novas, supernovas, agujeros negros, catálogos de organización estelar, galaxias, tipos de galaxias, nebulosas, teoría del Big Bang, detalles de la muerte del Sol y colisiones entre galaxias. Algo que distingue este recurso por sobre los demás es el orden cronológico en el que se presentan los contenidos, comenzando desde el principio del Universo hasta teorías de posibles finales del mismo.

**c. Stars and Planets (Dinwiddie, Gater, Sparrow y Scott, 2012)**

Este libro contiene una descripción básica de los conocimientos necesarios para adentrarse en el campo de la Astronomía como, por ejemplo, un recorrido corto sobre los objetos que se pueden visualizar en el cielo nocturno: estrellas, constelaciones, planetas, nebulosas y supernovas. Además, se puede encontrar una explicación de los instrumentos y técnicas utilizadas para la observación astronómica como el uso de telescopios, binoculares y mapas estelares de constelaciones según la época anual y la posición geográfica del observados según su latitud. El único inconveniente con este recurso es que está escrito en inglés. Sin embargo, el contenido puede ser traducido con facilidad y las imágenes que incluye son de alta calidad y atractivas, especialmente para incitar curiosidad en los estudiantes.

#### **4. Recursos electrónicos**

La tecnología es uno de los grandes aliados de la Astronomía. gracias a los avances tecnológicos, el estudio de esta ciencia se facilita mucho. Entre los recursos electrónicos que pueden ser útiles para su enseñanza se mencionan los siguientes:

##### **a. *Stellarium***

Es un programa gratuito tanto para PC como para Mac, pero de paga para aplicaciones en celulares iPhone y Android. Stellarium permite al usuario ver todas las constelaciones, estrellas, objetos de cielo profundo, desde la perspectiva en donde se encuentre el observador en el mundo. El programa permite también cambiar la ubicación para poder ver el cielo desde cualquier lugar en el planeta Tierra y adelantar y atrasar el tiempo para ver los objetos celestes disponibles en el cielo en una fecha y hora exacta. Además, se pueden obtener las coordenadas celestiales para poder identificar la ubicación de los cuerpos observados.

##### **b. *Astronomy Education at the University of Nebraska-Lincoln***

La página web de la educación astronómica de la Universidad de Nebraska-Lincoln tiene varias aplicaciones que funcionan como simulaciones para varios sucesos astronómicos: estaciones de la Tierra, movimiento de la Tierra alrededor del Sol, movimiento la Luna alrededor de la Tierra, constelaciones, fases de la Luna, eclipses, mareas, fases de Venus, la órbita de Marte y su movimiento retrogrado, reacciones ocurridas en el Sol, de curvatura de luz, de estrellas variables, velocidad estelar, entre otros.

##### **c. *Asociación Astronómica de España***

La página web de la Asociación Astronómica de España cuenta con varios distintos tipos de recursos, entre ellos vídeos didácticos sobre distintos temas astronómicos, una amplia biblioteca de imágenes propias de diferentes objetos celestiales tales como nebulosas, estrellas, estrellas variables, galaxias, cúmulos de estrellas, novas, supernovas, entre otros. También cuenta con programas

televisivos en los que han participado integrantes de la Asociación hablando de algunos temas importantes de la Astronomía.

#### **d. astroEDU**

Este sitio web es un proyecto de la Unión Astronómica Internacional (IAU – *International Astronomic Union*) en la cual se encuentran actividades educativas para la enseñanza de ciencias que han sido revisadas por pares, es decir, por otros docentes. En ella, los maestros pueden descubrir, revisar, distribuir, mejorar y combinar propuestas educativas relacionadas con Astronomía. Al ingresar a la plataforma se encuentra la opción de realizar una búsqueda temática para encontrar material relacionado con los conceptos a trabajar. Actualmente, solo está disponible en inglés pero los recursos pueden ser traducidos y las versiones en otros idiomas se encuentran en desarrollo.

#### **e. Cosmoeduca**

Este proyecto lanzado por el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) ayuda a los profesores de secundaria y bachillerato a desarrollar cinco temas en específico: gravitación, relatividad, diseñar un viaje a Marte y origen y evolución del Universo. Cada uno desarrollado por un equipo formado por un investigador y un profesor y puesto a prueba en una escuela de secundaria de las Islas Canarias. La idea es que, el material pueda facilitar al profesorado la explosión de estos contenidos a sus estudiantes.

#### **f. Portal ciencia**

Un sitio web completamente en español que tiene información sobre varios temas relacionados a la Astronomía, Paleontología, Geología, entre otros. Tiene un amplio catálogo de imágenes astronómicas, videos, artículos científicos, revistas, libros y documentales recomendados.

**g. *Skychart (Cartes du Ciel)***

El programa permite generar cartas celestes, utilizando información de un catálogo inmenso de estrellas y nebulosas. También muestra posiciones de planetas, asteroides y cometas. Contiene un gran número de parámetros que permiten elegir el color y dimensión de estrellas y nebulosas, la representación de los planetas, etiquetas y grillas de coordenadas, superposición de imágenes, condiciones de visibilidad, entre otros.

**h. *Proyecto Biosfera***

El Ministerio de Educación de España lanza este sitio web que cuenta con una multitud de recursos electrónicos, muchos en español y algunos en inglés, entre los cuales se pueden mencionar: Astronomía para niños, meteoritos, Astronomía educativa, NASA para educadores, entre otros.

### **III. ESTADO DEL ARTE: EXPERIENCIAS EN ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA EN PAÍSES HISPANOHABLANTES**

La Astronomía es una ciencia que ha sido parte de los estudios principales de las civilizaciones antiguas, como los egipcios, mayas y griegos, y continúa siendo fundamental en el desarrollo científico del siglo XXI. Sin embargo, en el último siglo, ha sido delimitada a ser enseñada únicamente a nivel de educación superior en las universidades, formando parte de los programas de licenciaturas, maestrías y posgrados del área científica. A pesar de que se incluya en las mallas curriculares de áreas como Ciencias Naturales en la educación escolar obligatoria en varios países latinoamericanos, los conceptos astronómicos raramente son externos al Sistema Solar y abarcan descubrimientos contemporáneos que cautiven a los estudiantes como los agujeros negros y la materia oscura. Por lo tanto, el presente estado del arte trazo como objetivo la búsqueda de aquellas experiencias docentes que han impulsado el aprendizaje de la Astronomía en niños y jóvenes.

En un informe de práctica docente sumamente explícito realizado por parte de Ortiz (2015) en la Universidad de Colombia, se presentan varios avances de la enseñanza de Astronomía a nivel Secundario en países sudamericanos y en España. Entre los países con mayor experiencia en el campo se encuentra Uruguay, donde se construye el primer observatorio en el siglo XVIII. A partir de ese momento, se le ha dado gran importancia al estudio y enseñanza de la Astronomía desde nivel Primario y a lo largo de toda la formación académica de este país. Similar a los avances uruguayos, Chile proporciona oportunidades de aprendizaje de esta ciencia desde nivel escolar y carreras universitarias

especializadas en Astronomía debido a la alta cantidad de observatorios que existen en la región.

También se pueden mencionar los avances en Argentina, en donde el programa de estudios incluye contenidos astronómicos implícitos en el curso de Ciencias Naturales. Se tiene, además, un ejemplo a seguir en Brasil, en donde se imparten conceptos de Astronomía en Primer y Quinto año de Secundaria. Por último, Ortiz (2015) efectúa una evaluación de la enseñanza de Astronomía en España, concluyendo que, aunque se inicie la formación en esta área desde los seis años y se continúa hasta el final de la adolescencia, la metodología y los recursos utilizados son bastante anticuados, poco prácticos y escasamente incluyentes de debates y pensamiento crítico.

En la búsqueda de documentación sobre la experiencia de enseñanza de Astronomía, predomina una vasta cantidad de informes colombianos, seguida por estudios realizados en España y en Uruguay. La información encontrada es extensa; sin embargo, las investigaciones recientes son escasas, especialmente en la región centroamericana. De igual forma, se indagó sobre la inclusión de conceptos astronómicos en estos países en el currículo del nivel escolar Primario y Secundario con el propósito de visualizar a mayor profundidad el estado de la educación de esta ciencia en naciones hispanohablantes.

#### **A. España y la enseñanza de Astronomía inmersa en diversas asignaturas**

En la actualidad, España incluye contenidos de Astronomía en el currículo de los estudiantes desde Primero Primaria hasta el último año de Bachillerato, con la excepción de dos años en donde se haya implícita en materias de Secundaria como Física y Química. En el nivel Primario se tratan temas astronómicos como parte de la asignatura *Conocimiento del medio natural, social y cultural* (Solbes & Palomar, 2013), iniciando por temas relacionados con fenómenos observacionales del movimiento del Sol, la Luna, la Tierra y las estrellas, por ejemplo: el día y la noche, las fases de la luna, los puntos cardinales y las

estaciones del año. Seguido de ello, se trabajan conceptos relacionados al Universo y el Sistema Solar. En el nivel Secundario, se trabajan conceptos más profundos como las estrellas y galaxias, técnicas de observación diurnas y nocturnas e historia de la ciencia relacionada con el cambio de perspectivas sobre el Universo que nos rodea como el paso del geocentrismo al heliocentrismo. Luego, en los niveles más altos como el cuarto año de Secundaria, equivalente a edades de 15 años, y segundo grado de Bachillerato, equivalente a 17 años, se incluyen temas relacionados con la gravitación newtoniana y modelos del movimiento planetario de Kepler; sin embargo, son presentados como parte de asignaturas como la Física y Química.

Solbes y Palomar (2013) mencionan cómo España incluyó una asignatura para despertar el interés en la ciencia de los estudiantes llamada *Ciencias para el mundo contemporáneo*, de carácter obligatorio durante el primer año de Bachillerato, equivalente a los 16 años. Inmersa en ella se encuentran temas que tratan sobre el origen del Universo, la creación de elementos, el polvo estelar y la exploración del Sistema Solar. Sin embargo, aún con la implementación de esta materia, los resultados relacionados con el estudio de astrofísica no son los esperados, por lo que Solbes y Palomar buscan identificar las dificultades por las que pasa el alumnado y las deficiencias en la enseñanza de Astronomía en España.

Entre los resultados hallados por Solbes y Palomar en su artículo *Dificultades en el aprendizaje de la astronomía en secundaria* (2013), se identifica que la mayoría de los estudiantes de Secundaria desconocen aspectos básicos de la Astronomía como la orientación diurna y nocturna, el origen de las estaciones debido a la inclinación del eje terrestre y las fases de la Luna. Al igual que Ortiz (2015), relacionan la causa de la problemática con el método de enseñanza de la asignatura de una forma predominantemente teórica y verbalista, sin incluir observaciones que permitan al alumnado comprobar sus conocimientos mediante

la experimentación. Además, existe una falta grande de la relación de las contribuciones astronómicas para la supervivencia de la raza humana.

Palomar y Solbes, continúan su investigación en un artículo publicado en el 2015 titulado *Evaluación de una propuesta para la enseñanza y el aprendizaje de la astronomía en secundaria* con el propósito de resolver las dificultades halladas anteriormente en la enseñanza de Astronomía en España. En ella, implementan y evalúan un enfoque socioconstructivista, contextualizando la ciencia mediante la relación con los acontecimientos históricos del avance de la Astronomía. Además, refuerzan conceptos relacionados con el dinamismo estelar mediante actividades de aprendizaje, buscando eliminar la consideración de las estrellas como objetos inmutables. Fomentan, también, en gran medida la participación estudiantil en la construcción y uso de instrumentos observacionales diurnos y nocturnos, incluyendo la práctica mediante aplicaciones para teléfonos celulares que incluyan la localización estelar, la búsqueda de satélites y la estación espacial internacional.

Mediante la implementación de lo establecido anteriormente en el primer grado de bachillerato, Palomar y Solbes comprueban el éxito de su propuesta como solución a las problemáticas halladas en el 2013. De esta forma, encuentran que la participación estudiantil en actividades que permitan el uso de tecnología e instrumentos de observación es fundamental para romper el desinterés hacia la ciencia. La unidad didáctica que crearon facilita el acercamiento de los alumnos hacia la ciencia por medio de la familiarización con su naturaleza y el cuestionamiento de concepciones del universo (Palomar y Solbes, 2015).

Como se puede notar en lo descrito anteriormente, las experiencias en enseñanza de Astronomía en España son altas ya que incluyen la Astronomía en el pensum educativo desde el nivel primario. Además, es un sistema en proceso de mejora ya que existen profesionales españoles que se han dedicado a estudiar el estado del aprendizaje estudiantil en esta área con el propósito de superar las

dificultades halladas. A continuación, se profundiza más sobre la educación de esta ciencia desde la perspectiva docente.

En su estudio titulado *Concepciones alternativas sobre Astronomía de profesorado español en formación*, Varela, Pérez, Álvarez y Arias (2015) buscan indagar sobre las ideas relacionadas con aspectos astronómicos que poseen los docentes en España. Esto se realiza debido a que han notado que la Astronomía es una disciplina difícil de enseñar ya que implica *luchar contra las propias percepciones sensoriales, cuyas interpretaciones inmediatas muchas veces no están en consonancia con las explicaciones propias de la ciencia* (Varela, Pérez, Álvarez y Arias, 2015), por ejemplo: la aceptación de que la Tierra no es el centro del universo o que las estaciones no están ocasionadas por el movimiento traslacionario en sí, sino por la inclinación del eje terrestre. Por lo tanto, buscan hallar en las concepciones de los profesores, la causa de creencias erróneas persistentes en los estudiantes.

Entre los resultados encontrados por el estudio de Varela, Pérez, Álvarez y Arias (2015), se halla una mayor cantidad de concepciones alternativas en el profesorado en formación correspondiente a Educación Primaria con respecto a los correspondientes a Educación Infantil. Recomiendan, entonces, el análisis de las ideas propias de los docentes y el impacto que producen en su práctica. Consecuentemente, aconsejan el uso de un marco socioconstructivista, similar a Solbes y Palomar (2015), en el cual se propicie situaciones que hagan que el alumnado cuestione sus modelos y se genere un proceso de construcción de conocimiento con base en la exploración. Sin embargo, consideran necesario la investigación más a profundidad del origen de las concepciones alternativas para hallar posibles intervenciones educativas para solventarlas.

Al indagar más a profundidad, se encuentra que en España se incluye la enseñanza de Astronomía como parte de la asignatura de Biología y Geología en Primer curso de Educación Secundaria Obligatoria (ESO). En esta unidad se

trabajan contenidos relacionados con el Universo y el Sistema Solar. El Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD) establece, mediante el Real Decreto 1105/2014, los siguientes criterios de evaluación relacionados a temas astronómicos:

- «1. Reconocer las ideas principales sobre el origen del Universo y la formación y evolución de las galaxias.
2. Exponer la organización del Sistema Solar, así como algunas de las concepciones que sobre dicho sistema planetario se han tenido a lo largo de la historia.
3. Relacionar comparativamente la posición de un planeta en el Sistema Solar con sus características.
4. Localizar la posición de la Tierra en el Sistema Solar.
5. Establecer los movimientos de la Tierra, la Luna y Sol, y relacionarlos con la existencia del día y la noche, las estaciones, las mareas y los eclipses.»

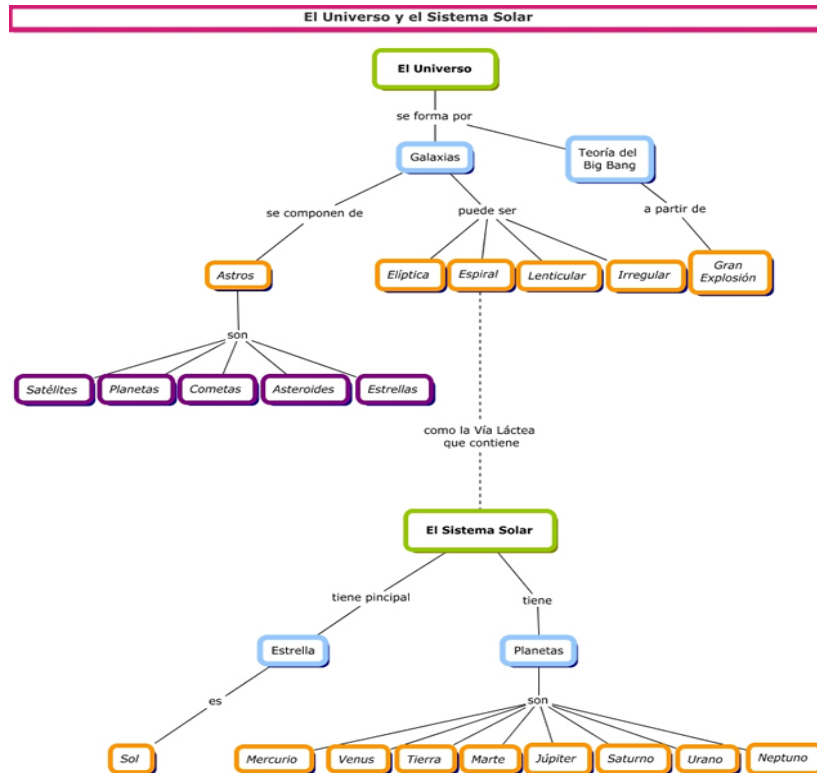
(Real Decreto 1105/2014, 2015: p 206)

En el mismo decreto, se hallan también contenidos de Astronomía en el Bloque 6 del segundo año de Bachillerato en la asignatura de Física, titulado Física del Siglo XX. Como criterio de evaluación, se incluye *describir la composición del universo a lo largo de su historia en términos de partículas que lo constituyen y establecer una cronología del mismo a partir del Big Bang* (Real Decreto 1105/2014, 2015, pp 277).

Por último, se encuentra un recurso creado por MECD en colaboración con el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y Formación del Profesorado, el Ministerio de Industria, Energía y Turismo y la entidad pública empresarial Red.es. en el 2012, para facilitar la enseñanza de la unidad de contenidos El Universo y el Sistema Solar. Publicado en el 2016 en la Red de Recursos Educativos Abierto “procomún”, se encuentra en él un organigrama sobre los contenidos a trabajar durante el módulo:

Figura #1

Mapa conceptual sobre contenidos de la unidad: El Universo y el Sistema Solar



Fuente: MECD *et. al*, 2012.

Los contenidos curriculares que se muestran en la Figura #1 se pueden resumir en el estudio del Universo, su origen y componentes, conocimiento de la evolución de la Astronomía como ciencia, movimientos de la Tierra y la Luna y las consecuencias de ello. Además, se especifican detalles de su entorno inmediato más allá del grupo Tierra-Sol-Luna dentro del sistema planetario. Por lo tanto, estos contenidos en España, a pesar de ser parte de únicamente dos asignaturas a lo largo de todo el ciclo escolar ESO, abarcan conceptos sumamente importantes dentro del aprendizaje astronómico y para el entendimiento del estudiante sobre su ubicación e historia como parte del Universo que lo rodea. Sin duda, muestran un punto de partida para la enseñanza de Astronomía en Secundaria.

## **B. Más de un siglo de experiencia educativa de la Astronomía en Uruguay**

Uruguay es definitivamente un país que lidera en la enseñanza de Astronomía, incluyendo temas en el currículo educativo en la Sección de Enseñanza Secundaria y Preparatoria desde 1889 en el curso de Cosmografía (Pintos & Fernández, 2008). En la asignatura se enfatizaba especialmente en la astronomía de posición y la medida del tiempo. Más adelante, en 1957 se halla el primer registro de una propuesta para el cambio de nombre de la materia por Astronomía, en donde también se remarca su importancia como parte de la Educación Media. Este desarrollo temprano surge debido a la presencia de esta ciencia en Uruguay desde antes de su independencia cuando en 1789, en una expedición al servicio de España, el comandante D. José Bustamante y Guerra instala el primer observatorio astronómico en Montevideo para estudiar el tránsito de Mercurio por delante del Sol (Pintos & Fernández, 2008). A partir de ese momento, la Astronomía estuvo presente en los planes de los gobernantes de la nación y se ha impulsado grandemente la formación de profesionales en ello, así como la construcción de múltiples observatorios que permitieran el estudio de los cielos para el beneficio de la sociedad.

El currículo educativo del nivel correspondiente a educación Secundaria es diseñado, validado y publicado por el Consejo de Educación Secundaria en Uruguay (CES). La última reformulación del pensum educativo nacional hasta el presente año (2020) fue realizada hace trece ciclos escolares, en el 2006. En ella se encuentran planteado los objetivos declarativos, procedimentales y actitudinales del plan del curso de Astronomía de Primer año de Bachillerato realizada en el 2006. Es importante mencionar que, a pesar de que existan contenidos de esta ciencia implícitos en distintas asignaturas del nivel Secundario, es únicamente en este grado en el que se establece la Astronomía como materia. Los contenidos oficiales a incluir en este curso se muestran en la Tabla 2.

**Tabla #2**

Contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales en Uruguay

CONCEPTOS	PROCEDIMIENTOS	VALORES Y ACTITUDES
Estructura espacial y temporal de universo y de los objetos que lo pueblan. Ubicación espacio-temporal de la Tierra y del ser humano.	Reconocimiento visual directo de los rasgos principales de la bóveda celeste de sus movimientos.	Percepción de la importancia de los ciclos cósmicos en la vida cotidiana.
Dimensiones, estructura y jerarquía del Sistema Solar. Planetología comparada.	Orientación diurna y nocturna sin ayuda instrumental. Percepción de hora y época del año sin utilizar reloj o calendario.	Concientización de la ubicación marginal de La Tierra en el universo y, en ella, del ser humano.
El Sol, La Tierra y la Luna como objetos celestes. Importancia de los ciclos cósmicos que rigen la vida. Estaciones, mareas, eclipses, fases lunares.	Reconocimiento e identificación visual de los diferentes astros visibles a simple vista.	Contaminación lumínica y ahorro energético.
	Visualización y seguimiento de astros utilizando instrumental óptico.	Valoración y distinción entre ciencia y pseudociencia.
Naturaleza del Sol y de las demás estrellas. Origen de la energía solar. Evolución de las estrellas.	Realización de curva de luz de distintos astros.	Análisis científico de la verdadera conexión entre el ser humano y el cosmos.
El papel de la Astronomía en la evolución de la ciencia.	Seguimiento de asteroides, cometas u otros.	
Origen del universo, evolución. Origen de nuestro Sistema Solar la posibilidad de otros, y evolución: cosmología y cosmogonía.	Trabajo con software adecuado para reducción y procesamiento de imágenes provenientes de observatorios de investigación.	Fascinación por la ciencia, su construcción, desarrollo y aplicación.
Tecnológica espacial y aplicaciones.	Simulación de movimientos orbitales de distintos astros en el tiempo mediante ordenador.	Promoción de la actitud científica, el método y el cambio en la ciencia.
Atmósferas planetarias y cambio global.	Análisis y procesamiento de imágenes satelitales de planetas.	

Fuente: Elaboración propia según CES (2006: p 3)

Como se muestra en la Tabla 2, se puede notar que los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales que contiene el pensum educativo del sistema uruguayo propician el conocimiento y desarrollo de habilidades astronómicas a un nivel bastante profundo a comparación de lo que se puede encontrar en otros países, especialmente en Guatemala como se mostrará más adelante. Además, entre los valores y actitudes que se buscan lograr en los estudiantes se incluye no solo la fascinación de la ciencia, sino la concientización del lugar que ocupa la humanidad en el universo y la importancia de proteger el planeta. Todos estos aspectos contribuyen a la construcción de una percepción

positiva en el alumnado hacia la ciencia y la investigación para la solución de problemas emergentes que puedan responderse con el estudio de la Astronomía.

De forma relacionada con lo planteado por el CES, en esta nación latinoamericana existe una asociación de docentes de Astronomía que diseñan el currículo de forma activa, estableciendo los contenidos y estrategias a utilizar durante sesiones de aprendizaje en Bachillerato equivalentes a dos horas semanales durante un año escolar. La Asociación de Profesores de Astronomía elaboran una propuesta para la enseñanza de esta ciencia de forma interdisciplinaria con otras asignaturas como Matemáticas, Biología, Química y Física. El programa tentativo que menciona Otero (2000), está dividido en cuatro módulos:

### **1. Los orígenes de la Ciencia**

Este módulo incluye un recorrido a través de la historia desde el periodo neolítico hasta la invención del telescopio. Los estudiantes realizan análisis de las distintas sociedades y los avances y retrocesos sociales, culturales, tecnológicos y científicos. Esto es sumamente importante ya que la discusión de estos temas proporciona la oportunidad de reconocer el rol de la Astronomía en el desarrollo de grandes civilizaciones y de la influencia que esta ciencia continúa teniendo en la vida cotidiana, desde la manera en la que se mide el paso del tiempo, hasta la tecnología detrás de las cámaras de los celulares.

### **2. Los sistemas del mundo y el actual Sistema Solar**

Se inicia con la perspectiva cosmológica del Universo que se tenía en la Edad Media, explicando los conceptos de gravitación universal y avances tecnológicos relacionados con los viajes espaciales y satélites que han servido para la observación y explicación de fenómenos celestes naturales dentro y fuera de la Tierra.

### **3. Física y Química del Universo**

Esta sección incluye la comprensión de los procesos físicos y químicos que ocurren en el Universo, incluyendo el estudio del nacimiento, desarrollo y muerte de las estrellas. También contiene el entendimiento del origen del Universo y las teorías cosmológicas principales.

### **4. Astronomía calendaria**

Trata acerca de los movimientos del sistema Tierra-Sol-Luna y su relación con la medición del tiempo. Además, se explica la adaptación de estos conceptos a la vida moderna de la sociedad en la que se vive.

En la estructura de estos módulos se puede encontrar un orden claro en el que se comienza con la enseñanza implícita de la importancia y el rol que ha tenido la Astronomía en la evolución de la humanidad al proporcionar un recorrido por la historia. Luego se realiza una descripción y análisis del contexto inmediato de los estudiantes que incluye los avances astronómicos con respecto a viajes espaciales. Se concluye con describir fenómenos en el funcionamiento del Universo y la forma en la que se mide el tiempo utilizando el estudio de Astronomía. De esta forma, el programa muestra ser adecuado para captar y retener la atención del alumnado ya que se explica el valor que ha tenido el desarrollo de esta ciencia en la evolución del ser humano, se muestran y analizan los resultados que se han obtenido en viajes fuera de la Tierra, lo cual siempre resulta despertando la curiosidad innata en cada persona, y por último se profundiza en la descripción de procesos físicos y químicos que tienen consecuencias a escalas colosales.

Por último, es necesario mencionar que en el año 2008 inicia la puesta en marcha de la reforma uruguaya referente a la Formación Docente, donde se incluye por primera vez la carrera de profesorado en Astronomía (Pintos & Fernández, 2009). En la actualidad (2019), el Consejo de Formación en Educación (CFE) sigue contando con el plan de estudios acordado en 2008 de Astronomía,

el cual consiste en cuatro años de especialización con un total de veinte asignaturas, siendo siete de ellas en común con la especialización en Física. Entre el pénsum académico se hallan cursos como: Ciencias de la Tierra y el Espacio, Astronomía Fundamental y Mecánica Celeste, Planetología y Física Solar, Astrofísica y Evolución de las Ideas en las Ciencias del Espacio (CFE, 2008). De esta forma, esta nación es ejemplar en la profesionalización de profesores para la enseñanza específica de esta ciencia, siendo el único país de los investigados en el presente estado del arte con este privilegio.

### **C. Chile: formando astrónomos desde la Educación Básica y Media**

En Chile, de forma similar a Uruguay, se ha desarrollado grandemente la Astronomía debido a la vasta cantidad de observatorios disponibles en la nación. En este país se encuentra uno de los observatorios más reconocidos a nivel internacional ya que ha revelado fotografías espectaculares como las tormentas de Júpiter y formó parte de la red de radiotelescopios utilizados para capturar la primera imagen de un agujero negro. ALMA (*Atacama Large Millimeter/submillimeter Array*) es actualmente (2019) el radiotelescopio más grande que existe en el mundo, encontrándose en el Desierto de Atacama, Chile. Fue creado en colaboración de astrónomos europeos, norteamericanos y de Asia del Este (ALMA, ESO/NAOJ/NRAO, 2019). De esta forma, Chile posee un instrumento de estudios del Universo más importantes en su territorio y, consecuentemente, se ha dedicado a la educación astronómica de su población con el objetivo de seguir contribuyendo a los grandes descubrimientos en la ciencia.

La enseñanza de Astronomía se encuentra implícita en su currículo nacional como parte de la materia Ciencias Naturales en varios grados desde el primer nivel de educación básica (equivalente a Primero Primaria en Guatemala), hasta el cuarto nivel de educación media (equivalente a un año más después de Quinto Bachillerato en Guatemala). La siguiente tabla resume los conceptos

astronómicos explícitos en los programas de grado, de la asignatura Ciencias Naturales, indicados por la Unidad de Currículum y Evaluación chilena (UCE).

**Tabla #3**

**Contenidos de Astronomía en el Currículum Nacional de Chile**

<b>NIVEL ESCOLAR</b>		<b>CONTENIDOS DEL PROGRAMA</b>
<i>Educación básica</i>	Primer año	<p><b>Unidad 4: El Sol y sus estaciones del año</b> Esta unidad tiene como objetivo el que los estudiantes reconozcan, por medio de la observación y exploración, las consecuencias de la presencia del Sol en la vida en la Tierra. Además, distinguirán las características de las estaciones del año y sus efectos en la vida terrestre.</p>
	Tercer año	<p><b>Unidad 2: El Sistema Solar</b> El objetivo de esta unidad es que los estudiantes sean capaces de describir los componentes del Sistema Solar y explicar los movimientos de la Tierra. También que conozcan las fases de la Luna y su sucesión, que describan los eclipses solares y lunares utilizando material concreto.</p>
<i>Educación media</i>	Primer año	<p><b>Unidad 4 – Física: Estructuras Cósmicas</b> En esta unidad, se aborda el universo desde estructuras cósmicas pequeñas (micrometeoroides) hasta las más grandes (cúmulos y supercúmulos de galaxias). Los estudiantes analizarán el movimiento del sistema Tierra-Luna, las fases lunares y los eclipses solares y lunares. Además, se realizarán comparaciones del movimiento y características de los planetas en el Sistema Solar con la Tierra, incluyendo los satélites naturales más importantes del sistema planetario, los asteroides y los cometas.</p> <p>Los estudiantes realizarán, también, comparaciones de distintos tipos de estrellas con el Sol, incluyendo los planetas que pueden orbitar alrededor de ellas, las distancias a las que se encuentran y su ciclo evolutivo. Se describirán, nebulosas y galaxias, comparándolos con la Vía Láctea, y la forma en la que se agrupan en cúmulos. Finalmente, se presentarán las técnicas de estudio incluyendo instrumentos y los grandes observatorios, especialmente los ubicados en Chile. Se realiza, también un recorrido de los estudios de grandes astrónomos y contribuciones de civilizaciones antiguas chilenas en la Astronomía.</p>
	Segundo año	<p><b>Unidad 4 – Física: El Universo</b> Los estudiantes conocerán los aspectos más importantes del Universo incluyendo su origen, forma y cómo se ha estudiado gracias a misiones espaciales. Esta unidad pretende que aprendan que las observaciones que se realizan dependen del marco de referencia y la tecnología disponible para ello. Se recorrerán los distintos modelos de descripción del universo a lo largo de la historia incluyendo el geocentrismo, heliocentrismo, el trabajo de Galileo, Kepler y Brahe hasta el Big Bang.</p> <p>Por otro lado, esta unidad tiene como objetivo entender las consecuencias del efecto gravitacional de los cuerpos que rodean el planeta, como la Luna y el Sol. Se tocarán conceptos como las leyes de Kepler y la gravitación universal de Newton y cómo se utilizan en las misiones espaciales.</p>

<b>NIVEL ESCOLAR</b>		<b>CONTENIDOS DEL PROGRAMA</b>
<i>Educación media</i>	Tercer año	<p><b>Unidad 2 – Física: Conservación de momento angular</b> En esta unidad se incluye una actividad astronómica que ayude a que los estudiantes expliquen los diversos efectos que se producen en rotaciones basándose en la conservación de momento angular. Consiste en la formulación de hipótesis sobre las implicaciones de la conservación del momento angular en fenómenos espaciales como la rotación del Sol, los movimientos de los planetas, satélites y asteroides.</p> <p><b>Unidad 4 – Física: Fenómenos ambientales</b> Los estudiantes conocerán sobre los fenómenos naturales que ocurren en la atmósfera, litósfera e hidrósfera, analizando sus características principales y dinámica para discutir el cambio climático.</p>
	Cuarto año	<p><b>Unidad 4 - Física: Origen y evolución del Universo</b> El objetivo de esta unidad es que los estudiantes profundicen sus aprendizajes sobre el universo en su conjunto y las estrellas. Se espera que conozcan el origen y evolución del universo, incluyendo cómo el ser humano ha entendido el universo en los últimos cuatro siglos, terminando por conocer las observaciones que fundamentan la teoría del Big Bang. Se busca que conozcan, también las controversias científicas contemporáneas.</p> <p>Se abordará, también, el estudio de las estructuras del universo específicamente otras estrellas y el aspecto visual nocturno que presentan. Por lo tanto, será importante que los estudiantes comprendan por qué emiten luz, la clasificación espectral, su ciclo de evolutivo y los elementos químicos que conforman el entorno terrestre.</p> <p>Por último, se enfatiza la historia la de cosmología física y los grandes astrónomos y sus descubrimientos como Aristóteles, Ptolomeo, Copérnico, Kepler, Galileo, Newton, Kant, Laplace, Einstein, De Sitter, Friedmann, Lemaître y Hubble.</p>

Fuente: Elaboración propia con según UCE (2013; 2015; 2016)

Como se puede observar, se incluye una introducción a temas astronómicos al inicio del ciclo básico correspondiente a Primero y Tercero Básico (Primero y Tercero Primaria en Guatemala. Los contenidos de Astronomía no se vuelven a mencionar explícitamente hasta llegar a la educación del nivel Medio (Primero Básico en Guatemala). Sin embargo, al volver a emerger en el currículo, se realiza un repaso a mayor profundidad de los conceptos tratados en el nivel básico y se abarca, por primera vez, aspectos a grandes escalas del Universo. Es importante remarcar como los estudiantes son introducidos a los logros de astrónomos y los observatorios disponibles para el estudio del cosmos en Chile. Esto puede ser un tipo de anzuelo para motivar a los educandos, mostrándoles los descubrimientos y problemáticas contemporáneas en esta ciencia y

explicitando los recursos que poseen como ventaja en comparación de otros países.

La Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) organizó en el 2017 la tercera Cumbre de la Red Chilena de Educación y Difusión de la Astronomía, con el objetivo de difundir la importancia de la formación de astrónomos en un país en que se predice que para el año 2020 tendrá más del 70% de la infraestructura astronómica mundial, especialmente los grandes telescopios en el desierto de Atacama (CONICYT, 2017). Es remarcable reconocer que esta potencia internacional cuenta con profesionales en puestos gubernamentales dedicados a impulsar el desarrollo de la Astronomía como parte del crecimiento del nivel científico del país. Sin duda alguna, es un modelo por seguir en el camino hacia un sistema educativo que propicie el crecimiento académico de futuros científicos y astrónomos.

#### **D. Los esfuerzos innovadores en Colombia por incluir la Astronomía como asignatura integradora**

El sistema educativo en Colombia está dividido en tres niveles, Preescolar, Básica y Media. El primero es correspondiente al nivel preprimario en Guatemala, el nivel Básico se desarrolla en dos ciclos: cinco grados en el nivel básico primario y cuatro grados en el nivel básico secundario, por último, se establecen dos años de formación en la educación Media (MEN, 2019). Los Estándares Básicos de competencia están agrupados cada dos grados en este país, indicándose claramente en una guía disponible en el sitio web del Ministerio de Educación Nacional (MEN).

En Colombia, la Astronomía no se incluye explícitamente como asignatura dentro del currículo educativo del nivel Básico o Medio. Sin embargo, sí se encuentran temas de esta área inmersos en el curso de Ciencias Naturales. A continuación, se encuentran clasificados los contenidos astronómicos hallados en

la última actualización de los Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas (2006).

**Tabla #4**  
Estándares Básicos relacionados con Astronomía en Colombia

Grado	Estándar Básico de Competencia. (El estudiante será capaz de...)
1° – 3°	Registrar el movimiento del Sol, la Luna y las estrellas en el cielo, en un periodo de tiempo.
4° – 5°	Describir los elementos principales del Sistema Solar y establece relaciones de tamaño, movimiento y posición, Comparar el peso y la masa de un objeto en diferentes puntos del Sistema Solar. Describir las características físicas de la Tierra y su atmósfera. Relacionar el movimiento de traslación con los cambios climáticos.
6° – 7°	Explicar el modelo planetario desde las fuerzas gravitacionales. Describir el proceso de formación y extinción de estrellas. Relacionar masa, peso y densidad con la aceleración de la gravedad en distintos puntos del Sistema Solar.
8° – 9°	Explicar el principio de conservación de energía en ondas que cambian de medio de propagación. Reconocer y diferencia modelos para explicar la naturaleza y el comportamiento de la luz.
10° – 11°	Establecer relaciones entre el modelo del campo gravitacional y la ley de gravitación universal.

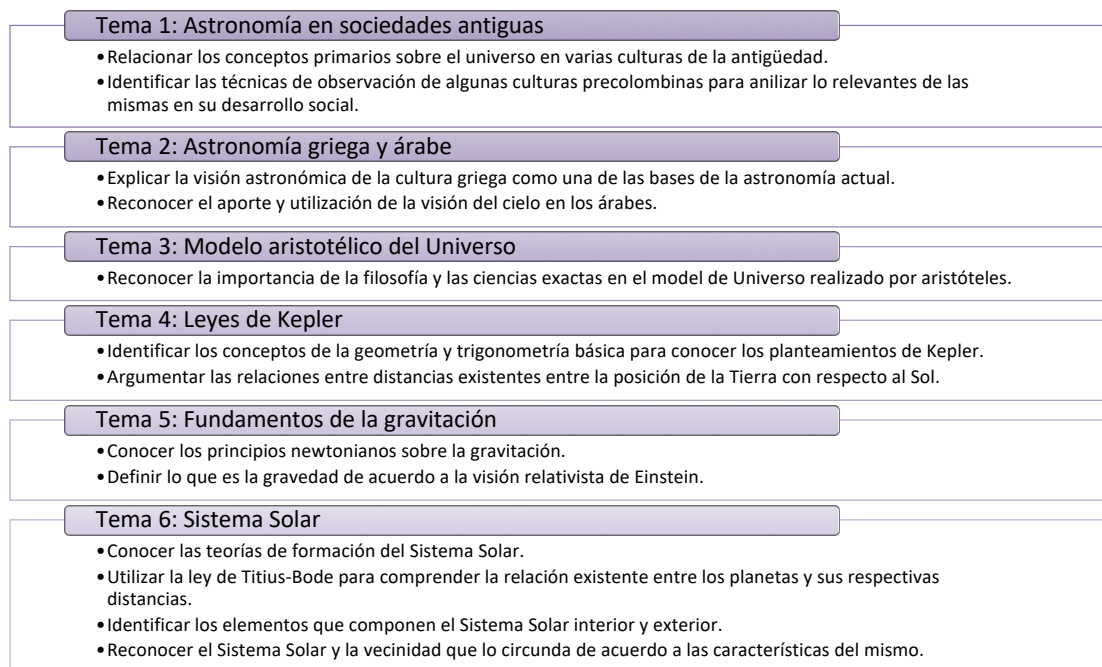
Fuente: Elaboración propia según el Ministerio de Educación Nacional (2006: p 133 – 141)

En la Tabla 4 se puede notar que a pesar de que la Astronomía no esté incluida como asignatura en el currículo colombiano, los temas que forman parte de la clase de Ciencias Naturales poseen un nivel bastante elevado como lo es el ciclo de vida de las estrellas, la aceleración de la gravedad en distintos puntos del Sistema Solar y conceptos de gravitación universal. Sin llegar al nivel de profundidad astronómica como en países como Chile o Uruguay en el que se incluyen conceptos y análisis de estructuras galácticas e intergalácticas, el contenido que posee la educación en Colombia es esencial en la Astronomía básica. Es interesante remarcar que los temas se desarrollan a lo largo de todo el programa educativo básico y medio, sin dejar ningún año escolar en el que no se enseñe Astronomía; contrario a lo observado en los currículos de otros países en donde el aprendizaje de Astronomía se limita únicamente a grados en específico.

En Colombia existen múltiples profesionales que han guiado sus tesis de Maestría en Educación o Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales hacia la enseñanza de Astronomía en niveles de educación Básica o Media. Un excelente ejemplo de ello es el trabajo de Ortiz (2015), titulado El Cielo en las Ciencias: Enseñanza de la Astronomía en la Escuela, Grado Décimo. Este trabajo posee una excelente propuesta curricular para incluir Astronomía en el grado Décimo (equivalente a Cuarto Bachillerato en Guatemala), de manera que facilite la comprensión de otros temas implícitos en el currículo relacionados con los estándares de competencia para las áreas de Matemáticas y Física. De esta forma, los contenidos se organizan en seis temas globales, cuyos objetivos se detallan en el siguiente gráfico.

**Figura #2**

**Objetivos propuestos para Décimo Grado en Colombia por Ortiz**



Fuente: Elaboración propia según Ortiz (2015: p 18 – 21)

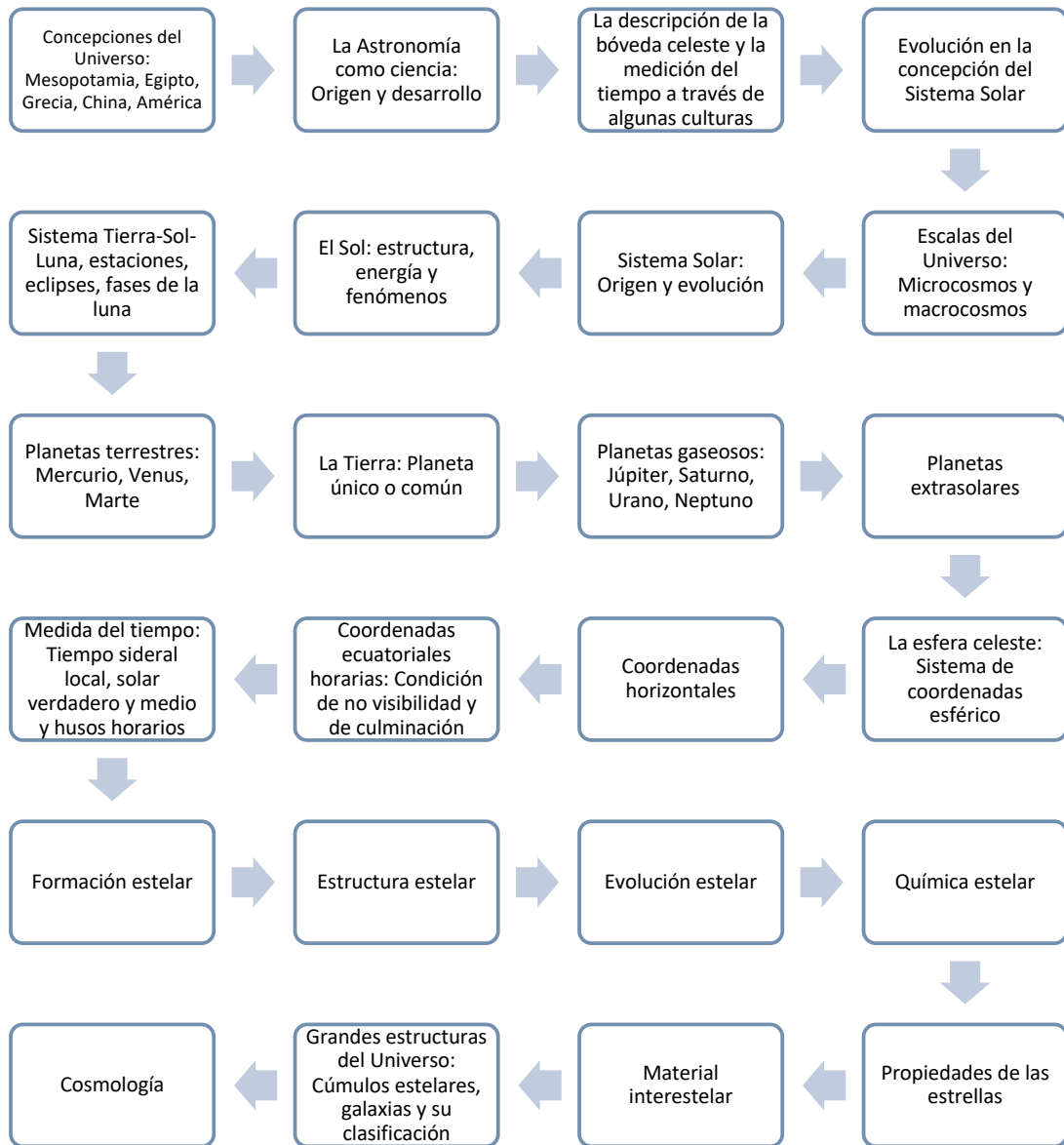
Como se puede observar en la Figura 2, el orden en el que se distribuyen los objetivos sigue una secuencia a partir de la generación de conocimiento

astronómico, comenzando por la Astronomía de las civilizaciones antiguas y terminando con un acercamiento al contexto inmediato de los estudiantes en el Universo: el Sistema Solar. Este modelo para impartir los conceptos es innovador con respecto a lo observado en los programas de otros países como España, Uruguay y Chile, en donde se empieza por los movimientos del sistema Tierra-Sol-Luna y se expande hacia demás fenómenos del espacio. Es importante remarcar que la propuesta de Ortiz (2015) no solo incluye los objetivos y contenidos de cada tema, sino actividades y metodologías de enseñanza para cada uno de ellos, las cuales fueron implementadas y evaluadas en una institución educativa en Colombia. Definitivamente, presenta un punto de partida para la enseñanza de Astronomía en un nivel educativo con estudiantes adolescentes.

Otro aporte importante en la enseñanza de Astronomía proviene de Marín (2012), quien en orienta su tesis de Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales hacia la elaboración de una aproximación a los lineamientos de la Astronomía como asignatura de la Educación Media en Colombia. Similar a la propuesta de Ortiz (2015), Marín comienza organizando los contenidos a partir de las concepciones del Universo de las civilizaciones antiguas. Sin embargo, el programa concluye con la enseñanza de temas de cosmología, adentrándose aún más en la ciencia astronómica. Esto lo realiza con el objetivo de que el orden sea tal que se comprenda el origen y evolución del concepto de Universo, por lo que la tesis se titula de tal forma. De forma similar, Rodríguez (2012) y Perilla (2012) plantean sus propuestas guiadas a los cuerpos celestes y la astronomía de posición y tiempo, respectivamente. La secuencia de contenidos se explica a mayor detalle en la siguiente figura y enlaza los trabajos de Marín, Rodríguez y Perillan.

**Figura #3**

Secuencia de temas de Astronomía en el Nivel Medio propuestos por Marín, Rodríguez y Perilla



Fuente: Elaboración propia según Marín (2012: p 59 – 74)

La secuencia de conceptos de enseñanza-aprendizaje propuestos en conjunto los por el trabajo individual de Marín, Rodríguez y Perilla es clara, concreta y lógica, sin dejar al lado la profundización de todos los temas de Astronomía necesarios para un futuro astrónomo profesional. Es de remarcar que no se ha hallado ninguna otra colaboración como la presentada en la cual el trabajo de tres profesionales encaja de tal forma que completen un programa de enseñanza completo para la asignatura de Astronomía a lo largo de todo un nivel académico: el Nivel Medio. Sin duda, sus contribuciones, al ser aplicadas en el sistema educativo colombiano, serán un referente pedagógico en la experiencia en enseñanza de Astronomía.

Por último, se debe mencionar que, en este país en el que se tienen múltiples estudios e insumos como para incluir la Astronomía como asignatura, existe una Escuela de Astronomía en Cali, Colombia. Su objetivo es «*la formación de la cultura científica... especialmente en astronomía y ciencias afines*» (Escuela de Astronomía de Cali, 2019). En esta escuela se desarrollan distintos talleres y cursos relacionados con temas como fotografía astronómica, observación celeste, evolución estelar, geología, entre otros.

Colombia, definitivamente, es una nación en la cual la enseñanza de Astronomía está brotando por medio de investigaciones y propuestas de profesionales. Los programas diseñados para ser implementados han sido elaborados acorde a los Estándares Básicos de Competencia y se prestan para integrar contenidos de materias de carácter científico como Matemáticas, Física, Química y Biología. Colombia está en rumbo hacia la formación de astrónomos y marca una ruta por seguir en países como Guatemala, en donde se está en los inicios de la inclusión de esta ciencia como asignatura.

## **E. Argentina: trabajando con profesores y estudiantes para la enseñanza de Astronomía**

En Argentina, al igual que la mayoría de los países mencionados anteriormente, la Astronomía es incluida en el currículo desde Educación Primaria hasta Educación Secundaria al estar inmersa en la asignatura de Ciencias Naturales, como parte de la unidad conocida como La Tierra y el Universo. La formación educativa obligatoria en este país abarca en total trece años: el último año de Educación Inicial (Preprimaria, en Guatemala) seis años correspondientes al ciclo Primario y seis años de Educación Secundaria, contando con los últimos dos años especializados en estudios relacionados con artes o ciencias (LEN, 2006). Es importante mencionar que se instruyen temas astronómicos únicamente durante los primeros siete años de escolaridad. Los temas se describen a continuación, según se establece en el Diseño Curricular para la Enseñanza Primaria (Dirección General de Cultura y Educación, 2018) y en el Diseño Curricular para Primer año de Secundaria (Dirección General de Cultura y Educación, 2006):

### **1. Primer a Tercer año de Primaria:**

Durante el Primer año se trabajan conceptos relacionados con los principales astros del cielo diurno y nocturno, como el Sol, la Luna y las estrellas. Más adelante, en el Segundo año de Primaria, se incluyen conceptos sobre el movimiento del Sol, la Luna y las estrellas en relación con el paso del tiempo. Finalmente, en el Tercer año, se estudian temas sobre los puntos cardinales y su relación con la orientación en el espacio, los movimientos aparentes del Sol y la Luna y los cambios producidos en las fases lunares. A lo largo del proceso de aprendizaje de todos estos contenidos, se realizan observaciones nocturnas y diurnas guiadas por el docente en las cuales los estudiantes elaboran registros de los movimientos celestes.

## **2. Cuarto a Sexto año de Primaria:**

Como parte de los conceptos astronómicos incluidos en la educación de los grados de Cuarto, Quinto y Sexto Primaria, se trabajan temas sobre la esfericidad de la Tierra y su tamaño en relación con el Sol y la Luna. Además, se estudian los movimientos aparentes de los astros y sus movimientos reales como la rotación y traslación, los eclipses, las fases lunares y las estaciones. Por último, se enseñan aproximaciones al Sistema Solar, la posición de la Tierra en el sistema planetario y los instrumentos utilizados en la exploración del Universo. Al igual que en los grados anteriores, la observación sistemática del cielo es fundamental en el proceso educativo de los estudiantes.

## **3. Primer año de Secundaria:**

En esta etapa escolar, los estudiantes aprenden sobre: el Universo, sus componentes y escalas; el Sistema Solar, sus componentes, tamaños y distancias; la descripción del cielo nocturno y métodos observacionales; el movimiento aparente de los astros y planetas; la evolución de las concepciones sobre el lugar del ser humano en el Universo, iniciando desde el geocentrismo. Se trabaja el método científico para que los educandos experimenten con la observación, registro y análisis de datos para conocer los objetos celestes dentro del Sistema Solar y realizar comparaciones de las dimensiones y distancias entre ellos. Además, busca que los jóvenes reconozcan el carácter relativo de los movimientos observados en el cielo y sus consecuencias en las concepciones científicas.

Como se puede observar, los diseños curriculares argentinos incluyen una visión bastante completa sobre la Astronomía comenzando desde el contexto cercano al estudiante, el sistema Tierra-Sol-Luna, y terminando en las escalas y distancias a demás objetos en el Sistema Solar. Durante todo el proceso educativo es explícita la observación y registro de datos astronómicos. Sin embargo, no existe una normativa que profundice sobre contenidos astronómicos interestelares o contemporáneos como lo son los agujeros negros y ondas gravitacionales. A

pesar de mostrar una línea de estudios de la ciencia bastante completa hasta el Primer año de Secundaria, no se tiene la oportunidad de continuar el proceso de enseñanza de ella ya que no está contemplada en las mallas curriculares de los cinco años posteriores de la educación obligatoria.

Los profesionales argentinos han realizado varios esfuerzos por contribuir a la enseñanza de Astronomía más allá de lo establecido en los diseños curriculares mencionados anteriormente. Entre ellos se encuentra la experiencia de un proyecto de extensión desarrollado en el 2014 por la Universidad Nacional de La Plata: “Una vuelta al Sol desde mi escuela” en el cual se realizó una secuencia didáctica completa en dos escuelas públicas de La Plata, Argentina. En esta secuencia, se realizó un taller con los docentes con el propósito de generar discusión del concepto de teoría científica. Además, se trabajó con los profesores interesados el resto del año para guiarlos hacia la construcción de secuencias de aprendizaje que incluyeran el uso de instrumentos y la orientación espacial (Knopoff *et. al*, 2015). En la secuencia de aprendizaje, se llevó a cabo una observación durante el solsticio de invierno en donde los estudiantes hicieron uso de un gnomon<sup>2</sup>. También se organizaron actividades en el planetario en donde se mostraba el comportamiento del Sol.

Las actividades desarrolladas por Knopoff *et. al* (2015), no solo fueron de ayuda para que los estudiantes apreciaran los modos en los que se construye el conocimiento astronómico, sino que guiaron a los docentes sobre cómo poder seguir aplicando secuencias de aprendizaje en la enseñanza de la Astronomía. Es importante resaltar que estos esfuerzos, aunque no sean oficiales del Estado, contribuyen a la divulgación de la inclusión de temas de esta ciencia en el aula. Sin duda, realizar este tipo de intervenciones en instituciones de carácter público son un punto de partida hacia la formación de futuros astrónomos y la

---

<sup>2</sup> El gnomon es uno de los instrumentos astronómicos más antiguos de los que se tiene registro, consistiendo de una varilla que proyecta su sombra en el suelo. Permite la medición de la altura del Sol, la determinación de la línea meridiana norte-sur, el estudio de los movimientos de la Tierra, entre otros.

concientización de la importancia del desarrollo de la Astronomía desde el nivel educativo Primario y Secundario.

#### **F. Brasil, recolectando experiencias latinoamericanas de la educación en Astronomía**

En Brasil, la enseñanza de Astronomía se está comenzando a desarrollar grandemente, a pesar de que aún no este incluida como asignatura formal en la Base Nacional Común Curricular (BNCC – *Base Nacional Comum Curricular*, en portugués). Sin embargo, este país está repleto de investigadores y profesionales dedicados a la promoción de la educación en esta ciencia, comenzando por la creación de la Revista Latinoamericana de Educación en Astronomía (RELEA).

Según se narra en el sitio web de la revista:

*RELEA fue lanzada en el 2004 y hasta el 2007 estuvo hospedada en los servidores del Instituto Superior de Ciências Aplicadas (ISCA), con sede en la ciudad de Limeira (São Paulo, Brasil). Actualmente, el site de la RELEA está hospedado en los servidores de la Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), con sede en la ciudad de São Carlos (São Paulo, Brasil), y la previsión es del lanzamiento de dos ediciones por año.*

(RELEA, 2019)

En la RELEA se pueden hallar artículos que reúnen las experiencias y propuestas de países latinoamericanos en la educación de la Astronomía. De esta forma, no solo se encuentran publicaciones brasileñas, sino de cualquier nación de América Latina. Sin embargo, debido al país en donde se establece la sede principal, la mayoría de la información disponible es en portugués.

Al revisar la BNCC, se encuentran contenidos astronómicos inmersos en unidades dentro de la asignatura de Ciencias de la Naturaleza durante el nivel educativo correspondiente a las edades desde 6 a 14 años, conocida como etapa de escuela Primaria (*etapa do ensino fundamental*). Los conceptos son trabajados en el módulo temático de la Tierra y el Universo, en la cual se busca la comprensión de las características de la Tierra, el Sol, la Luna y demás cuerpos celestes, así como sus dimensiones, composición, ubicación, movimientos y

fuerzas que actúan entre ellos (BNCC, 2018). Más adelante, en la etapa de educación Secundaria, se incluye la enseñanza de Astronomía como parte de la unidad Vida, Tierra y Cosmos, en la cual se analiza la complejidad de los procesos relacionados al origen y evolución de la vida, el planeta Tierra, las estrellas y sus procesos energéticos y el cosmos (BNCC, 2018).

Sobre los conceptos de Astronomía específicos, Ortiz (2015), también realiza una revisión de los programas educativos de secundaria y encuentra que se incluyen únicamente durante el primer y quinto año. De esta forma, los conceptos hallados son:

**Tabla #5**

Contenidos de Astronomía en Secundaria en Brasil

<b>Año de Secundaria</b>	<b>Temas de Astronomía</b>
<b>Primer año</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientación en el cielo astronómico</li> <li>• Coordenadas geográficas</li> <li>• Fisiografía</li> </ul>
<b>Quinto año</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordenadas astronómicas</li> <li>• Estrellas y constelaciones</li> <li>• El Sol y el Sistema Solar</li> <li>• Leyes de Newton, Kepler y Bode</li> <li>• Puntos cardinales</li> <li>• Movimientos planetarios y las estaciones terrestres</li> <li>• Eclipses</li> <li>• Instrumentos y métodos de observación astronómica</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia según Ortiz (2015: p 8 – 9)

Como se puede observar, los contenidos son bastante básicos en la enseñanza de la Astronomía, pero incluyen experiencias fundamentales para todo astrónomo en formación como lo es la observación y la ubicación de objetos en la esfera celeste. Además, existen varios autores como Aguiar y Hosoume (2018) y Díaz y Santa Rita (2008) que han realizado propuestas curriculares para la inclusión de esta ciencia en la educación Secundaria. Aguiar y Housoume, por ejemplo, plantean un proyecto curricular diferenciado de Física en el cual se incluyan temas de Astronomía, Astrofísica y Cosmología como aplicaciones de los

conceptos vistos en clase relacionados con la formación de colores y el espectro de luz, los espectros relacionados con los niveles de energía atómicos, la tabla periódica, el modelo estándar de partículas y la dualidad onda-partícula (Aguilar y Housoume, 2018). Por lo tanto, al igual que en países como Colombia, Brasil está buscando integrar la educación en Astronomía en el pensum educativo de los jóvenes desde los esfuerzos de docentes interesados en el desarrollo de esta ciencia.

### G. La formación de astrónomos profesionales en México

En México existen tres momentos en los cuales se incluye la enseñanza de Astronomía en el nivel educativo básico: durante el Segundo y Tercer Ciclo de educación Primaria y en el Segundo año de Secundaria. De esta forma, los contenidos se encuentran establecidos en la dosificación de la Propuesta Curricular para la Educación Obligatoria del año 2016 por parte de la Secretaría de Educación Pública (SEP). En ella se encuentran los conceptos distribuidos de la siguiente manera:

**Tabla #6**

Distribución de contenidos astronómicos en la educación obligatoria de México

Eje	Tema	Asignatura	Nivel y grado	Conceptos
Materia, energía y cambio	Universo	Ciencias naturales y tecnología	Segundo ciclo de Primaria (Tercero y Cuarto grado)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reconocer las características del Sol, la Tierra y la Luna</li> </ul>
			Tercer ciclo de Primaria (Quinto y Sexto grado)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Describir el sistema Sol-Tierra-Luna</li> </ul>
		Ciencias y tecnología: Física	Segundo grado de Secundaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar el Sistema Solar</li> <li>Explicar la diversidad de cuerpos celestes</li> <li>Analizar la construcción de la ciencia: evolución del Universo</li> <li>Investigar los avances en la explicación del Universo: energía y materia oscura; las ondas gravitacionales.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia según SEP (2016: p 121, 129)

Según lo normado por la SEP (2016), los contenidos astronómicos en la educación obligatoria mexicana son escasos. En el nivel de educación Primaria los conceptos no profundizan más allá del sistema Tierra-Luna-Sol, y no tienen contacto más cercano con esta ciencia hasta llegar al Segundo Grado de Secundaria. En su último encuentro con temas astronómicos a lo largo de la educación básica, los estudiantes no solo aprenden sobre el Sistema Solar y cuerpos celestes fuera del modelo planetario tradicional, sino que analizan la evolución del concepto del Universo que la humanidad ha construido a lo largo del tiempo. Es importante notar que también se incluyen los avances contemporáneos en la Astronomía como lo es la energía oscura y las ondas gravitacionales. El acercar a los educandos a los cuestionamientos actuales de los astrónomos es un factor indispensable si se quiere motivarlos en continuar sus estudios científicos y, en un futuro, profesionalizarse en el área.

A pesar de que la enseñanza de Astronomía en la educación obligatoria de México se queda corta en el sentido de que el contacto de los estudiantes con la ciencia es limitado, existen opciones de formación universitaria en Astronomía y Astrofísica con varios profesionales como resultado de ello. Según el Sistema Nacional de Investigadores en México, existen 277 clasificados como astrofísicos (Torres, 2017). El educando puede estudiar un Posgrado en Astrofísica en la Universidad Autónoma de México (UNAM, 2016) o en el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE, 2019), en Puebla.

México, además de las opciones que posee de posgrados en Astronomía, el Instituto de Astronomía en la UNAM ha participado en la construcción de varios telescopios como FRIDA, MEGARA, y HAWC, en donde este último incluso puede captar imágenes del Universo provenientes de altas energías, como los rayos gamma (Torres, 2017). De esta forma, este país está contribuyendo en gran escala a la formación de astrónomos, así como provee herramientas fundamentales para el trabajo de los investigadores. Al ser nación vecina a Guatemala, se puede aprovechar los instrumentos y carreras universitarias

existentes y realizar alianzas para impulsar la enseñanza de Astronomía guatemalteca.

## H. Enseñanza de Astronomía en El Salvador

La enseñanza de Astronomía en El Salvador está implícita en el currículo escolar durante los primeros nueve años de educación obligatoria, como se muestra en la Tabla 7. Esta nación cuenta con un observatorio nacional, inaugurado en el año 2000 y, además, un planetario en el museo de los niños Tin Marín (Colorado, 2009). La Asociación de Astronomía Salvadoreña (ASTRO) se ha empeñado en la divulgación y desarrollo del estudio astronómico en el país y hasta la fecha continúa publicando información de eventos pertinentes para la población salvadoreña (ASTRO, s.f.).

**Tabla #7**

Contenidos de Astronomía en los Programas Educativos de El Salvador

<b>Nivel y grado</b>	<b>Asignatura y unidad temática</b>	<b>Contenidos de Astronomía</b>
<i>Primero Primaria</i>	Ciencia, salud y medio ambiente: Unidad 6, La Tierra, nuestro gran hogar	Se estudian los componentes del cielo, la Luna, el Sol y las estrellas <sup>1</sup> .
<i>Segundo Primaria</i>	Ciencia, salud y medio ambiente: Unidad 7, La Tierra, nuestro gran hogar	Se estudia las causas del día y la noche debido a la rotación terrestre <sup>2</sup> .
<i>Tercero Primaria</i>		Se estudia la Luna como el satélite natural de la Tierra, además de los movimientos de rotación y traslación del planeta <sup>3</sup> .
<i>Cuarto Primaria</i>	Ciencia, salud y medio ambiente: Unidad 8, la Tierra, nuestro gran hogar	Se abordan las fases lunares, el eje de inclinación de la Tierra y los polos terrestres <sup>4</sup> .
<i>Quinto Primaria</i>		Se estudia la estructura interna de la Tierra, la incidencia de la luz solar, el movimiento de traslación de la Tierra y los tipos de eclipses <sup>5</sup> .
<i>Sexto Primaria</i>	Ciencia, salud y medio ambiente: Unidad 6, la Tierra, nuestro gran hogar	Se describen las características de las estaciones, los equinoccios, los solsticios, y su influencia en los seres vivos. Además, se describe y representa al Sistema Solar con sus componentes <sup>6</sup> .

<b>Nivel y grado</b>	<b>Asignatura y unidad temática</b>	<b>Contenidos de Astronomía</b>
<i>Séptimo Grado (Secundaria)</i>	Ciencia, salud y medio ambiente: Unidad 12, El Sistema Solar	Se estudia el origen del Sistema Solar y la Tierra según la teoría del Big Bang. Se analiza el funcionamiento del Sistema Solar en el contexto de la gravitación universal de Newton. Además, se describen y comparan las características y la composición de los distintos cuerpos en el sistema planetario, incluyendo planetas enanos, satélites naturales, cometas y asteroides <sup>7</sup> .
<i>Octavo Grado (Secundaria)</i>	Ciencia, salud y medio ambiente: Unidad 12, Ciencia del espacio	Se indaga y describen los principales tipos de estrellas, su composición, características y ciclo de vida. Se estudia el origen del Sol y sus regiones: núcleo, zona de radiación, zona de convección y fotosfera. Además, se trabajan temas sobre las fases lunares y los eclipses <sup>7</sup> .
<i>Noveno Grado (Secundaria)</i>	Ciencia, salud y medio ambiente: Unidad 13, La Tierra en el espacio	Se investigan y construyen instrumentos de observación astronómica como el gnomon, los relojes de sol, rosa de los vientos, etc. Se estudian las concepciones de modelos planetarios con base en las contribuciones de Aristóteles, Eratóstenes, Ptolomeo, Copérnico, Tycho Brahe, Kepler, y Newton <sup>7</sup> .

Fuente: Elaboración propia según MINED <sup>1</sup>(2008a: p 110), <sup>2</sup>(2008b: p 110), <sup>3</sup>(2008c: p 137), <sup>4</sup>(2009a: p 144), <sup>5</sup>(2009b: p 142), <sup>6</sup>(2009c: p 129), <sup>7</sup>(2008d: p 43, 67, 93)

Como se puede observar, los conceptos de Astronomía que se estudian a lo largo del ciclo escolar salvadoreño se limitan a las características y movimientos de los cuerpos celestes dentro del Sistema Solar. No obstante, se profundiza en estos contenidos, incluyendo la construcción de instrumentos de observación, el estudio de la composición de los tipos de estrellas y las concepciones del sistema planetario a lo largo del tiempo. Como se verá más adelante, El Salvador, siendo una nación vecina a Guatemala, posee más avances en la enseñanza astronómica, desde el diseño curricular nacional hasta construcciones a nivel nacional que impulsan el desarrollo de esta ciencia.

## **I. Oportunidades de estudio de Astronomía en Costa Rica**

En Costa Rica la enseñanza de Astronomía está avanzado rápidamente. Se incluye, al igual que en los demás países en el presente estado del arte, conceptos de astronomía en la base curricular nacional. En el nivel de educación superior existe un curso llamado Fundamentos de Astronomía en la Universidad

de Costa Rica (UCR), el cual en el año 2014 tuvo una matriculación de casi trescientos estudiantes (Calvo, 2019). Esta ciencia comenzaba a desarrollarse en el país desde 1997 con el nacimiento del Laboratorio de Investigaciones Astrofísicas (LIA), continuando su crecimiento en el 2002 con la creación del Centro de Investigaciones Espaciales (CINESPA) e inaugurando el Planetario de San José de la Universidad de Costa Rica en el año 2005. Además de todos estos avances, en esta nación se cuenta con una Maestría en Astrofísica en la UCR, en la cual se estudian temas como:

- *Radiación de entes estelares compactos*
- *Astrometría y aproximaciones posnewtonianas*
- *Cosmología*
- *Lentes gravitacionales*
- *Electrodinámica cuántica en campos fuertes*
- *Plasmas astrofísicos*
- *Rayos cósmicos*
- *Caos en la mecánica celeste*
- *Teorías semiclásicas de radiación*

(Universidades.cr, 2019)

Con respecto a la educación a nivel básico en Costa Rica, se imparten contenidos relacionados con las características principales del Sistema Solar y los cuerpos que lo integran, comprendiendo las condiciones que favorecen la vida terrestre en relación con el sistema Tierra-Luna-Sol. Entre ellos, se exploran distintos satélites naturales, asteroides y cometas. Los conceptos se trabajan durante cada uno de los años del nivel académico básico, desde Primero a Sexto grado de Primaria, como parte del Programa de Estudio de Ciencias (MEP, 2016). Estos temas no salen del sistema planetario y enfatizan en la relación de los cuerpos celestes y su influencia sobre la Tierra. No se incluye de forma específica la elaboración de instrumentos de observación ni los descubrimientos contemporáneos en la Astronomía como lo son las ondas gravitacionales o los agujeros negros. Es importante mencionar esto ya que es un factor indispensable para motivar a los educandos en continuar estudiando esta ciencia fuera del ámbito escolar.

## **J. Honduras: el único país centroamericano en donde se puede estudiar una Licenciatura en Astronomía**

Se realizó un estudio en el 2010 en Tegucigalpa, Honduras, con el objetivo de conocer el nivel de conocimiento en temas astronómicos de los educandos de las escuelas primarias públicas. En él se encuestaron más de trescientos estudiantes sobre conceptos de Astronomía de acuerdo a su grado. Como hallazgo, se tiene que los niños mostraron nociones erróneas con respecto a conceptos básicos como «*la descripción de los movimientos de la Tierra (60%), las fases de la luna (90%) y el origen de las estaciones del año (80%)*» (Milla, 2010). Además, los docentes expresaron que estas deficiencias surgen de las limitaciones con respecto a material didáctico, metodologías para la enseñanza y actualización personal en la ciencia.

En la actualidad, el Diseño Curricular Nacional Básico de Honduras incluye contenidos sobre Astronomía de forma general entre los objetivos del área de Ciencias Naturales en el nivel de educación básica (Primero Primaria hasta Tercero Básico, en Guatemala). La Secretaría de Educación de Honduras (SE) establece que los educandos comprendan *los fenómenos del universo y del microcosmos y utilicen estos conocimientos para el beneficio de la humanidad* (SE, 2003: p 37). Al indagar más, se hallan los conceptos específicos en las Programaciones del Área de Ciencias Naturales por grado y por mes, los cuales se describen en la Tabla 8.

**Tabla #8**

**Estándares y contenidos de Astronomía en Honduras**

<b>Grado</b>	<b>Estándares</b>	<b>Contenidos conceptuales</b>
<i>Primer Grado</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifican los componentes que forman el Universo señalando algunas características.</li> <li>• Reconocen las características generales de algunos elementos del sistema solar.</li> <li>• Identifican los movimientos de la Tierra y su relación con las actividades de los seres vivos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El universo: El Sol como fuente de calor, la Luna y sus fases</li> <li>• El Sistema Solar</li> <li>• Movimientos de la Tierra: Ciclo del día y la noche</li> </ul>
<i>Segundo Grado</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifican las características de algunos astros que conforman el Universo.</li> <li>• Describen las características de algunos planetas del Sistema Solar.</li> <li>• Describen los movimientos de la Tierra y su relación con las estaciones del año.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El Universo y el Sistema Solar: las estrellas, características de los planetas, el Sol como fuente de calor, la Luna y sus fases.</li> <li>• Movimientos de la Tierra: Formación de las estaciones, el calendario.</li> </ul>
<i>Tercer Grado</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifican las características de los astros que conforman el Universo.</li> <li>• Identifican las características de los elementos que conforman el Sistema Solar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Astros que forman el Universo.</li> <li>• El Sistema Solar, la Luna y los eclipses, movimiento de rotación y traslación, las estaciones, el día y la noche.</li> </ul>
<i>Quinto Grado</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Describen el origen y organización del Universo, mencionando los avances tecnológicos para su exploración.</li> <li>• Describen las características de los planetas, mencionando la influencia que ejerce el Sol sobre todos los elementos del Sistema Solar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El Universo</li> <li>• Los astros del Sistema Solar y los planetas.</li> </ul>
<i>Sexto Grado</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Describen el origen, organización y acción que ejerce la fuerza gravitacional del Universo.</li> <li>• Describen el origen del Sistema Solar, mencionando las características de los planetas y la Luna.</li> <li>• Reconocen algunos implementos tecnológicos usados en la exploración del espacio universal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura del Universo: Origen del universo, fuerza gravitatoria.</li> <li>• Planetas del Sistema Solar, la Luna.</li> <li>• La exploración espacial.</li> </ul>
<i>Séptimo grado</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Describen las teorías sobre la constitución del Universo, su organización y características.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El Universo y su origen, el Sistema Solar y la Tierra.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia según SE (2009: p 10,18, 26, 42, 49, 50, 57)

Como se puede observar en la Tabla 8, los contenidos trabajados a lo largo del ciclo de educación básica en Honduras se limitan a la Astronomía del Sistema Solar, enfocándose en el sistema Tierra-Sol-Luna. Posee una secuencia progresiva ya que cada año los conceptos son similares, pero se profundiza cada vez más en el tema, hasta finalizar con teorías del origen del Universo y el Sistema Solar. Los grados que no se incluyen en la tabla no especifican ningún contenido relacionado con la ciencia, como lo son el Cuarto, Octavo y Noveno grado. A pesar de que la Astronomía esté presente casi en todos los años del nivel educativo Básico, la temática no se extiende más allá del funcionamiento de la Tierra y la influencia de cuerpos celestes cercanos sobre ella, sin mencionar descubrimientos contemporáneos que generan curiosidad en los estudiantes como lo son los agujeros negros, las supernovas y nebulosas, por ejemplo.

Por último, es importante mencionar que en Honduras existe una opción de profesionalizarse como astrónomo en la Universidad Autónoma de Honduras (UNAH), con la carrera de Licenciatura en Astronomía y Astrofísica. Tiene una duración de cinco años, con cincuenta cursos divididos en quince periodos, entre los cuales se estudia: Física atómica y molecular, Mecánica cuántica, Astronomía y astrofísica del Sistema Solar, Atmósferas estelares, Astronomía extragaláctica y técnicas fotométricas y espectrométricas (UNAH, 2019). Este país vecino a Guatemala posee un pensum académico de nivel de licenciatura bastante completo en Astronomía y, a pesar de no profundizar temas de la ciencia en el nivel educativo Básico, es una opción prometedora a nivel de educación Superior. Además, en él se encuentra el Observatorio Astronómico Centroamericano de Supaya (OACS), en donde se halla el telescopio óptico más grande de la región desde su inauguración en 1997 (DAAF, 2013).

#### **K. La enseñanza de Astronomía contemporánea en Nicaragua**

La última reforma del diseño curricular realizada en el 2009 en Nicaragua incluye el uso de un modelo de competencias generales que se establecen para cada nivel educativo. El ciclo escolar está dividido en cuatro ciclos: el primer ciclo

corresponde a los primeros cuatro grados de la Primaria, el segundo a Quinto y Sexto Primaria, el tercero abarca desde Séptimo grado hasta Noveno grado (el nivel Básico en Guatemala) y el cuarto corresponde a dos años del nivel Diversificado. De esta forma, el estándar educativo relacionado con Astronomía en el área curricular de Ciencias Físico-Naturales es:

*Estudia al ser humano y sus interrelaciones con el medio natural y social, a fin de propiciar cambios pertinentes que favorezcan la sostenibilidad y sustentabilidad en todos los ámbitos ... así mismo permite interpretar los procesos físicos, químicos y **cosmográficos** que acontecen en la naturaleza. (Ministerio de Educación de la República de Nicaragua, 2009: p 62).*

El estándar mencionado es de carácter amplio debido a que el Ministerio de Educación de Nicaragua especifica los conceptos a trabajar mediante la elaboración de Libros de Texto y materiales educativos para el docente. De esta forma, se realizó una revisión bibliográfica del contenido de los libros de Ciencias Naturales desde el Tercer Grado hasta el Noveno Grado, con el propósito de encontrar los temas de Astronomía que se imparten en el país. Los hallazgos se muestran en la Tabla 9.

**Tabla #9**  
Conceptos astronómicos en los libros de texto de Nicaragua

<b>Grado</b>	<b>Conceptos</b>
<i>Tercer Grado</i>	El Sol como estrella entre los astros del Universo, la Luna y sus fases y los tipos de eclipses. <sup>1</sup>
<i>Cuarto Grado</i>	El planeta Tierra, su origen, evolución y movimientos de rotación y traslación. La exploración y los viajes espaciales. <sup>2</sup>
<i>Quinto Grado</i>	El Sistema Solar y las características de los cuerpos que lo conforman. La relación del Sistema Solar y los avances tecnológicos. <sup>3</sup>
<i>Sexto Grado</i>	Teorías del origen del Universo: creacionista, el Big-Bang, la creación continua y el universo oscilante. La Vía Láctea y sus componentes. <sup>4</sup>
<i>Séptimo Grado</i>	La importancia de los movimientos de la Tierra y su estructura interna y externa. <sup>5</sup>
<i>Octavo Grado</i>	El Sistema Solar, las características de la Luna, sus fases y eclipses, la estructura y composición del Sol. Los cometas, asteroides, meteoritos y satélites. <sup>6</sup>
<i>Noveno Grado</i>	El Universo, sus orígenes y estructura. Las teorías del origen del Universo. Medidas de distancias espaciales, tipos de galaxias, tipos de estrellas, los cuásares, púlsares, agujeros negros, cúmulos estelares y constelaciones. <sup>7</sup>

Fuente: elaboración propia según Ministerio de Educación de la República de Nicaragua <sup>1</sup>(2014d: p 172 – 187), <sup>2</sup>(2014a: p 138 – 145), <sup>3</sup>(2014b: p 198 – 201), <sup>4</sup>(2014c: p 161 – 166), <sup>5</sup>(2018c: p 140 – 147), <sup>6</sup>(2018b: p 152 – 165), <sup>7</sup>(2018a: p 170 – 183)

Los libros de texto elaborados por parte del Ministerio de Educación de Nicaragua definitivamente abarcan a profundidad temas de Astronomía. A diferencia de los demás países centroamericanos, en esta nación si se incluye la enseñanza de temas de astronomía contemporáneos como los que se tratan en Noveno Grado en relación con púlsares, cuásares y agujeros negros. Es importante que los estudiantes tengan una experiencia cercana con estas temáticas ya que causan intriga, curiosidad y motivación por adentrarse la ciencia y, en un futuro, profesionalizarse en ello. Además, se debe remarcar que los conceptos trabajados poseen una secuencia progresiva sin ser repetitiva para el alumnado, comenzando desde el contexto inmediato hasta llegar a estructuras macroscópicas como galaxias distintas a la Vía Láctea.

En Nicaragua no existe una opción para estudiar Astronomía a nivel educativo superior. Sin embargo, existe el observatorio Neil Armstrong en la Escuela Universal Pierre y Marie Curie, Managua. El objetivo de este instrumento es el inspirar a los estudiantes para la exploración del Universo y el cosmos. En esta escuela se tiene una alianza con la Asociación Nicaragüense de Astrónomos Aficionados (ANASA), realizando publicaciones mensuales sobre los fenómenos observables y los descubrimientos recientes en la Astronomía (Escuela Universal Pierre y Marie Curie, 2018).

#### **L. Guatemala: un país rumbo hacia la enseñanza formal de Astronomía gracias a los esfuerzos conjuntos de pequeños grupos**

Guatemala esta en camino a realizar varios avances en la enseñanza de Astronomía, especialmente con el desarrollo de cursos en alianza con NASE (Network for Astronomy School Education). Comenzando desde el año 2012, se ha llevado a cabo un Curso de Didáctica de la Astronomía al año, siendo el último en junio del 2019. Son dirigidos principalmente por colaboradores de la Escuela de Ciencias Físicas y Matemáticas (ECFM) de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media

(EFPEM) de la USAC y miembros del Instituto de Investigación de Ciencias de la Tierra y Astronomía (IICTA) de la Universidad Galileo. Entre los contenidos de los cursos NASE se trabajan talleres sobre: el horizonte local y relojes de Sol, simuladores del movimiento de las estrellas, el Sol y la Luna, el Sistema Tierra-Luna-Sol: fases y eclipses, el maletín del joven astrónomo, el espectro solar y manchas solares, la vida de las estrellas, la astronomía fuera de lo visible, la expansión del Universo, planetas y exoplanetas y la preparación de observaciones (ECFM, 2019).

La enseñanza escolar guatemalteca se rige por el Currículo Nacional Base (CNB) como guía de las competencias a alcanzar, los indicadores de logro y los contenidos de cada grado. Con respecto a la inclusión de conceptos de Astronomía, se elabora la Tabla 10 de la distribución hallada en cada nivel educativo. Para su organización, se analizaron las mallas curriculares desde el Primer Grado del Nivel Primario hasta el Tercer Grado del Nivel Básico.

**Tabla #10**

Conceptos de Astronomía en el Currículo Nacional Base de Guatemala

Grado	Competencia	Indicadores de logro	Contenidos
Primero Primaria <sup>1</sup>	6. Relaciona los movimientos y composición de la tierra con los fenómenos naturales y su incidencia en la sociedad.	6.1. Identifica el día y la noche, las estaciones y las épocas del año, como fenómenos naturales asociados a los movimientos de la Tierra.	El día y la noche como fenómenos naturales que resultan del movimiento de la Tierra. Las posiciones temporales del Sol y la Luna durante el día y noche. Las estaciones del año. La influencia del Sol y la Luna en los procesos naturales.
Segundo Primaria <sup>2</sup>	6. Explica la importancia de los puntos de referencia y los movimientos de la tierra para su ubicación en el tiempo y en el espacio.	6.1. Describe características físicas del entorno en que vive y se ubica en relación a los puntos cardinales y la posición del Sol en un mapa o croquis de la comunidad. 6.2. Describe la influencia de los movimientos de la tierra en la definición del tiempo y ocupaciones de los habitantes.	Puntos de referencia: Norte, Sur, Este y Oeste. Puntos de orientación: polos, ecuador y meridianos. Descripción Sistema Solar: el Sol, la Luna y la Tierra. Influencia del Sol y la Luna en los procesos naturales. El orden y características de los planetas del Sistema Solar. El movimiento de rotación de la Tierra y su influencia en animales, vegetales y seres humanos.

Grado	Competencia	Indicadores de logro	Contenidos
Tercero Primaria <sup>3</sup>	6. Explica la relación del sol, las estrellas y los planetas con los fenómenos naturales y sociales, su influencia en el medio ambiente teniendo en cuenta los aportes de la ciencia y la tecnología.	6.2. Describe la influencia de los movimientos de la tierra en la definición del tiempo, el clima, cultivos y ocupaciones de los habitantes de su comunidad y región.	Descripción del Universo: el Sol, la Tierra, la Luna, las estrellas y los planetas. La influencia del Sol y la Luna en los fenómenos y procesos naturales. Fenómenos relacionados con los movimientos de traslación, las estaciones y épocas en el país. Movimiento de rotación terrestre y el día y la noche.
Quinto Primaria <sup>4</sup>	8. Explica el mejoramiento de los resultados de la investigación científica en función del uso de tecnología apropiada.	8.7. Identifica el Sistema Solar y otros elementos en el espacio. 8.8. Describe los aportes de la exploración espacial.	Elementos artificiales en el Sistema Solar: satélites, sondas, estaciones. Organización de los planetas del Sistema Solar y características de cada uno. Vinculación del Sistema Solar con las galaxias y la Vía Láctea. Instrumentos utilizados para la exploración espacial y sus beneficios.
Sexto Primaria <sup>5</sup>	1. Relaciona el origen y evolución de la vida, (procesos celulares, la herencia, reproducción, entre otros) con la interacción del ser humano con la naturaleza según los aportes de la ciencia y la cosmovisión de los Pueblos.	1.1. Explica el origen de la Tierra y del Universo según las distintas cosmovisiones	Explicación del origen y evolución de la Tierra y el Universo desde la teoría del Big Bang, la cultura cristiana y la cultura cristiana.
Primero Básico <sup>6</sup>	2. Describe la Tierra, la organización de la naturaleza y el uso sostenible de los bienes naturales, para el mantenimiento del equilibrio en los ecosistemas	2.1. Identifica la estructura básica de la tierra y su interrelación con otros astros del Sistema Solar.	Los solsticios y equinoccios. La atracción gravitacional entre la Tierra, el Sol y la Luna y sus efectos en la vida cotidiana.

Fuente: Elaboración propia según CNB <sup>1</sup>(2017a), <sup>2</sup>(2017b), <sup>3</sup>(2017c), <sup>4</sup>(2019a), <sup>5</sup>(2017d), <sup>6</sup>(2019b)

Como se puede observar, los contenidos de Astronomía incluidos en las mallas curriculares de Medio Social y Natural (desde Primero a Tercero Primaria) y de Ciencias Naturales (Cuarto Primaria en adelante) se enfocan en el sistema Tierra-Luna-Sol y en raras ocasiones se trabajan temas fuera del Sistema Solar. Se estudia, también, las teorías del origen del Universo según las culturas de la

población guatemalteca y el modelo del Big Bang. Es importante remarcar en que, dentro del currículo, la explicación de la causa de las estaciones es el movimiento de traslación y no se atribuye a la inclinación del eje terrestre. Además, los conceptos no profundizan en temas contemporáneos como lo que se observa en la programación de Nicaragua, por ejemplo, o en los sistemas educativos de Uruguay, Chile y Colombia. Por último, se considera que la distribución de contenidos astronómicos podría parecer repetitiva ante el estudiantado ya que no existe una diferencia progresiva significativa entre lo trabajado en cada ciclo escolar.

Es importante mencionar que han existido esfuerzos por incluir más contenidos sobre la naturaleza de la ciencia y Astronomía en el CNB por medio de reformas. Por ejemplo, se encuentra la propuesta para el área de Ciencias Naturales del Ciclo Básico, en donde se incluyen contenidos declarativos que profundizan la Astronomía como: el concepto de año luz, los aportes de astrónomos en el estudio de las distancias y tiempos en la Tierra, el Sistema Solar, la Vía Láctea y el universo, viajes y misiones espaciales y los avances astronómicos de la civilización Maya (CONCYT, 2016). Se halla, además, una versión del currículo del Ciclo Básico del 2007 con conceptos más específicos de esta ciencia:

- **Primer año**

El universo y su estructura, escalas de longitud y de tiempo en el Universo, tecnología en el estudio del universo, elementos del Sistema Solar, movimientos de los astros vistos desde la Tierra e historia de la astronomía en civilizaciones antiguas.

- **Segundo año**

La esfera celeste y medidas angulares para localizar objetos en el cielo, instrumentos para observar el universo, la aparición del telescopio y la evolución de la astronomía hasta el presente, características de elementos en el Sistema Solar, formación y evolución de la Tierra, introducción a la ley de gravitación universal y Leyes de Kepler.

- **Tercer año**

El universo y su organización en sistemas, galaxias y cúmulos de galaxias, la Gran Explosión y evolución del Universo, formación de los elementos, las estrellas y las galaxias, ciclo de vida de las estrellas y su relación con los elementos químicos y componentes fundamentales de la vida, misiones espaciales y futuro de la exploración espacial.

(MINEDUC, 2007)

Con respecto a la enseñanza de Astronomía a nivel educativo superior, se encuentra la opción de un Diplomado de Astronomía, con un año de duración, y un Técnico Universitario en Astronomía, con tres años de duración, en el IICTA de la Universidad Galileo, los cuales tienen como objetivo principal la formación de *«profesionales altamente capacitados para desarrollar investigación y realizar actividades de extensión en Astronomía y Ciencias de la Tierra»* (Universidad Galileo, 2019). Por otro lado, se encuentran los cursos de Astronomía como parte del pensum en las Licenciaturas en Física en la Universidad del Valle de Guatemala y en la ECFM de la USAC: Introducción a la Astronomía (UVG, 2019) y Evolución estelar (ECFM, 2011). Sin embargo, no hay ninguna institución en la que un estudiante pueda profesionalizar como Licenciado en Astronomía.

Como esfuerzo para la divulgación de la Astronomía en el país existen grupos de astrónomos aficionados que promueven la enseñanza de Astronomía por medio de conferencias y talleres como la Asociación Guatemalteca de Astronomía (AGA) cuyo objetivo es *la correcta enseñanza de la astronomía amateur en Guatemala* (AGA, 2019). Además, cada dos años a partir del 2013, se realiza la Escuela Guatemalteca de Astrofísica (GUASA – *Guatemalan School of Astrophysics*) con el propósito de reunir estudiantes universitarios de Centroamérica y el Caribe sobresalientes en física, matemática e ingeniería que busquen ampliar sus conocimientos de astrofísica (GUASA, 2017). Por último, se encuentran las conferencias mensuales organizadas por parte de la Universidad Galileo en las cuales se tratan temáticas astronómicas contemporáneas como las

estrellas de neutrones, la primera imagen del agujero negro M87, la radiación de fondo y el rol de la mujer en la Astronomía (Universidad Galileo, 2019b).

En Guatemala, sin duda, esta en proceso de implementar la enseñanza de Astronomía a más profundidad en el nivel escolar y por inaugurar una Licenciatura en Astronomía en algunas de las universidades mencionadas. A pesar de que no existan métodos formales para los estudiantes que desean profesionalizarse como astrónomos, existen varios talleres, escuelas y conferencias organizadas por asociaciones dedicadas a la divulgación de la ciencia. Sin embargo, son pocas las dedicadas a poblaciones jóvenes e infantiles ya que la mayoría se organizan para la participación de universitarios o profesionales de otras áreas. Por lo tanto, existe una ventana de oportunidad inexplorada hacia la inclusión de contenidos de Astronomía, expandiendo los aprendizajes centrados en el Sistema Solar y la Tierra, en los niveles de educación Primaria, Básicos y Bachillerato.

#### **M. Análisis general**

La enseñanza de Astronomía está presente en todos los países estudiados como parte del currículo del nivel escolar obligatorio en el área de Ciencias Naturales, con la excepción de Uruguay en donde se incluye como una asignatura en el Primer año de Bachillerato. Como se puede observar en la Tabla 11, en cada una de las naciones, los estudiantes aprenden los conceptos necesarios para entender su posición en el Universo, los planetas del Sistema Solar y cómo los movimientos de la Tierra y la Luna influyen directamente en su vida diaria. Sin embargo, es en pocos casos en los que se profundiza en descubrimientos y temas contemporáneos como lo son los agujeros negros, tipos de estrellas distintas al Sol, ondas gravitacionales y materia oscura. Es importante notar que en los países en los que si se incluyen estos temas también existen opciones de estudio a nivel universitario de Astronomía y sedes dedicadas al estudio de la ciencia incluyendo observatorios y planetarios como en Uruguay, Chile, México y Nicaragua.

**Tabla #11**

**Conceptos de Astronomía en los niveles de educación obligatoria de los países hispanohablantes**

País	Grados y materias	Conceptos de Astronomía
España	<p>Primero Primaria hasta el último año de Bachillerato.                      Conocimiento del medio natural, social y culturas en el nivel Primario.                      Física, Química, Biología y Geología en el nivel Secundario.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El origen y evolución del Universo, las galaxias, el Sistema Solar y la Tierra.</li> <li>• Los movimientos de la Tierra, la Luna y el Sol en relación con las estaciones y eclipses.</li> <li>• Los planetas del Sistema Solar, su posición en relación con la ubicación de la Tierra.</li> </ul>
Uruguay	<p>Astronomía como materia formal en Primer año de Bachillerato</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura espacial y temporal del Universo y el Sistema Solar y la ubicación de la Tierra en él.</li> <li>• Planetología comparativa.</li> <li>• Los movimientos de la Tierra, la Luna y el Sol en relación con las estaciones y eclipses.</li> </ul>
Chile	<p>Primer año de educación básica (Primero Primaria), hasta Cuarto nivel de Educación Media (un año después de Quinto Bachillerato), como parte de la materia Ciencias Naturales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El Sol y las estaciones del año.</li> <li>• El Sistema Solar</li> <li>• Estructuras cósmicas, desde micrometeoroides hasta cúmulos y supercúmulos de galaxias.</li> <li>• Estudios del Universo gracias a las misiones espaciales.</li> <li>• Modelos de descripción del Universo, Galileo, Kepler y Brahe.</li> <li>• Origen y evolución del Universo, incluyendo los ciclos de vida estelares y clasificación espectral.</li> </ul>
Colombia	<p>Primer grado hasta Décimo Primer grado (Primero Primaria hasta Quinto Bachillerato), como parte del curso Ciencias Naturales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro del movimiento del Sol, la Luna y las estrellas en el cielo.</li> <li>• Tamaño de elementos del Sistema Solar, peso y masa en cada superficie.</li> <li>• Movimiento de planetas y la Tierra.</li> <li>• El ciclo de vida estelar.</li> <li>• Propagación y naturaleza de la luz.</li> <li>• Gravitación universal.</li> </ul>
Argentina	<p>Primer año de Primaria hasta Primer año de Secundaria (Primero Primaria – Primero Básico)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Astros principales del cielo diurno y nocturno, el Sol, la Luna y las estrellas, sus movimientos y características.</li> <li>• Movimientos de la Tierra, eclipses e instrumentos de exploración en el Universo.</li> <li>• El Universo, sus componentes, escalas y la evolución de las concepciones sobre el lugar del ser humano en él.</li> </ul>

País	Grados y materias	Conceptos de Astronomía
Brasil	Escuela Primaria (desde 6 a 14 años) y durante el Primer y Quinto año de Educación Secundaria, como parte de la asignatura Ciencias de la Naturaleza.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones, composición, ubicación y movimientos de la Tierra, el Sol y la Luna.</li> <li>• Procesos relacionados al origen y evolución de la vida, la Tierra, las estrellas y sus procesos energéticos.</li> <li>• Estrellas y constelaciones, leyes de Newton, Kepler y Bode.</li> <li>• Instrumentos y métodos de observación.</li> </ul>
México	Tercero hasta Sexto Primaria y Segundo grado de Secundaria, como parte de la asignatura Ciencias y tecnología.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las características del Sistema Sol-Tierra-Luna.</li> <li>• Analizar el Sistema Solar.</li> <li>• La evolución del Universo y los avances para explicarlo: las ondas gravitacionales, la energía y materia oscura.</li> </ul>
El Salvador	Primero Primaria hasta Noveno Grado, como parte de la asignatura Ciencia, salud y medio ambiente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los movimientos de rotación y traslación de la Tierra, las fases lunares, solsticios, equinoccios y estaciones.</li> <li>• El Sistema Solar, su origen, funcionamiento gravitacional, modelos planetarios, componentes y objetos celestes como satélites naturales, asteroides, cometas, etc.</li> <li>• Características y ciclo de vida estelar.</li> <li>• Instrumentos de observación, relojes de sol y gnomon.</li> </ul>
Costa Rica	Primero a Sexto Primaria como parte del Programa de Estudio de Ciencias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características principales del Sistema Solar y los cuerpos que lo integran como meteoritos, asteroides, cometas y planetas. Además, se estudian los factores que favorecen la vida terrestre en relación con el sistema Tierra-Luna-Sol.</li> </ul>
Honduras	Primero Primaria hasta Tercero Básico como parte de la materia Ciencias Naturales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El Sol, el Sistema Solar y las características de los planetas.</li> <li>• La Luna, las fases lunares y los movimientos planetarios en relación con los eclipses, estaciones y el día y la noche.</li> <li>• El origen del Universo, el Sistema Solar y la Tierra.</li> <li>• Los avances alcanzados por la exploración espacial.</li> </ul>

País	Grados y materias	Conceptos de Astronomía
Nicaragua	Tercero Primaria hasta Noveno grado como parte de la asignatura Ciencias Naturales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El Sol como estrella, la Luna y sus fases y los tipos de eclipses.</li> <li>• El origen, evolución y movimientos de la Tierra.</li> <li>• La exploración y viajes espaciales.</li> <li>• El Sistema Solar y características de los cuerpos que lo conforman, planetas, cometas, asteroides y satélites naturales.</li> <li>• Las teorías del origen del Universo.</li> <li>• Medidas de distancias espaciales, tipos de galaxias, estrellas, cuásares, púlsares, agujeros negros, cúmulos estelares y constelaciones.</li> </ul>
Guatemala	Primero Primaria hasta Primero Básico como parte de las asignaturas de Medio Social y Natural (desde Primero a Tercero Primaria) y Ciencias Naturales (Cuarto Primaria en adelante)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los movimientos de la Tierra, las posiciones del Sol y la Luna en el cielo, las estaciones del año.</li> <li>• Descripción del Sistema Solar incluyendo el orden y características de los planetas.</li> <li>• La vinculación del Sistema Solar con la Vía Láctea.</li> <li>• Instrumentos utilizados en la exploración espacial.</li> <li>• El origen del Universo y la Tierra.</li> <li>• Los solsticios, equinoccios y la atracción gravitacional entre el Sol, la Tierra y la Luna.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

Es indispensable contrastar los avances en países vecinos a Guatemala, como el Salvador y Nicaragua, que cuentan con observatorios disponibles para el estudio del cielo y fomentan el desarrollo de la Astronomía al incluir la elaboración de instrumentos de observación en su pensum educativo o la enseñanza de temas cautivantes para los niños como lo son los agujeros negros, los tipos de galaxias y las constelaciones. Guatemala, sin embargo, se queda atrás en ello ya que no acerca a los estudiantes a descubrimientos recientes en la ciencia ni a las incógnitas disponibles como la naturaleza de la materia oscura o los fenómenos que provocan las ondas gravitacionales. Si se desea formar jóvenes guatemaltecos interesados en el desarrollo y estudio de la Astronomía, es

fundamental exponerlos a los límites del conocimiento científico y fomentar la curiosidad innata por descubrir el Universo que los rodea, lo cual se lograría con un programa de estudios que vaya más allá del propio sistema planetario.

Existen múltiples experiencias de profesionales de países hispanohablantes, como España, Chile, Colombia, Argentina y Brasil, que han realizado propuestas curriculares y estudios sobre el estado de la enseñanza de Astronomía en sus naciones. Entre ellos, varios han trabajado con profesores de niveles primarios y secundarios y encuentran que las causas de las concepciones astronómicas erróneas que poseen los estudiantes provienen de su práctica docente. Sin embargo, los maestros muestran interés por aprender metodologías para la enseñanza de esta ciencia y conceptos sobre los descubrimientos recientes que fomentan la curiosidad en el aula. Por lo tanto, las oportunidades y las necesidades de diseñar y aplicar un programa de enseñanza de Astronomía no solo existen en Guatemala, sino que es un denominador común en varias naciones latinoamericanas.

Con respecto a las propuestas curriculares realizadas por expertos en la enseñanza de Astronomía, es necesario dar crédito a los profesionales Marín, Rodríguez y Perilla (2012), quienes trabajaron sus tesis de Maestría en Enseñanza de la Ciencias Exactas y Naturales hacia la aproximación de los lineamientos de la Astronomía como asignatura de la Educación Media en Colombia. De esta forma, cada quién trabajo un módulo temático distinto que, al unificarse, conforman un programa riguroso de enseñanza de esta ciencia, mostrado en la Figura #3. En él se incluyen contenidos desde el inicio del estudio astronómico con las concepciones del Universo de las civilizaciones antiguas, pasando por la evolución del Universo, la Tierra y los demás planetas del Sistema Solar, técnicas, instrumentos y conceptos necesarios para la observación, el estudio profundo de las estrellas, hasta llegar a las estructuras macro del Universo y demás temas de cosmología. Sin duda, esta secuencia de contenidos muestra ser un ideal para la implementación de un programa de enseñanza de la

Astronomía en el nivel de educación Media y puede ser un ejemplo por seguir si se quiere lograr esto en Guatemala.

## IV. MARCO CONTEXTUAL

### A. Educación de calidad

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) aprobó en el 2015 la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible, en la cual se incluyen 17 objetivos para ello. Entre estos se encuentran acciones para combatir la pobreza, el cambio climático y buscar sociedades equitativas. Específicamente, el Objetivo 4 propone *«garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos»* (ONU, 2015).

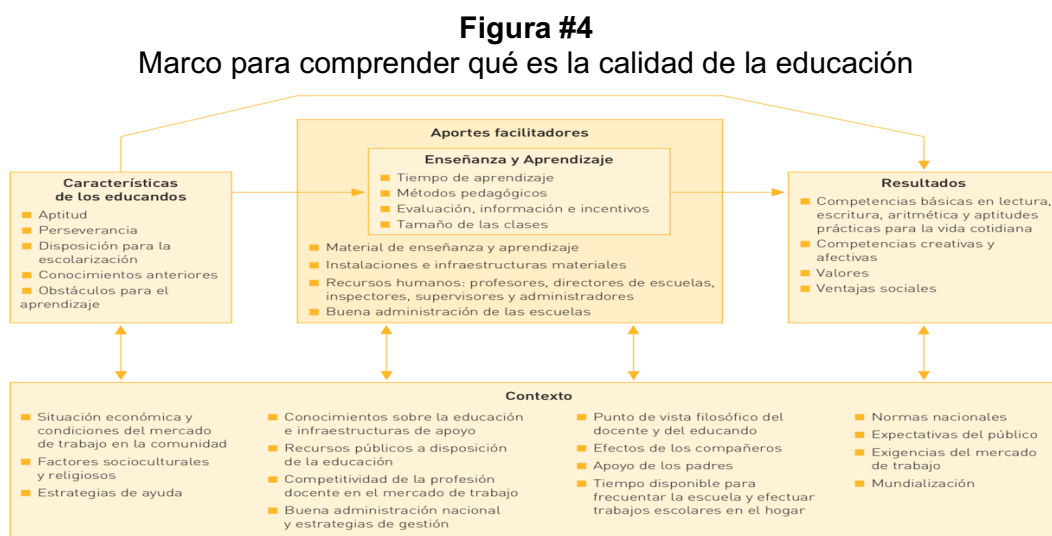
Para poder alcanzar el Objetivo 4, se debe analizar primero qué se entiende cuando se habla de educación de calidad. Han existido distintos conceptos a lo largo de la historia sobre la definición de este término ya que esta directamente relacionado con las necesidades de cada sociedad, las cuales varían conforme el desarrollo de cada nación. En la actualidad, se identifican dos elementos claves al referirse a la calidad educativa (UNESCO, 2005):

- Un indicador de calidad es el desarrollo cognitivo que el estudiante alcanza mediante el sistema educativo, el cual puede medirse realizando comparaciones dentro de cada sociedad y a nivel internacional.
- La educación debe estimular el desarrollo creativo y emocional, contribuir a los objetivos de paz, promover la igualdad y transmitir valores culturales locales y universales a los estudiantes. Este elemento presenta mayor dificultad al realizar mediciones en comparación con el desarrollo cognitivo. Esto debido a la diversidad de enfoques que tiene su cumplimiento dependiendo de cada sociedad.

Los elementos presentados se reflejan en el concepto de calidad de la UNESCO (2005), este considera que la educación se debía basar en cuatro principios básicos:

- **Aprender a conocer**, basándose en que todos los estudiantes construyen sus aprendizajes.
- **Aprender a hacer**, centrándose en que se apliquen los conocimientos adquiridos.
- **Aprender a vivir**, implicando que el educando desarrolle aptitudes para desarrollarse de forma equitativa en su comunidad y en la sociedad.
- **Aprender a ser**, enfatizando en el desarrollo de las competencias necesarias para que las personas alcancen su máximo potencial.

Los principios de la educación implican que la calidad educativa depende de la interacción de varios factores en cada contexto educativo, los cuales están relacionados tanto con las características del estudiante como con las metodologías pedagógicas y el entorno geográfico y físico en cada comunidad. Por lo tanto, es necesario tomar en cuenta la relación entre las dimensiones que influyen en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Estas se explican con mayor profundidad en la Figura 4



Fuente: UNESCO, 2005:39.

Como se puede observar, las características de los educandos determinan tanto los resultados de la educación, como los aportes facilitadores de la enseñanza y el aprendizaje. Estos, a su vez, se interrelacionan con las características del contexto, influyéndose mutuamente. Es decir, la situación económica y las condiciones del mercado de trabajo en la comunidad afecta tanto la disposición para la escolarización del educando, las instalaciones e infraestructuras materiales y, por consiguiente, el desarrollo de las competencias básicas de lectura, escritura, aritmética y aptitudes prácticas para la vida cotidiana. Se puede concluir, entonces, que la calidad educativa depende de la interacción de todos estos factores.

Un sistema educativo de calidad en la sociedad moderna debe propiciar la mejora del entorno de cada uno de los estudiantes, en la actualidad sería el que contribuye a un desarrollo sostenible, como se menciona anteriormente en el Objetivo 4 (ONU, 2015). De esta forma, es importante enfatizar en potencial de la educación científica tecnológica como instrumento para lograrlo. La Dra. Graciela Merino, discute esta temática en su conferencia magistral durante un taller regional para la cooperación entre científicos y educadores de América Latina y El Caribe. Merino (2004), explica como la escuela es un escenario privilegiado en Latinoamérica ya que es en ella donde la población tiene la oportunidad de acceder al conocimiento y realizarse plenamente para luchar en contra de la pobreza, facilitando la inclusión social de los educandos en una sociedad en donde la ciencia y tecnología es parte de la cultura. Por lo tanto, el conocimiento de estas áreas debe ser una pieza fundamental en todo currículo nacional a nivel mundial.

## **B. Indicadores de calidad educativa**

A manera de esfuerzos por medir la calidad educativa a nivel mundial y cómo se está alcanzando el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 (SDG 4 – *Sustainable Development Goal 4*), el Instituto para Estadísticas de UNESCO (UIS

– UNESCO Institute for Statistics) establece cinco metas y seis indicadores para recopilar datos sobre los resultados del aprendizaje y las habilidades desarrolladas por la población. De esta forma, buscan relacionar el porcentaje de niños, jóvenes y adultos que alcanzan cierto nivel establecido con las condiciones bajo las cuales los porcentajes se pueden comparar entre distintos países. Los estándares que se utilizan en dichas mediciones se especifican en la siguiente tabla.

**Tabla #12**  
Objetivos e indicadores del SDG 4 relacionados con los resultados del aprendizaje

Objetivo	Indicador
Para el año 2030, asegurar que todos los niños y niñas completen los niveles de educación Primaria y Secundaria conduciendo a resultados de aprendizaje efectivos.	Proporción de niños y jóvenes: En Segundo y Tercer del Nivel Primario Al finalizar el ciclo de Educación Primaria Al finalizar la primera etapa del Nivel Secundario que haya alcanzado por lo menos un nivel mínimo de competencia en (i) lectura y en (ii) matemáticas, según el sexo
Para el año 2030, asegurar que todos los niños y niñas tengan acceso a estimulación temprana, cuidado y educación preprimaria y de esa forma estén preparados para el nivel Primario.	Proporción de niños menores a los cinco años que se encuentran se desarrollan adecuadamente en salud, aprendizaje y bienestar psicosocial, según el sexo
Para el año 2030, incrementar sustancialmente la cantidad de jóvenes y adultos que poseen competencias relevantes, incluyendo habilidades técnicas y vocacionales, para obtener empleos, trabajos decentes y emprender proyectos.	Porcentaje de jóvenes/adultos que han alcanzado por lo menos un nivel mínimo de dominio de habilidades de alfabetización digital.
Para el año 2030, asegurar que todos los jóvenes y una porción sustancial de adultos, tanto hombres como mujeres, posean las habilidades de lectoescritura y aritmética básica.	Porcentaje de la población en un grupo etario específico que ha alcanzado por lo menos un nivel de dominio establecido de competencia en habilidades de (a) lectoescritura y (b) aritmética básica, según el sexo
Para el año 2030, asegurar que todos los educandos adquieran el conocimiento y las habilidades necesarias para promover el desarrollo sostenible incluyendo, por medio de la educación, los derechos humanos, la equidad de género, la promoción de una cultura de paz y no violencia, la ciudadanía global y la apreciación de la diversidad cultural y la contribución de las distintas culturas al desarrollo sostenible.	Porcentaje de estudiantes por grupo etario (o nivel educativo) que muestran el entendimiento adecuado de las problemáticas relacionadas con la ciudadanía global y la sustentabilidad
	Porcentaje de estudiantes de quince años que muestran alfabetización y conocimiento en ciencias ambientales y geociencia.

Fuente: Traducido de UIS (2018: 28)

Los indicadores mostrados en la Tabla 12, se miden por medio de evaluaciones a gran escala, las cuales pueden realizarse en la escuela o en los hogares de la población. Si se llevan a cabo en las instituciones educativas pueden ser: a nivel nacional, diseñados para determinar resultados de aprendizaje específicos a una edad o grado particular que se consideren relevantes para las políticas educativas nacionales; o a nivel internacional, administradas en países que estén en acuerdo y haciendo uso de procedimientos similares para obtener datos comparables sobre los resultados de aprendizaje. Las mediciones que se toman en los hogares, por otro lado, están dirigidas a la población que no tiene la posibilidad de ser parte del sistema de educación formal (UIS, 2018).

Entre las evaluaciones que se realizan basadas en las escuelas, existen tres correspondientes a programas internacionales: el Programa Internacional para Evaluación de Estudiantes (PISA), el Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y ciencias (TIMSS) y el Estudio Internacional de Competencia Lectora (PIRLS). Además, se realizan cinco evaluaciones internacionales por regiones: el Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación (LLECE), el Programa de Análisis de Sistemas Educativos de CONFEMEN (PASEC), la Evaluación de Competencias Lingüísticas y Matemáticas de las Islas del Pacífico (PILNA), el Consorcio de África Meridional y Oriental para la Supervisión de la Calidad de la Educación (SACMEQ) y las Métricas del Aprendizaje Primario de Asia Sudoriental (SEA-PLM). Actualmente, las mediciones más conocidas son las realizadas por las pruebas PISA, por lo que se profundizará más sobre los resultados que se han obtenido.

La última información recopilada por las pruebas PISA data del año 2018, siendo la séptima jornada de evaluación internacional desde que el programa comenzó en el 2000. La población estudiantil de los 79 países que participaron en el estudio estaba en el grupo etario de quince años, inscrita en alguna institución educativa en el séptimo año o grados mayores. En la mayoría de los países en los que se realizaron las mediciones se atendió entre 4 000 y 8 000 estudiantes

seleccionados como muestra significativa según la ubicación geográfica, áreas urbanas y rurales, y el nivel de escolaridad (Schleicher, 2019).

Entre los resultados más impactantes hallados por las evaluaciones PISA, se encuentra que más de diez millones de estudiantes no pudieron completar tareas básicas de comprensión lectora. Además, el nivel de calidad educativa al que pueden optar los jóvenes en muchos países se puede predecir según el contexto socioeconómico en el que se encuentren. La brecha entre las competencias de los educandos en estratos sociales altos y bajos de un país – en el mismo grado, pero en distintos establecimientos educativos – equivale a más de tres años de escolaridad (Schleicher, 2019).

Por otro lado, existen países como Singapore, en donde los estudiantes con menor rendimiento mostraron mayor competencia lectora que el promedio en los países pertenecientes a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD – *Organization for Economic Cooperation and Development*). Además, en las cuatro provincias evaluadas de China, los jóvenes evaluados superaron a sus pares en las pruebas de matemáticas y ciencias por un margen amplio de diferencia (Schleicher, 2019). Lo impresionante del último dato es que el nivel económico de la región de China estudiada se encuentra por debajo del promedio de las demás naciones. Así mismo, se mostraron aumentos notables en las tasas de cobertura en el Nivel de educación Secundaria en Turquía, Albania, Brasil, Indonesia, México y Uruguay.

Por último, por medio de las evaluaciones PISA 2018 recolectaron información sobre las expectativas de educación superior de los jóvenes de quince años y su futuro profesional. Entre los resultados se encuentran expectativas bajas provenientes de estudiantes sobresalientes, pero en condiciones de desventaja social o económica. Se halló que más del 30% de los mencionados no esperaban completar el nivel universitario e incluso cuando mostraban

aspiraciones de profesiones que requieren habilidades superiores, sus metas de estudios no estaban alineadas con sus verdaderas pasiones (Schleicher, 2019).

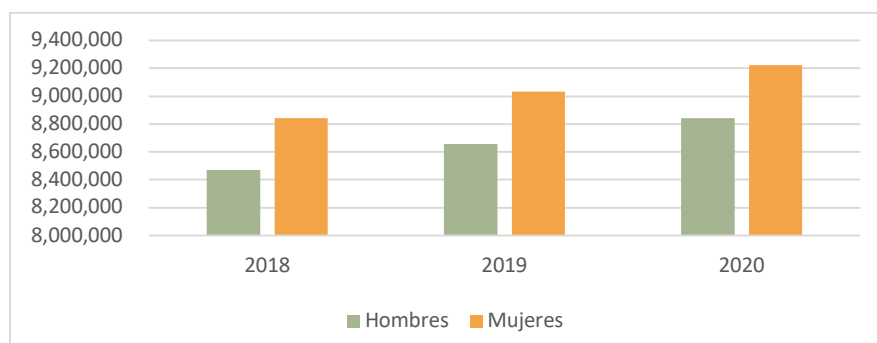
Como forma de contrarrestar las bajas expectativas de los jóvenes por su futuro, se encuentran los esfuerzos de países como México en el que se implementó un programa para combatir la pobreza, PROGRESA, en donde los educandos se relacionan con profesionales que cuenten con grados académicos altos y, consecuentemente, tienen un impacto positivo en sus metas y en su rendimiento escolar (Schleicher, 2019). De esta forma, siguiendo la misma línea de acción, el acercar a la población estudiantil a modelos a seguir relevantes y propiciar la curiosidad por descubrir sus habilidades y pasiones, contribuirá a que encuentren áreas de trabajo en las que desarrollen su máximo potencial.

### C. Estado de la Educación en Guatemala

Guatemala es un país centroamericano con 108,900 km<sup>2</sup> de extensión territorial, con una proyección de población de 18,065,000 personas para el año 2020 (INE, 2019), teniendo una densidad de 159 habitantes por km<sup>2</sup>. Es importante mencionar que la cantidad de mujeres representa, aproximadamente, el 50.96% de la población. En las siguientes gráficas se muestra la distribución de habitantes según su sexo y según la división territorial de Guatemala para los años 2018, 2019 y 2020.

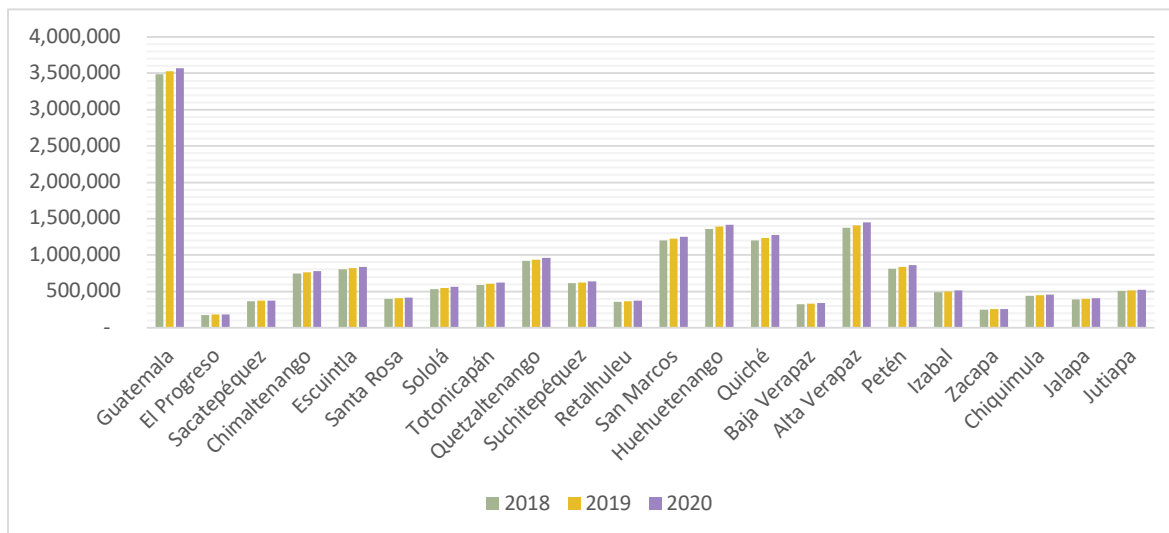
**Figura #5**

Población de hombres y mujeres en Guatemala desde el 2018 hasta el 2020



Fuente: Elaboración propia según INE, 2019

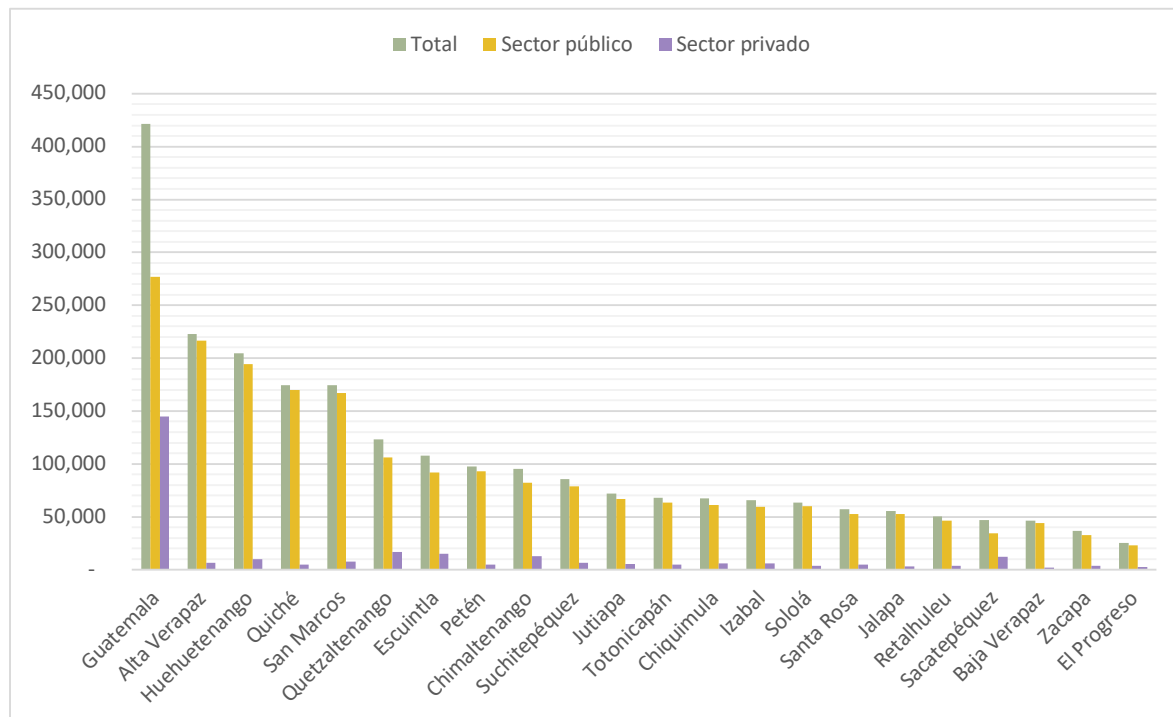
**Figura #6**  
 Proyección de habitantes en Guatemala por departamento desde el año 2018 hasta el 2020



Fuente: Elaboración propia según INE, 2019

Según la Figura 6, la mayor concentración de habitantes se encuentra en la cabecera del país, con una proyección de más de 3 millones y medio en el departamento de Guatemala para el año 2020. Seguido de esto, Alta Verapaz, Huehuetenango, Quiché y San Marcos muestran tener más de un millón de pobladores por lo que la exigencia de cobertura educativa es más alta en estas regiones. La necesidad de educación de la población prueba ser cubierta en el Nivel Primario, como se muestra en la Figura 7, en donde estos cinco departamentos evidencian la mayor cantidad de estudiantes inscritos. También se puede notar que la mayoría de los alumnos asisten a instituciones en el sector público, con excepción de la ciudad capital donde existe un alto porcentaje de educandos en el sector privado.

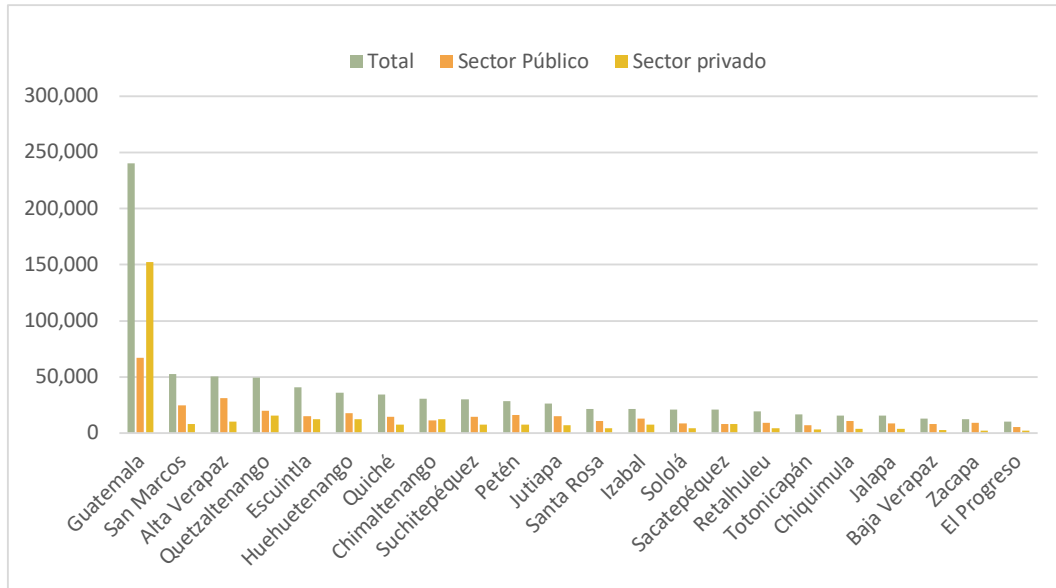
**Figura #7**  
Estudiantes inscritos en el Nivel Primario, según el sector, en el 2018



Fuente: Elaboración propia según [en](#) INE, 2018

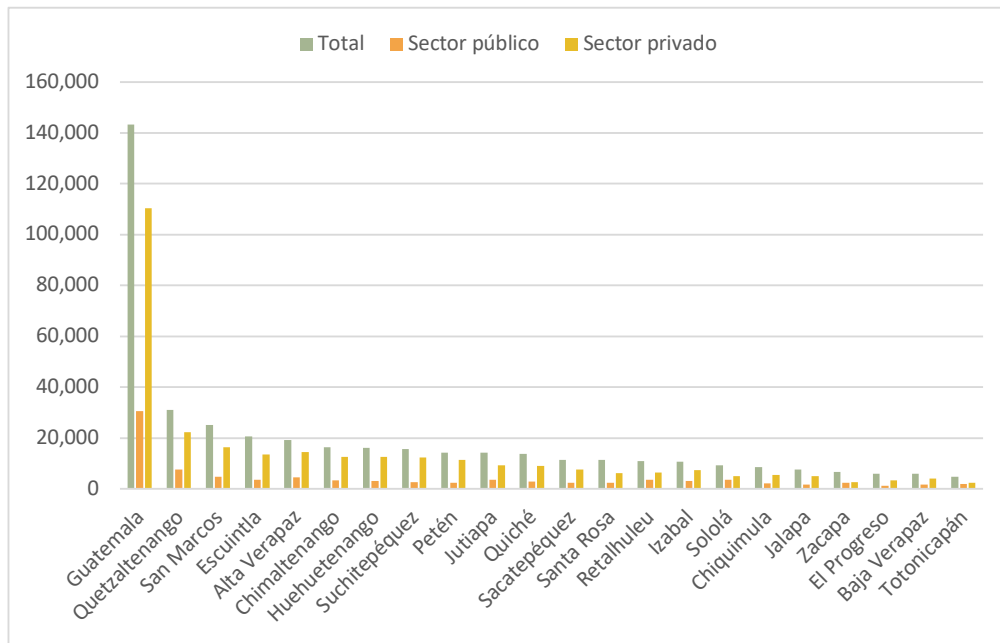
Sin embargo, la cobertura en los departamentos con más habitantes disminuye conforme al nivel educativo. Como se observa en las Figuras 8 y 9, los estudiantes inscritos en el Nivel Básico y Diversificado son más en el departamento de Quetzaltenango que en Huehuetenango o Quiché, a pesar de que su población sea menor. Es importante notar que en el Nivel Diversificado se ve un cambio en las inscripciones en establecimientos del sector público, siendo mucho menores que en instituciones privadas. Esto podría relacionarse con la desigualdad existente entre clases sociales ya que es común que los más privilegiados sean quienes tienen la oportunidad de asistir al colegio hasta ese nivel. Además, puede indicar que son menos las escuelas públicas que ofrecen educación hasta el ciclo diversificado.

**Figura #8**  
Estudiantes inscritos en el Nivel Básico, según el sector, en el 2018



Fuente: elaboración propia según en INE, 2018

**Figura #9**  
Estudiantes inscritos en el Nivel Diversificado, según el sector, en el 2018



Fuente: Elaboración propia según INE, 2018.

En términos de la totalidad de la población guatemalteca, el Instituto Nacional de Estadística (INE) reportó las tasas de cobertura neta para el año 2015, indicando la relación que existe entre los estudiantes inscritos en un rango de edad escolar según el nivel de educación y la población de esa misma edad. Se evidenció una tasa de cobertura del 80.4% para el ciclo de educación Primaria, del 45.9% para el ciclo Básico y del 24% para el ciclo Diversificado (INE, 2016). Esto muestra una disminución de escolaridad según aumenta el grado académico y también se ve reflejado en las Figuras 8 y 9, donde incluso en la cabecera departamental, los inscritos en Básicos y Diversificado divergen por más de 100,000 alumnos.

Con respecto al desempeño de los estudiantes, la Dirección General de Evaluación e Investigación Educativa (Digeduca) realiza evaluaciones anuales a los estudiantes de último año del ciclo Diversificado con respecto a sus logros de Lectura y Matemáticas. Las pruebas se llevan a cabo a nivel nacional tanto en el sector privado como en el público. Los resultados del año 2019 mostraron que de, aproximadamente 157,300 jóvenes, el 37.03% alcanzó un nivel satisfactorio en los exámenes de lectura y únicamente el 13.56% en matemáticas (Digeduca, 2019). Esto muestra una clara deficiencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los graduandos, especialmente en el área de matemáticas. En el mismo reporte también se menciona que, entre las características de los educandos, el 36% se ve comprometido a trabajar para ganar dinero y el 24.47% estudia en plan de fin de semana.

En el año 2017, se realizaron evaluaciones en Guatemala a 5,100 estudiantes de 15 años por parte de PISA para el Desarrollo (PISA-D). La muestra fue seleccionada de manera aleatoria dentro de los distintos establecimientos en el país que ofrecen educación del Nivel Medio. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), quien gestionó las pruebas, buscó responder a la pregunta *¿Qué es importante que los ciudadanos sepan y*

*puedan hacer?* (MINEDUC, 2018). De esta forma, la evaluación se enfocó en las áreas de lectura, matemática y ciencias.

Entre los resultados obtenidos en PISA-D, el 70% de los estudiantes se encuentran por debajo del nivel básico, nivel 2, de comprensión lectora. Esto quiere decir que los jóvenes no logran completar tareas como reconocer la idea principal de un texto, comprender relaciones o realizar inferencias de bajo nivel para interpretar el significado de una parte limitada del texto, entre otras. Alrededor del 33% de los educandos se encuentran en los niveles más bajos de la escala PISA-D, implicando que poseen habilidades que los permiten comprender el significado literal de palabras o frases, ubicando datos explícitos en textos cortos y de contextos conocidos, pero no logran establecer conexiones entre lo leído y su conocimiento externo (MINEDUC, 2018).

Según el Ministerio de Educación (2018), el desempeño de los estudiantes en matemáticas fue similar, el 83% de ellos no alcanzó el nivel básico de la escala PISA-D. El 26% de los jóvenes son capaces de realizar tareas rutinarias en situaciones en donde los procedimientos requeridos son casi obvios, el 35% es capaz de seguir instrucciones cuando se expresan claramente y de manera sencilla y el 22% pueden seguir una sola instrucción o realizar un único paso para resolver un problema cuando es enunciado de forma breve y en contextos conocidos. Para que los educandos dominen habilidades del nivel básico deben, por lo menos, poder utilizar algoritmos y fórmulas para hallar la solución de un problema con números enteros, lo cual fue mostrado únicamente por el 11% de los evaluados.

Con respecto a los resultados en el área de ciencias de PISA-D, el 29% de los estudiantes alcanzan el nivel de desempeño que indica que son capaces de utilizar conocimientos científicos básicos para reconocer fenómenos, patrones y términos científicos básicos. El 45% de los jóvenes mostraron poder emplear conocimientos procedimentales y contenidos comunes para identificar

explicaciones de fenómenos científicos simples (Ministerio de Educación, 2018). Esto posiciona a Guatemala por encima del promedio de otros países participantes en PISA-D en los cuales únicamente el 37% de los educandos alcanzan este último nivel. Otras comparaciones entre las evaluaciones realizadas a nivel internacional y Guatemala se visualizan en la Figura 10.

**Figura #10**  
Comparación del desempeño de 15 años en lectura controlado por el ESCS entre Guatemala, la OCDE y países latinoamericanos

Países	Promedio en lectura		Equidad en educación							
			Desfavorecidos			Favorecidos				
			Cobertura de la población nacional de 15 años (Índice de cobertura PISA 3)	Porcentaje de alumnos que se desempeñan por debajo del nivel 2 en lectura		Porcentaje de variación en el rendimiento de lectura explicado por el estado socioeconómico de los estudiantes		Diferencia de puntos de corte en lectura asociada con un aumento de una unidad en el ESCS <sup>1</sup>		Porcentaje de la variación entre escuelas en el rendimiento de lectura explicado por el índice de ESCS de los estudiantes y de las escuelas
				%	%	Error estándar	%	Error estándar	Score dif.	
Media	Error estándar	%	%	Error estándar	%	Error estándar	Score dif.	Error estándar	%	
Camboya	321	(2.1)	28.1	92.5	(0.8)	4.5	(1.0)	12	(1.3)	57.3
Ecuador	409	(3.4)	60.6	50.6	(1.7)	17.9	(2.0)	29	(1.9)	72.8
<b>Guatemala</b>	<b>369</b>	<b>(3.5)</b>	<b>47.5</b>	<b>70.1</b>	<b>(2.0)</b>	<b>19.0</b>	<b>(2.8)</b>	<b>26</b>	<b>(2.1)</b>	<b>72.1</b>
Honduras	371	(3.5)	41.4	70.3	(1.8)	10.8	(2.6)	19	(2.4)	63.9
Paraguay	370	(3.7)	*	67.8	(1.9)	12.3	(1.7)	25	(2.0)	82.1
Senegal	306	(1.8)	29.0	91.3	(0.7)	3.4	(0.9)	10	(1.4)	43.1
Zambia	275	(3.9)	36.0	95.0	(1.0)	12.8	(2.5)	18	(2.1)	33.1
Promedio de países PISA-D	346	(1.2)	42.6	76.8	(0.6)	11.5	(0.8)	20	(0.7)	60.6
Promedio de países de la OCDE	493	(0.5)	89.0	20.1	(0.2)	11.9	(0.2)	37	(0.4)	59.9

Fuente: MINEDUC (2018: 66)

En la Figura 10 se señalan los indicadores principales de las desigualdades socioeconómicas con respecto al desempeño de los estudiantes, basándose en el índice de nivel Económico, Social y Cultural de PISA (ESCS). Con respecto al promedio de lectura, se puede observar que Guatemala se encuentra por debajo de los resultados obtenidos por los países pertenecientes a la OCDE pero dentro

del rango de las naciones en las que se realiza PISA-D. Así mismo, se debe notar que existe una mayor probabilidad de que los estudiantes de las regiones rurales obtengan un puntaje por debajo del nivel básico establecido por PISA-D en comparación con los del área urbana. Un ejemplo de ello es que por cada estudiante de la metrópolis guatemalteca que se encuentra por debajo de los resultados satisfactorios en matemáticas, hay casi doce educandos del sector rural en la misma condición.

#### **D. Colegio Neozelandés San Cristóbal**

Es una institución privada ubicada en la ciudad San Cristóbal, zona 8 del municipio de Mixco, del departamento de Guatemala. Es una institución bilingüe mixta, con 40 años de experiencia, para estudiantes de clase media y media-alta, y que también proporciona ayuda por medio de becas. La educación es de jornada matutina y actualmente, en el 2019, tiene una población de 112 alumnos entre Maternal y Diversificado. Las secciones son únicas por grado y cuentan con una cantidad máxima de 16 alumnos. Ofrece estudios de Bachillerato en Ciencias y Letras con orientación en Computación. Además, posee un *Baby Gym* para el uso de madres interesadas en el desarrollo de las habilidades motoras de niños menores de tres años con la ayuda de una instructora especializada en el área.

El Colegio Neozelandés se encuentra dentro de una colonia privada sobre el Boulevard Principal de la ciudad de San Cristóbal. Según los datos obtenidos del Plan de Ordenamiento Territorial (POT), la institución, al estar ubicada en la zona 8 de Mixco, está en un área con poca violencia, conformada mayoritariamente por viviendas y comercios pequeños y con la mayor cantidad de profesionales en todo el municipio (Muni Mixco, 2017). Además, el 100% de la población cuenta con servicios eléctricos, el 97% con drenajes y recolección de desechos sólidos y el 96% con agua potable. La densidad de habitantes por hectárea es bastante baja ya que la mayoría de la zona está clasificada con un valor de 0 a 199 habitantes por hectárea, exceptuando algunas áreas residenciales como las Cañadas de San Cristóbal y Santa Bárbara II.

La infraestructura de la institución ocupa, aproximadamente, una manzana en la Colonia Las Orquídeas. Cuenta con un edificio central de tres niveles en donde se ubican las clases desde nivel Preprimario hasta Secundaria y las aulas de Computación, Química, Música, Cocina, salón de audiovisuales, sala de conferencias, Baby Gym, cuarto de Legos, sanitarios en cada nivel y la cafetería. Alrededor de la estructura central se encuentra un parque de juegos para niños, una cancha de basquetbol, una campo de fútbol y una piscina climatizada tamaño semiolímpico. Toda la fachada es estilo colonial y rodeado de plantas y enredaderas, por lo que el contexto físico es bastante acomodador para los estudiantes y trabajadores.

El Colegio Neozelandés es una institución laica con orientación católica, por lo tanto la cultura que se fomenta en el personal educativo y en los estudiantes es una de justicia, amor, misericordia y ayuda al prójimo. Estas cualidades se ven reflejada en el los alumnos y personal docente ya que las relaciones interpersonales son amistosas y de ayuda mutua. Los grupos de amistades se desarrollan entre distintos grados, por lo que es un entorno en el cual la mayoría de educandos son amigos entre sí. Han existido escasas situaciones de bullying o interacciones negativas entre aprendices o maestros. De esta forma, el contexto interno en el Colegio es uno en el que predomina la paz y la cooperación entre todos los actores del centro educativo.

Entre los factores externos que afectan a la institución se encuentra la cultura de tecnología en la cual se encuentran inmersos los estudiantes en sus hogares y se ve reflejado en los diversos problemas ocasionados por la prohibición del uso de dispositivos electrónicos, como celulares o tablets, en horario de clases. Además, debido a las políticas estrictas del Colegio respecto a las actitudes de los alumnos y los padres de familia, se han expulsado a varios alumnos a lo largo del tiempo y, por lo mismo, han existido algunas demandas en el Ministerio de Educación al respecto. Un dato importante acerca de los factores

políticos que afectan al Colegio Neozelandés San Cristóbal es que su sistema de garantía de calidad interna fue certificado recientemente por la Dirección General de Acreditación y Certificación (DIGEACE).

El Colegio Neozelandés San Cristóbal es una institución educativa bilingüe que tiene como objetivo *Cambiar los paradigmas que han regido la educación tradicional a través de una metodología única y personalizada que brinda al proceso de enseñanza-aprendizaje ... las herramientas necesarias para transformar positivamente la sociedad en la que viven*(Colegio Neozelandés San Cristóbal, 2018: 4). Entre los valores que se fomentan se encuentran los siguientes:

- *Expectativas altas de nosotros y de otros, en todas las dimensiones de la vida escolar.*
- *Respeto, por los demás y uno mismo, y los principios de honestidad e integridad.*
- *Inclusión e igualdad, que incluye aceptar y celebrar la diversidad.*
- *Pensamiento crítico, que lleva a acciones creativas y consideradas.*
- *Sostenibilidad ecológica, tener conciencia por el medio ambiente.*
- *Comunidad y participación, para el bien común.*
- *Humildad, Mateo 5:5, “Bienaventurados los humildes, pues ellos heredarán la tierra”. Los grandes místicos, pensadores, científicos, han sido humildes y ellos, con sus inventos y aportaciones a la humanidad, le han dejado la mejor herencia a la tierra, pues han contribuido a la construcción de un mundo mejor. Las personas suelen asociar humildad con pobreza, pero puede existir una persona pudiente humilde, y una persona de escasos recursos, pero orgulloso. Albert Einstein decía: “la conciencia hace el cerebro, no el cerebro la conciencia”.*

(Colegio Neozelandés San Cristóbal, 2018: 3)

La misión del Colegio Neozelandés planteada en la página web es la siguiente:

*Buscar proporcionar al estudiante una formación educativa, única, sistemática, espiritual e integral, basada en el principio propio del discernimiento del bien y el mal. Esto con el fin de lograr líderes honrados y grandes pensadores, estimulando en ellos constantemente el crecimiento de sus capacidades y habilidades para que contribuyan al bienestar de la humanidad.* (Colegio Neozelandés San Cristóbal, 2018: 1)

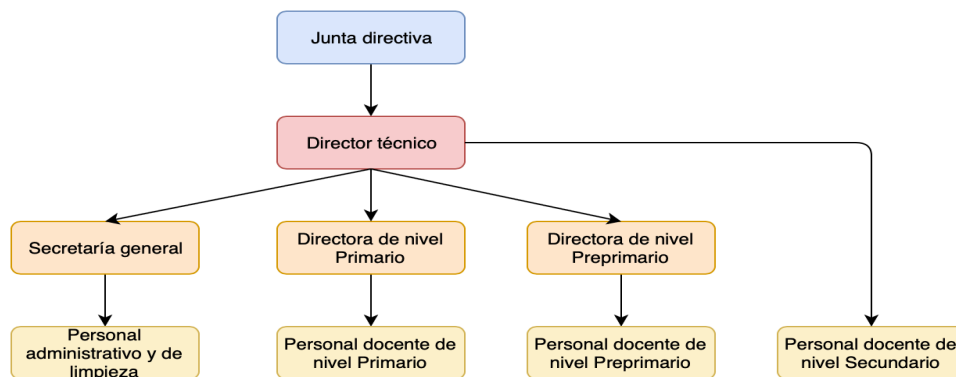
Es una institución educativa que tiene como visión *formar, a través de sus principios básicos, a niños y jóvenes como líderes honrados y promotores del amor, la sabiduría y entendimiento, siendo partícipes en la construcción de una sociedad más evolucionada.*(Colegio Neozelandés San Cristóbal, 2018: 1)

Todas estas características acerca de la misión, visión, objetivos y valores, forman parte de la cultura educativa dentro del Colegio Neozelandés, lo cual se ve reflejado desde la metodología de enseñanza hasta el trato de los docentes hacia los alumnos. Por ejemplo, al tener algún problema con alguna actitud negativa o travesura, se premia la honestidad ante todo, aunque ello implique al estudiante admitiendo su mal comportamiento. Además, en todas las materias, se inculca la reflexión del educando sobre cómo se puede aplicar lo aprendido para ayudar a su comunidad o a su entorno inmediato.

El Colegio Neozelandés cuenta con una población de 17 docentes actualmente para todos los niveles educativos. Existen dos personas trabajando en el área de secretaría general, tres directores, y cuatro empleados encargados de limpieza y mantenimiento. La estructura organizativa de la institución se muestra en el siguiente esquema:

**Figura #11**

Estructura organizativa del Colegio Neozelandés



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en el diagrama, no existe una delegación muy compleja de las funciones administrativas en el Colegio Neozelandés. De esta forma, el director técnico es el encargado de supervisar de forma indirecta las áreas de nivel Preprimario y Primario y de forma directa el nivel Secundario. Debido a la baja población estudiantil que se mantiene en el establecimiento, este método de gestión ha sido efectivo ya que se cuenta con cierto tipo de responsabilidad sobre cada docente con respecto a realizar su trabajo correctamente por ética profesional y no se requiere de una observación y control constante. Han existido escasas situaciones en las que los maestros no ejercen de una forma adecuada, pero se han identificado con rapidez, sin mayor consecuencia en el proceso educativo de los alumnos.

## **V. MARCO METODOLÓGICO**

En cuanto al alcance de la investigación, se buscó elaborar un programa educativo de Astronomía que fuese apropiado para el nivel de Educación Secundaria y aplicable en otros contextos similares, refiriéndose a colegios urbanos de clase media alta o alta en Guatemala. Esto se logró por medio de la validación con la ayuda de la revisión del programa por parte de expertos en la enseñanza de Astronomía en otros países. Para lograr esto, se propusieron los siguientes objetivos, correspondientes a cada una de las fases del trabajo realizado.

### **A. Objetivo general**

Diseñar un programa educativo para la enseñanza de la Astronomía que sea aplicable en los grados de Segundo y Tercero Básico, Cuarto y Quinto Bachillerato en los niveles de educación Secundaria y educación Diversificada en Guatemala respectivamente.

### **B. Objetivos específicos**

1. Desarrollar una investigación exploratoria de carácter cualitativo que determine la necesidad de un programa educativo en la enseñanza de Astronomía dentro del nivel Secundario.
2. Elaborar el estado del arte de las experiencias desarrolladas en otros contextos educativos sobre la enseñanza de la Astronomía.
3. Definir los elementos fundamentales a incluir en un programa de enseñanza de la Astronomía con base en entrevistas a expertos en el área.

4. Diseñar un programa educativo para la enseñanza de la Astronomía acorde a las necesidades y características del contexto educativo de los adolescentes en Guatemala
5. Validar la propuesta del programa educativo mediante la revisión y aprobación por expertos en la enseñanza de la Astronomía

Durante el desarrollo del trabajo de graduación en modalidad de Trabajo Profesional, se inicio con una investigación exploratoria para fundamentar la necesidad de la creación de un programa de Astronomía para el Nivel Secundario. Simultáneamente se llevó a cabo un estado del arte de la enseñanza de Astronomía para guiar el diseño. Luego, se trabajó la investigación cualitativa para hallar los elementos esenciales que debe incluir el programa según expertos en enseñanza de Astronomía. Posterior a ello, se procedió a diseñar el programa, el cual se validó con la ayuda de expertos. A continuación, se describen estos procesos a mayor profundidad, clasificados en cinco fases:

### **C. Investigación exploratoria**

Inicialmente, para sustentar la necesidad de la propuesta de trabajo profesional, se realizó una investigación de carácter cualitativo fenomenológico para conocer la perspectiva de los estudiantes ante un fenómeno, en este caso la enseñanza de temas científicos de diversa índole, enfocándose principalmente en su respuesta ante los temas de Astronomía. El estudio buscó responder a la pregunta: ¿Cómo perciben los estudiantes los temas de Astronomía como parte de su educación? Esto con el fin de mostrar la necesidad de incluir un programa de Astronomía en el pensum académico de Secundaria.

**Objetivo:** Desarrollar una investigación exploratoria de carácter cualitativo que determine la necesidad de un programa educativo en la enseñanza de Astronomía dentro del nivel Secundario.

El estudio se llevó a cabo con la población del Nivel Secundario en el Colegio Neozelandés San Cristóbal, siendo la muestra un grupo de 22 jóvenes de Cuarto y Quinto Bachillerato, correspondiendo a edades entre 16 y 18 años; el tipo de elección de los participantes fue por conveniencia. Como supuestos de investigación, se plantearon los siguientes:

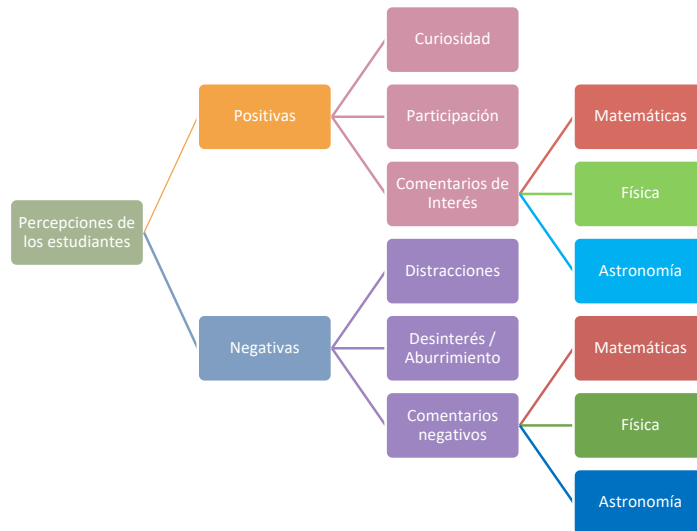
- Al ser expuestos los estudiantes a temas de Astronomía, demostrarán una percepción de interés hacia el estudio de esta ciencia.
- Se puede comprobar una mayor cantidad de interés hacia temáticas de Astronomía en comparación con otras ciencias como Física o Matemáticas.
- Los estudiantes mostrarán curiosidad por profundizar el aprendizaje de temas Astronómicos como parte de su pensum académico.

Se realizaron tres sesiones de aprendizaje, con exposiciones como instrumento de presentación, respecto a los siguientes temas: Números transfinitos (Matemáticas), El modelo estándar de partículas (Física), Estrellas de neutrones (Astronomía). Durante cada sesión se empleó un registro anecdótico para documentar las reacciones, pensamientos y conversaciones de los estudiantes emergentes en dichas sesiones; para asegurar que se captara todo lo anterior se grabaron videos, los cuales se analizaron y, de esta forma, se anotaron observaciones en el formato. Además, se utilizaron grupos focales de una duración entre 10 y 15 minutos para indagar más respecto a la percepción de los estudiantes luego de cada charla, grabando el audio de cada para su análisis posterior.

Para analizar los datos se categorizó la percepción de los estudiantes, con base en sus opiniones, comentarios y actitudes, en dos temas generales: aspectos positivos y negativos. Estos temas se dividen en códigos, cómo se observa en la Figura 12. Las percepciones positivas fueron clasificadas dependiendo si evidenciaban curiosidad, participación o comentarios de interés. Así mismo, las negativas se dividieron entre distracciones durante las charlas, desinterés o aburrimiento y comentarios negativos. Por último, los comentarios de

los grupos focales también se codificaron según el área al que se dirigían: Matemáticas, Física o Astronomía.

**Figura #12**  
Categorías de análisis sobre la percepción de los estudiantes respecto a la enseñanza de temas de Astronomía



Fuente: Elaboración propia

Además de codificar la información entre negativa y positiva, se clasificó con base en las áreas de cada presentación de la siguiente forma:

- Matemáticas: Comentarios de interés o comentarios negativos.
- Física: Comentarios de interés o comentarios negativos.
- Astronomía: Comentarios de interés o comentarios negativos.

Por último, se creó una última categoría que englobara todas las opiniones de los estudiantes respecto a la enseñanza de los temas de cada charla como parte de su pensum educativo.

El análisis de los resultados obtenidos se realizó utilizando el software MAXQDA y NVIVO, predominando el uso del primero. De esta forma, se codificó la información en cada una de las categorías mencionadas y se procedió a la

interpretación, buscando patrones de intereses en cada área y elaborando distintas representaciones visuales de manera que auxiliaran al análisis. Los resultados obtenidos se muestran en el siguiente capítulo.

#### **D. Elaboración del estado del arte**

Simultáneamente al estudio fenomenológico, se trabaja una investigación documental con respecto al estado del arte respecto a la enseñanza de Astronomía alrededor el mundo. Durante ese proceso se busca responder a la pregunta: ¿Cuáles son las experiencias que han sido desarrolladas en otros contextos educativos sobre la enseñanza de Astronomía? De esta forma, se obtuvo una visión inicial de los esfuerzos realizados por otros profesionales por impulsar la Astronomía en el ámbito educativo, las problemáticas con las que se han topado y qué soluciones han propuesto para ello. Esto fue fundamental para el programa educativo que se diseñó posteriormente.

**Objetivo:** Elaborar el estado del arte de las experiencias desarrolladas en otros contextos educativos sobre la enseñanza de la Astronomía.

Se realiza una recopilación de información sobre la enseñanza de Astronomía en doce países hispanohablantes: España, Uruguay, Chile, Colombia, Argentina, Brasil, México, El Salvador, Costa Rica, Honduras, Nicaragua y Guatemala. La documentación fue obtenida de los currículos formales disponibles en las entidades oficiales encargadas de la supervisión educativa en cada país, así como de investigaciones provenientes de universidades y profesionales en el ámbito de la educación astronómica. Los datos recolectados fueron categorizados mediante un análisis cualitativo para determinar los elementos recurrentes en los programas de Astronomía internacionales. Estos fueron comparados con las competencias, metodologías y contenidos sugeridos por los expertos entrevistados en el trabajo de campo, describiéndose a mayor profundidad en la siguiente fase.

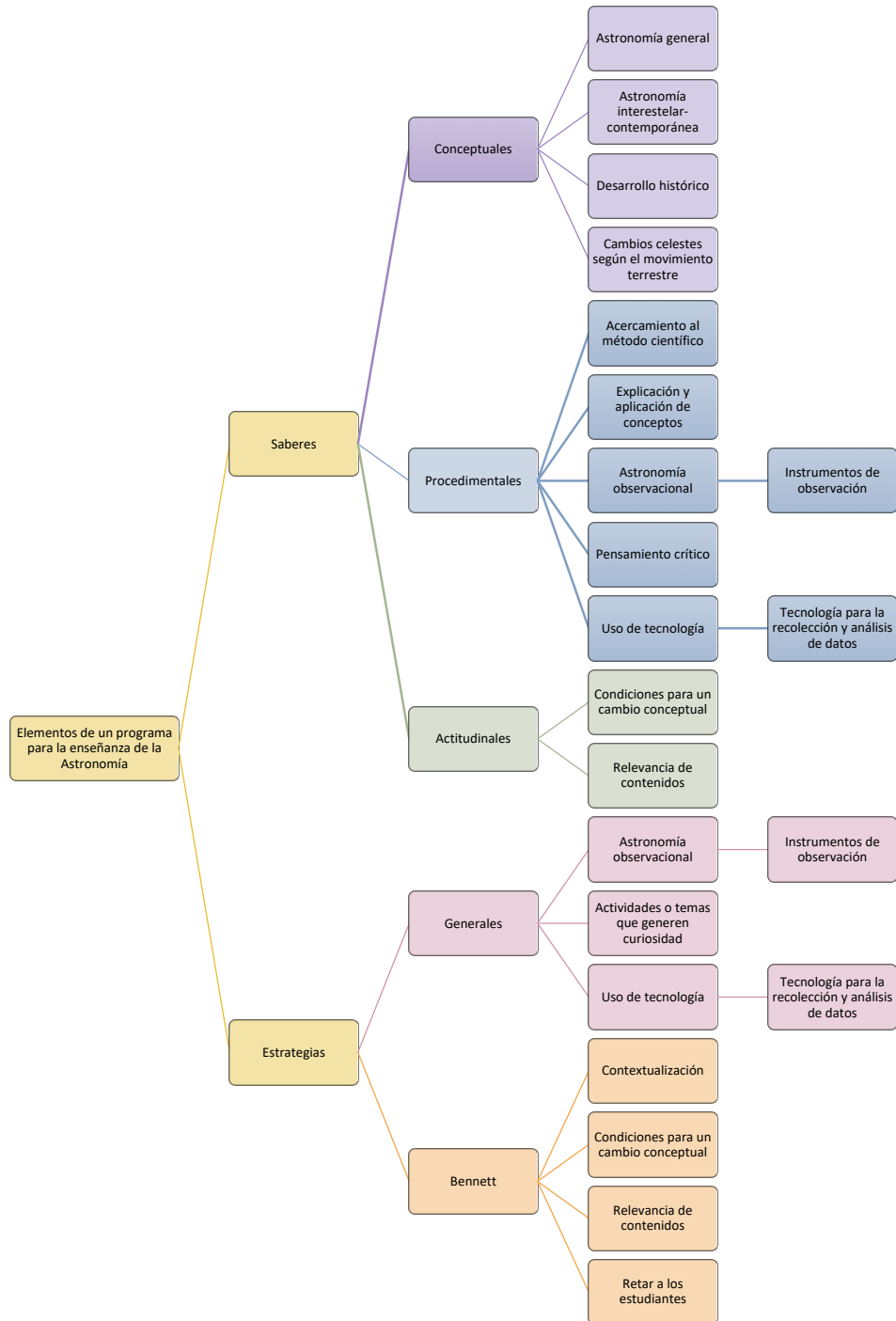
## **E. Trabajo de campo**

Según los hallazgos de la investigación exploratoria se procede a desarrollar el trabajo de campo para indagar acerca de los elementos a incluir en el programa educativo para la enseñanza de Astronomía en Secundaria. Para ello, se realizaron entrevistas a una muestra de diez profesionales pertenecientes a la población de expertos locales e internacionales en el área de enseñanza de Astronomía. Se envía el instrumento mediante un formulario en Google Forms y respondieron profesores de Uruguay, España, Colombia, Venezuela, Países Bajos y Guatemala. Esto se ejecuta con el propósito de responder a la pregunta: ¿Cuáles son los elementos esenciales por incluir en un programa educativo para la enseñanza de Astronomía en Secundaria?

**Objetivo:** Determinar los elementos por incluir en un programa de enseñanza de la Astronomía en el nivel Secundario según la experiencia de expertos en el área.

Al obtener los resultados, se realizó un análisis cualitativo cruzado utilizando Nvivo para codificar la información obtenida en el estado del arte y las entrevistas. De esta manera, se determinaron los elementos que coincidieron y se consideraron fundamentales para el diseño del programa. En la Figura 13 se detalla la organización de cada una de las categorías de análisis utilizadas. Se puede notar que una de ellas se clasificó como Bennet, ya que representa los conceptos y metodologías abordadas por el currículo formal de los países estudiados y las sugerencias de expertos relacionadas con lo que, según Bennett (1999), es indispensable en la enseñanza de la Astronomía.

**Figura 13**  
Categorías de análisis sobre los elementos a incluir en un programa para la enseñanza de Astronomía en Secundaria



Fuente: Elaboración propia.

## **F. Producción**

Según el análisis cruzado de datos obtenidos en las fases previas correspondientes a la investigación exploratoria, la elaboración del estado del arte y el trabajo de campo, se precede a diseñar un programa que sea aplicable de forma secuencial en los grados de Segundo Básico hasta Quinto Bachillerato. En esta fase se establecieron los componentes del programa como las competencias a alcanzar y los saberes conceptuales, actitudinales y procedimentales que ello implica. Para la producción se tomo en cuenta las características contextuales de los adolescentes en instituciones educativas privadas de Guatemala, en específico la población del nivel Secundario del Colegio Neozelandés San Cristóbal.

**Objetivo:** Diseñar un programa educativo para la enseñanza de la Astronomía acorde a las necesidades y características del contexto educativo de los adolescentes en Guatemala

Es importante aclarar que la estructura del programa fue establecida tomando como referencia las directrices para las iniciativas académicas en la Universidad del Valle de Guatemala (UVG) detallado por M.A. Martha Ligia Naranjo (2015). Este formato incluye competencias, saberes conceptuales, actitudinales y procedimentales, metodologías para la enseñanza y aprendizaje y procedimientos, instrumentos y criterios de evaluación. De esta manera, el diseño elaborado en este trabajo concuerda con la forma utilizada para los programas de la UVG. Se puede encontrar entre los anexos del presente trabajo.

## **G. Validación**

Finalmente, se validó el programa educativo para la enseñanza de Astronomía utilizando la técnica de juicio de expertos con el propósito de verificar su aplicabilidad en el nivel de Educación Secundaria en Guatemala. Para ello, se diseñó una lista de cotejo con tres categorías de análisis: contenidos generales del curso, desarrollo de competencias y evaluación del aprendizaje. Se envió a

los profesionales entrevistados en la fase de trabajo de campo vía correo electrónico en un archivo Word y con el programa adjunto en formato PDF. Entre las respuestas, una de las expertas recomendó que se modificara el instrumento para que permitiera contestaciones en una escala de valoración, indicando si los criterios establecidos se cumplían totalmente, en su mayoría, parcialmente o no se cumplían, con el propósito de obtener una validación más precisa. Por lo tanto, se mejora la herramienta y se reenvía a los profesores para que todos los datos se obtuvieran en el mismo formato.

**Objetivo:** Validar la propuesta del programa educativo según el juicio de expertos en Guatemala.

En su totalidad, cinco de los expertos entrevistados inicialmente respondieron el instrumento de validación. Además, se obtuvo la evaluación del programa por parte de tres catedráticos del Diplomado de Astronomía de la Universidad Galileo de Guatemala. Es importante aclarar que la muestra final consistió de tres expertos guatemaltecos, dos profesores de Uruguay, un docente de Colombia y un profesional de España. Las observaciones obtenidas mediante las contestaciones en la escala de valoración se detallan en profundidad en la siguiente sección.

## VI. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

### A. Estudio fenomenológico

En la Tabla 13 se detalla la organización de cada categoría de análisis mediante códigos y se incluye su definición acompañada de un ejemplo demostrativo, extraído de los grupos focales y observaciones, de la información clasificada en cada una de ellas. Es importante aclarar que no se ejemplifica la categoría de comentarios negativos de Astronomía ya que no existió evidencia de ningún comentario de este tipo por parte de los estudiantes, tanto en las observaciones durante las charlas como en los grupos focales.

**Tabla #13**

Categorías de análisis sobre las percepciones de las estudiantes ejemplificadas

Percepciones estudiantiles	Categoría	Subcategoría	Ejemplo
<b>Positivas</b>	<u>Curiosidad:</u> comentarios/momentos inclinados a aprender lo que no conoce.	—	“Quisiera ver el número áureo ejemplificado.”
	<u>Participación:</u> comentarios/momentos que expresan una opinión o dato que contribuya al tema.	—	Los estudiantes comentaron en conjunto los elementos que componen un átomo.
	<u>Comentarios de interés:</u> comentarios que muestran inclinación de ánimo hacia el tema.	Matemáticas	“¿Por qué no seguimos intentando demostrar la hipótesis del continuo?”
		Física	“Física me interesa entonces no esperaba algo malo, me puso a pensar, como más creativo.”
		Astronomía	“¿Qué sucede con la materia cuando entra a un agujero negro?”

Percepciones estudiantiles	Categoría	Subcategoría	Ejemplo
Negativas	<u>Distracciones</u> : momentos que atraían la atención de los estudiantes apartándolos de las presentaciones.	—	Tres estudiantes se toman fotos y molestan entre ellos durante la charla.
	<u>Desinterés / Aburrimiento</u> : comentarios/momentos en que los estudiantes mostraron desánimo por falta de interés o estímulo.	—	“Cuando empezaron a hablar de la tabla del modelo estándar me aburrí.”
	<u>Comentarios negativos</u> : comentarios que muestren negación o rechazo hacia el tema.	Matemáticas	“Cuando me dijeron que la charla era de mate pensé que aburrido lo mismo de siempre.”
		Física	“Yo lo primero que pensé era que no quería recibir otra clase con más fórmulas.”
		Astronomía	—
	<u>Opiniones</u> : juicio o valoración de los estudiantes respecto al tema.	—	“...me hubiera gustado que fuera más interactivo, más de nuestra parte.”

Fuente: Elaboración propia

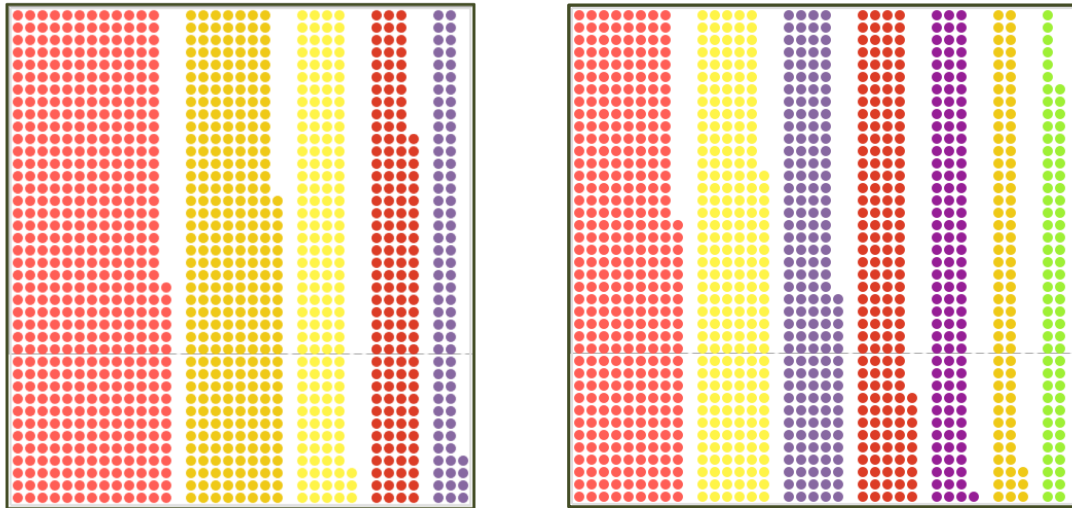
Al realizar el análisis de resultados, se utilizó una representación visual de la categorización de cada charla. De esta forma, se pudo observar cuáles códigos de percepción predominaron en cada una de las charlas y contrastarlos entre sí. A continuación, se muestran las gráficas obtenidas en donde las categorías se representan mediante los siguientes colores:

- **Naranja** – opiniones
- **Dorado** – participación
- **Amarillo** – curiosidad
- **Morado** – distracciones
- **Lila** – desinterés/aburrimiento
- **Rojo claro** – comentarios de interés en matemáticas
- **Rojo oscuro** – comentarios negativos en matemáticas
- **Verde claro** – comentarios de interés en física
- **Verde oscuro** – comentarios negativos en física

- **Celeste** – comentarios de interés en astronomía
- **Azul** – comentarios negativos en astronomía

**Figura #14**

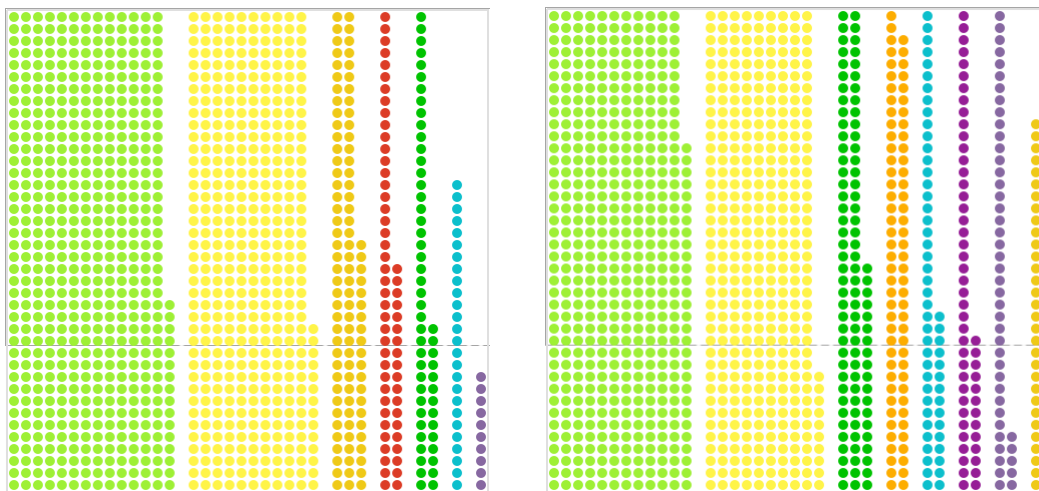
Códigos en las charlas de Matemáticas en Cuarto (izquierda) y Quinto (derecha) Bachillerato



Fuente: Elaboración propia

**Figura #15**

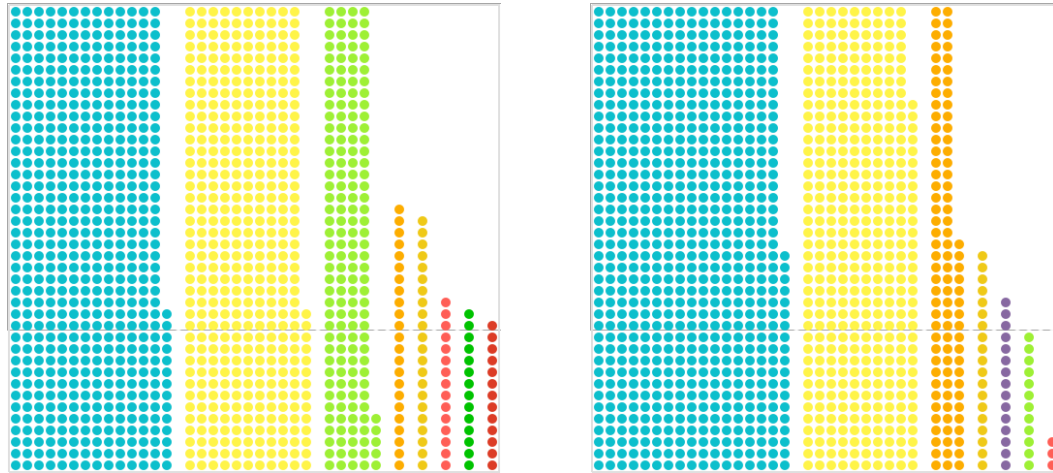
Códigos en las charlas de Física en Cuarto (izquierda) y Quinto (derecha) Bachillerato



Fuente: Elaboración propia

**Figura #16**

Códigos en las charlas de Astronomía en Cuarto (izquierda) y Quinto (derecha) Bachillerato



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, las percepciones positivas, curiosidad e interés, predominan en las tres charlas, especialmente en las charlas de física y astronomía. Esto puede interpretarse como un alto nivel de percepciones positivas de los estudiantes, tanto en Cuarto como en Quinto Bachillerato, hacia los temas tratados en las tres charlas. Sin embargo, se puede observar en la Figura 16 que la mayor cantidad de comentarios de interés por parte de los jóvenes se centra en el tema de astronomía (códigos celestes). Además, este interés no estuvo limitado únicamente a la charla del tema, sino que en la charla de física los alumnos hacían comentarios de interés respecto a temas de astronomía como se puede observar en la Figura 15; algunos ejemplos de estos comentarios son:

*E5-1: "Quisiera saber en qué consiste que algunos planetas y estrellas tengan diferente magnitud de fuerza de gravedad."*

*E5-2: "¿Qué sucedió con las partículas después del Big Bang?"*

*E4-4: "Me gustan más cosas como de astronomía, el espacio y la naturaleza, pero energía cuántica no mucho."*

Respecto a las percepciones de curiosidad de los jóvenes, se observa en las Figuras 15 y 16 que existió un alto nivel de codificación de ella en las charlas de física y astronomía. Sin embargo, al analizar los comentarios y observaciones codificadas en la categoría de curiosidad en cada una de las charlas, se pudo notar que en la charla de física los códigos provienen de un grupo de cinco estudiantes en Quinto Bachillerato y tres en Cuarto Bachillerato; contrario a los códigos de la charla de astronomía en la cual provienen de observaciones y comentarios de la mayoría de los presentes en ambos grados. Esto quiere decir que, a pesar de que parezca que las percepciones de curiosidad de los estudiantes son dirigidas hacia ambas áreas, física y astronomía, en realidad fueron los temas de astronomía los que despertaron curiosidad en la mayoría de los educandos:

*E5-3: “Siempre me dan mucha curiosidad los agujeros negros porque tienen masa infinita, energía infinita.”*

*E5-7: “Me gustaría aprender más de astronomía porque es algo que me llama mucho la atención, el espacio.”*

*E5-11: “Siempre me ha gustado —astronomía— porque es algo que podemos ir descubriendo nosotros mismos.”*

*E5-8: “Desde pequeño me llamaba la atención.”*

Es importante mencionar que las percepciones negativas de los estudiantes, como desinterés, distracciones y aburrimiento, predominan en las charlas de matemática (Figura 14) y son casi nulas en las charlas de astronomía (Figura 16). Además, tanto en la charla de matemática como en la de física existieron comentarios negativos en los grupos focales, contrastando con la completa ausencia de comentarios negativos respecto a las charlas de astronomía. Esto es importante de remarcar ya que, a pesar de que siempre existieran percepciones positivas en cada sesión, se tenían comentarios de desinterés en los grupos focales, exceptuando las charlas de astronomía. Por lo tanto, se puede notar una clara preferencia de la muestra de educandos hacia los

temas astronómicos ya que no existe evidencia de ninguna percepción negativa hacia ellos.

Esta inclinación se muestra también en las actitudes de los estudiantes hacia temas astronómicos ya que, al preguntarles en los grupos focales respecto a su primera impresión cuando se les dijo cuál sería el tema de cada charla (matemáticas, física o astronomía), reportaron sentir más entusiasmo al escuchar que el tema sería astronomía. En las charlas de matemática o física la mayoría, exceptuando a algunos jóvenes, reportaron estar aburridos de las clases numéricas o ya no querer aprender más fórmulas; sin embargo, al iniciar las charlas de astronomía se registraron comentarios como los siguientes: *E4-2: “Sabía que iba a ser asombroso”, E5-6: “Pensé que sería interesante, que aprenderíamos algo chilero”*. De esta forma, se halló una preferencia alta de parte de los educandos hacia temas relacionados con Astronomía, por sobre las clases de Física y Matemática.

Entre las opiniones proporcionadas por los estudiantes, se tuvo una mayor participación en las charlas de física y astronomía en Quinto Bachillerato. Estas opiniones fueron respecto a la posible enseñanza de temas relacionados a las charlas en su pensum educativo. Para fines de análisis, se contrastará la respuesta de uno de los estudiantes respecto a la enseñanza de temas de física cuántica y astronomía en el colegio, en los grupos focales realizados:

*E5-12: “Si —considero que se podría enseñar el tema— pero tal vez en Cuarto y Quinto Bachillerato. Entonces si podríamos ver partículas subatómicas, pero necesitamos una base porque los temas no son muy abiertos para todas las personas. Porque le podés preguntar a cualquier persona si les interesaría saber más de átomos y no les interesa.”*

*E5-12: “Deberían de enseñar astronomía desde pequeños, debería de ser como una clase que todos deberían saber. O sea, no en específico, pero al menos explicarles a las personas que hay otros tipos de estrellas y esas cosas son importantes de aprender. Sí, se les puede explicar y así se*

*pueden crear más físicos que lo estudien y si lo escucha un niño se va a interesar, porque si no solo se convierten en personas normales y estudian algo común en la universidad.”*

Se puede notar que el estudiante, a pesar de estar de acuerdo en la enseñanza de los temas mencionados en el colegio, considera que los de física son percibidos de una forma menos entusiasta que los temas de astronomía. Además, menciona a la astronomía como una herramienta para “crear más físicos” sin incluir a la misma física como una herramienta para ello. Es interesante también que considere que esta ciencia debería ser enseñada en todos los niveles educativos y remarque la importancia de su aprendizaje. Esto va acorde con las opiniones de expertos como Rosenberg, *et al.* (2014), que mencionan que es fundamental la enseñanza de la astronomía en la juventud para el desarrollo científico de un país.

A manera de conclusión, se muestra un diagrama de códigos en la Figura 20 en el cual, a mayor tamaño, mayor cantidad de segmentos de los registros anecdóticos y grupos focales clasificados bajo esa categoría. Es evidente que la mayor cantidad de segmentos se encuentra en la categoría de “curiosidad”, seguido por “astronomía interés”. Esto no solo reafirma el hecho de que los estudiantes mostraran preferencia ante temas astronómicos, sino que indica que la curiosidad también es una percepción recurrente en ellos. Es por esto que se puede intuir que existe una posible relación entre el alto nivel de curiosidad de los estudiantes y su interés en temas astronómicos ya que, como indicó Berlyne (1960): la curiosidad es un estado motivacional que *lleva al comportamiento exploratorio*, lo cual tendría completa congruencia con la naturaleza exploratoria y desconocida de la astronomía. De esta manera, se considera que este puede ser un tema para posibles investigaciones futuras y, así, hallar una relación entre la curiosidad y el interés por la astronomía de los estudiantes a nivel básico.

### Figura #17

Nube de códigos: Perspectivas de estudiantes de Cuarto y Quinto Bachillerato



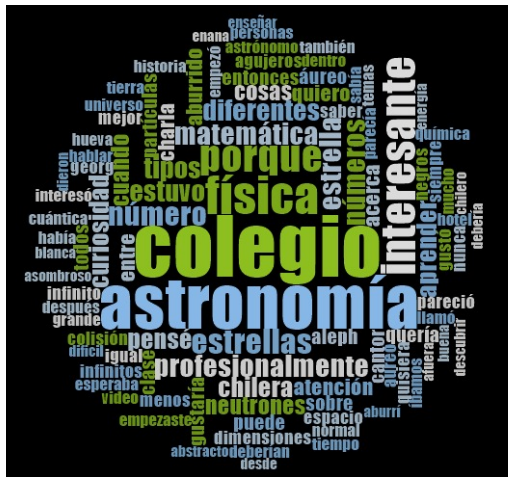
Fuente: Elaboración propia

Se elaboraron cuatro nubes de palabras, la primera siendo una de todas las charlas en conjunto (Figura 18), la segunda de matemática (Figura 19), la tercera de física (Figura 20) y la cuarta de astronomía (Figura 21).

En la nube de palabras de las tres materias (Figura 18), la palabra más repetida es “astronomía”, seguida por “colegio”. Esto se dio ya que, en los grupos focales después de cada charla, se les preguntó si les gustaría aprender más acerca de los temas vistos y si la respuesta era afirmativa, se les preguntó si les gustaría que fuera en el colegio o profesionalmente; de esta manera, la mayoría de respuestas fue que les gustaría, pero en el colegio. Luego, las palabras más recurrentes fueron “física” y “matemática”, en ese orden. Es evidente entonces que se repite más veces la palabra astronomía que las otras dos materias. Se puede observar también, que las palabras relacionadas con astronomía aparecen con mayor frecuencia, tales como: estrellas, estrellas de neutrones, agujeros negros, espacio, astrónomo, enana blanca, constelación, estallar (por las estrellas), nebulosa, cosmos, Universo y Tierra; mientras que relacionadas con matemática y física, solo se pueden apreciar unas cuantas, tales como: infinito, colisión o cuántica. En contraste con las otras tres nubes de palabras, se puede

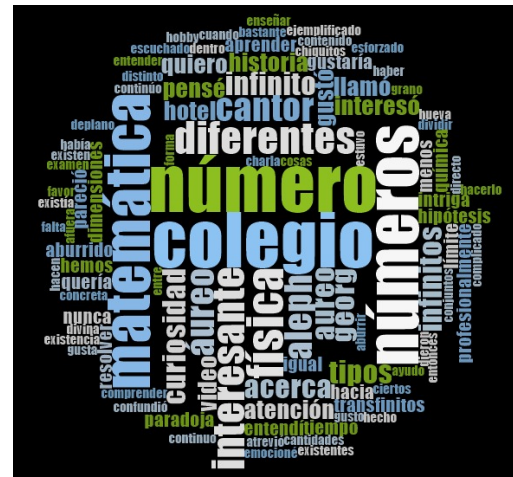
observar que, las palabras más repetidas son “profesionalmente” y “astrónomo” como profesión (Figura 21); mientras que, en la nube de palabras de matemática (Figura 19) , aparece “profesionalmente” mucho más pequeño, y en la de física (Figura 20) no aparece.

**Figura #18**  
Nube de palabras de todos los grupos focales



Fuente: Elaboración propia.

**Figura #19**  
Nube de palabras de grupos focales de Matemática



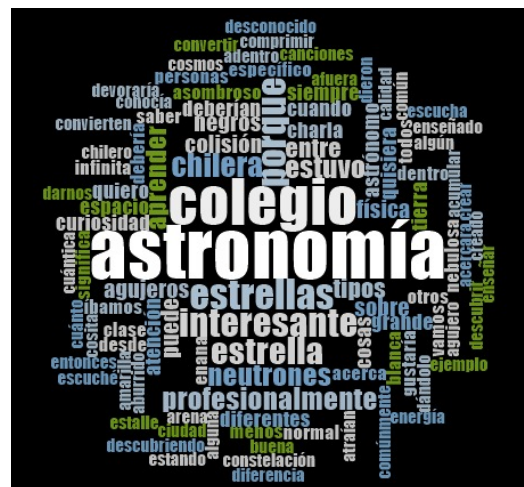
Fuente: Elaboración propia.

**Figura #20**  
Nube de palabras de grupos focales de Física



Fuente: Elaboración propia.

**Figura #21**  
Nube de palabras de grupos focales de Astronomía



Fuente: Elaboración propia.

En la nube de palabras de Astronomía se puede apreciar que las palabras más repetidas son interesante, chilera, asombroso, curiosidad, astrónomo, aprender, profesionalmente. Mientras que en la de física sobresalen palabras como aburrido, abstracto o difícil y las palabras de percepción positiva como interesante, gustar o chilero, aparecen, pero con menos frecuencia. En la nube de palabras de matemática resalta más la palabra colegio, y aunque interesante y curiosidad aparecen, también aparece aburrido. Por lo tanto, las nubes de palabras muestran, nuevamente, que existe una alta preferencia de los estudiantes por los temas de astronomía por sobre temas de física o matemáticas y que su percepción es positiva, mostrando mucha curiosidad e interés por sobre las demás áreas.

#### **B. Entrevistas a expertos en enseñanza de Astronomía y estado del arte**

En la siguiente tabla se detalla la organización de cada una de las categorías de análisis mediante la codificación de los datos obtenidos de las entrevistas a expertos y en la elaboración del estado del arte. Se incluye la definición de cada una y un ejemplo demostrativo. Cabe aclarar que algunas subcategorías forman parte de más de una categoría, por ejemplo, entre los saberes conceptuales y las estrategias generales para la enseñanza de Astronomía se encuentra la Astronomía observacional. Esto ocurre debido a que la astronomía observacional se encuentra ligada tanto a los conceptos que se incluyen en los programas, como las estrategias utilizadas por los docentes.

**Tabla #14**

Categorías para el análisis de las entrevistas a expertos y el estado del arte sobre la enseñanza de Astronomía

Elementos de un programa para la enseñanza de la Astronomía	Categorías	Subcategorías	Ejemplo
<b>Saberes</b>	<u>Conceptuales:</u> información que el estudiante debe ser capaz de recordar, comprender, relacionar o explicar como teorías, leyes, sucesos históricos, modelos, enunciados, etc. <u>Conceptuales</u>	Astronomía general	“...las características y la composición de los distintos cuerpos en el sistema planetario, incluyendo planetas enanos, satélites naturales, cometas y asteroides.”
		Astronomía interestelar-contemporánea	“Medidas de distancias espaciales, tipos de galaxias, tipos de estrellas, los cuásares, púlsares, agujeros negros, cúmulos estelares y constelaciones.”
		Desarrollo histórico	“... un orden histórico que muestre cómo la humanidad ha ido desentrañado el funcionamiento del universo.”
		Cambios celestes según el movimiento terrestre	“... los movimientos aparentes de los astros y sus movimientos reales como la rotación y traslación, los eclipses, las fases lunares y las estaciones.”
	<u>Procedimentales:</u> las acciones que el estudiante realiza, generalmente aplicando conceptos nuevos o adaptándolos a su experiencia previa. Requieren del desarrollo de habilidades y técnicas. <u>Procedimentales</u>	Acercamiento al método científico	“Familiarizar a los alumnos con la naturaleza de la ciencia, que elabora modelos para explicar los problemas hasta que surgen dificultades que obligan a cambiarlos, en este caso, el geocéntrico, heliocéntrico, newtoniano, etc.”
		Explicación y aplicación de conceptos	“Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.”
		Astronomía observacional	“Reconocimiento e identificación visual de los diferentes astros visibles a simple vista.”
		Pensamiento crítico	“... que los jóvenes reconozcan el carácter relativo de los movimientos observados en el cielo y sus consecuencias en las concepciones científicas.”
		Uso de tecnología	Trabajo con software adecuado para reducción y procesamiento de imágenes provenientes de observatorios de investigación.

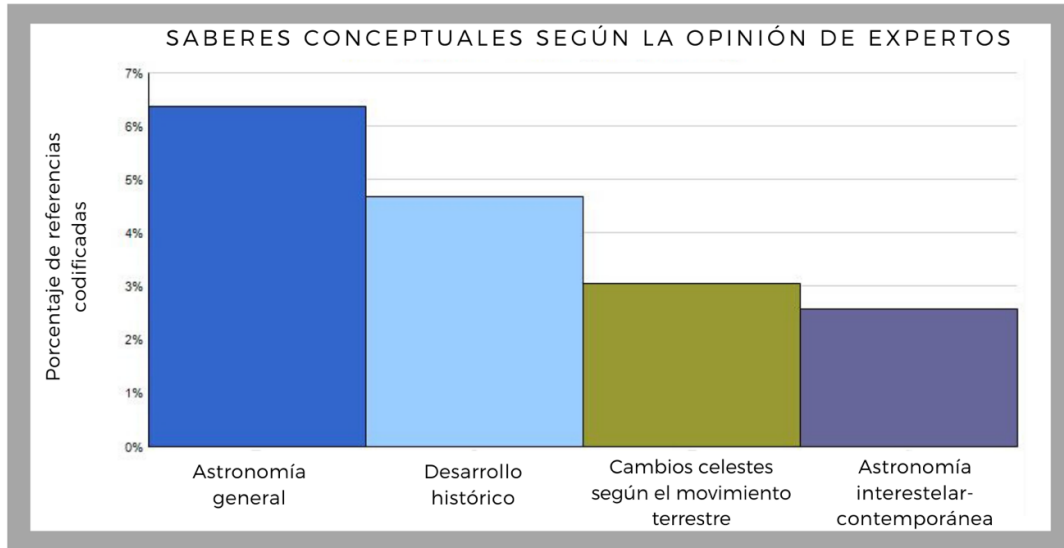
Elementos de un programa para la enseñanza de la Astronomía	Categorías	Subcategorías	Ejemplo
<b>Saberes</b>	<u>Actitudinales:</u> están relacionados con comportamientos que evidencien disposición, un estado de ánimo o alguna forma de reaccionar ante una situación.	Condiciones para un cambio conceptual	"... que se propicien situaciones que hagan que el alumnado cuestione sus modelos y se genere un proceso de construcción de conocimiento con base en la exploración."
		Relevancia de contenidos	"Percepción de la importancia de los ciclos cósmicos en la vida cotidiana."
<b>Estrategias</b>	<u>Generales:</u> estrategias caracterizadas por utilizarse con frecuencia y coincidir en varios contextos de enseñanza de Astronomía.	Astronomía observacional	"Orientación diurna y nocturna sin ayuda instrumental. Percepción de hora y época del año sin utilizar reloj o calendario."
		Actividades o temas que generen curiosidad	"Videos que impresionen de temas de astronomía para motivar a los alumnos."
		Uso de tecnología	"Simulación de movimientos orbitales de distintos astros en el tiempo mediante ordenador."
	<u>Bennett:</u> estrategias similares o relacionadas a las recomendadas por Jeffrey Bennett (1996) para la enseñanza de Astronomía.	Contextualización	"la experiencia directa al aire libre (sea de día o de noche) y preguntar a los estudiantes qué pueden deducir de lo que ven."
		Condiciones para un cambio conceptual	"Esta unidad pretende que aprendan que las observaciones que se realizan dependen del marco de referencia y la tecnología disponible para ello."
		Relevancia de contenidos	Describe la influencia de los movimientos de la tierra en la definición del tiempo, el clima, cultivos y ocupaciones de los habitantes de su comunidad y región.
		Retar a los estudiantes	Investigación y realizar presentaciones por parte de los estudiantes para que aprendan a explicar correctamente los fenómenos y los aprendan a desarrollar ante sus compañeros.

Fuente: Elaboración propia

Al realizar el análisis mediante las categorías especificadas en la Tabla 1, se utilizó un histograma para representar el porcentaje de referencias codificadas bajo esa clasificación. De esta forma, se pudo observar cuáles elementos

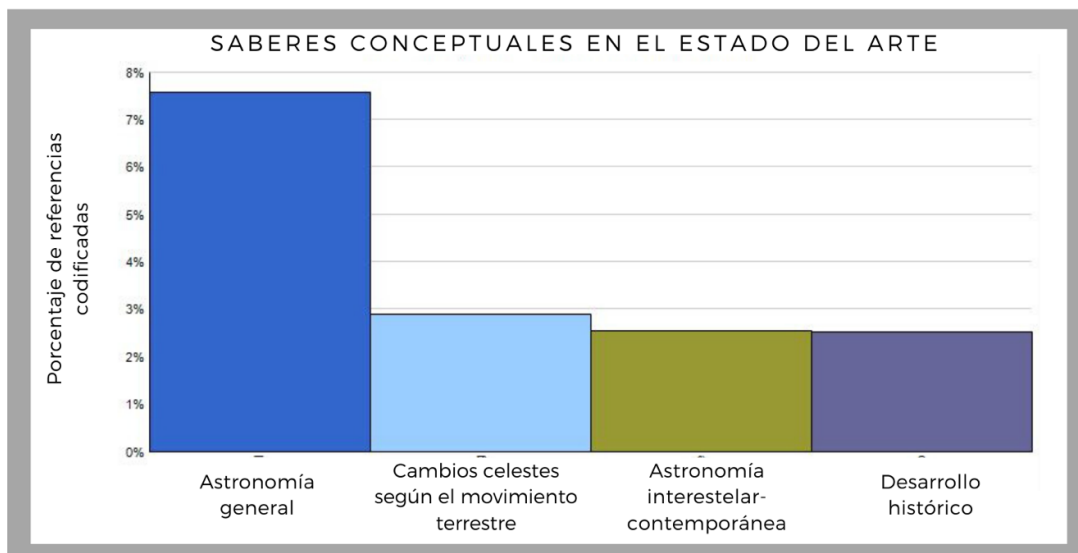
predominan en los programas de enseñanza de Astronomía analizados en el estado del arte y en las recomendaciones de los expertos explícitas en las entrevistas. A continuación, se muestran las gráficas elaboradas con base en los resultados.

**Figura #22**



Fuente: Elaboración propia

**Figura #23**



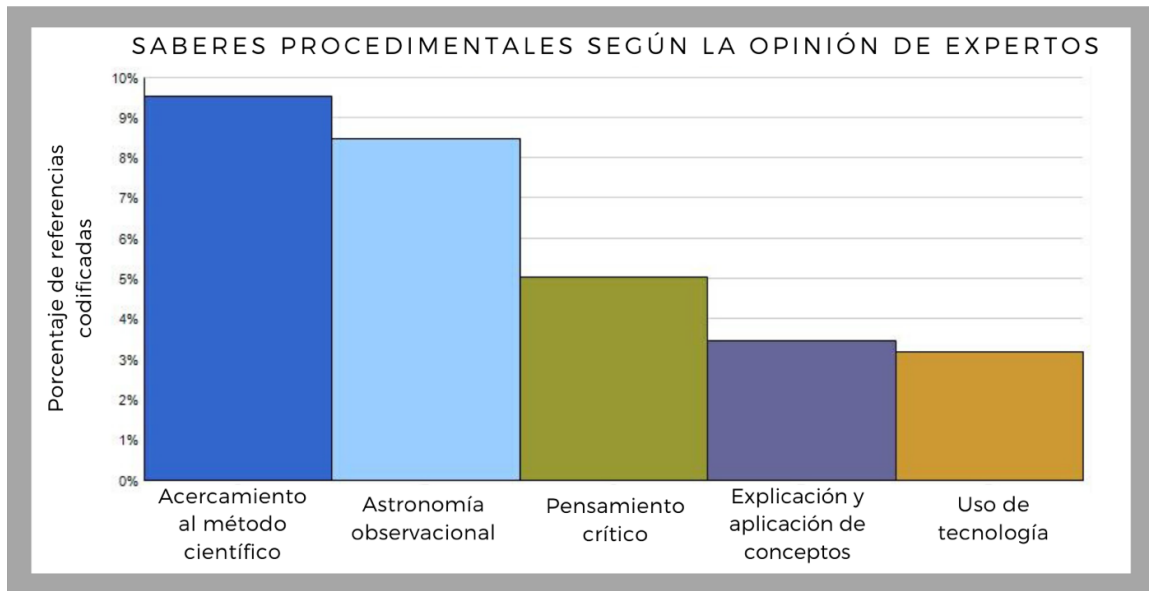
Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en las Figuras 22 y 23, los conceptos de astronomía general predominan entre los elementos a incluir en un programa de enseñanza, tanto en la documentación hallada en el estado del arte como en las sugerencias realizadas por los expertos entrevistados. Entre los temas indispensables que los estudiantes deben manejar se encuentran los siguientes:

- Los movimientos del sistema formado por la Tierra, la Luna, y el Sol y su relación con el día, la noche, las fases lunares, las estaciones y los eclipses. (UCE, 2013; 2015; 2016)
- Los elementos que conforman el Sistema Solar y sus características en comparación con las de la Tierra (Marín, 2012; Ministerio de Educación Nacional, 2006).
- Las teorías principales sobre el origen del Universo y la formación y evolución de las galaxias y el Sistema Solar (Real Decreto 1105/2014, 2015)

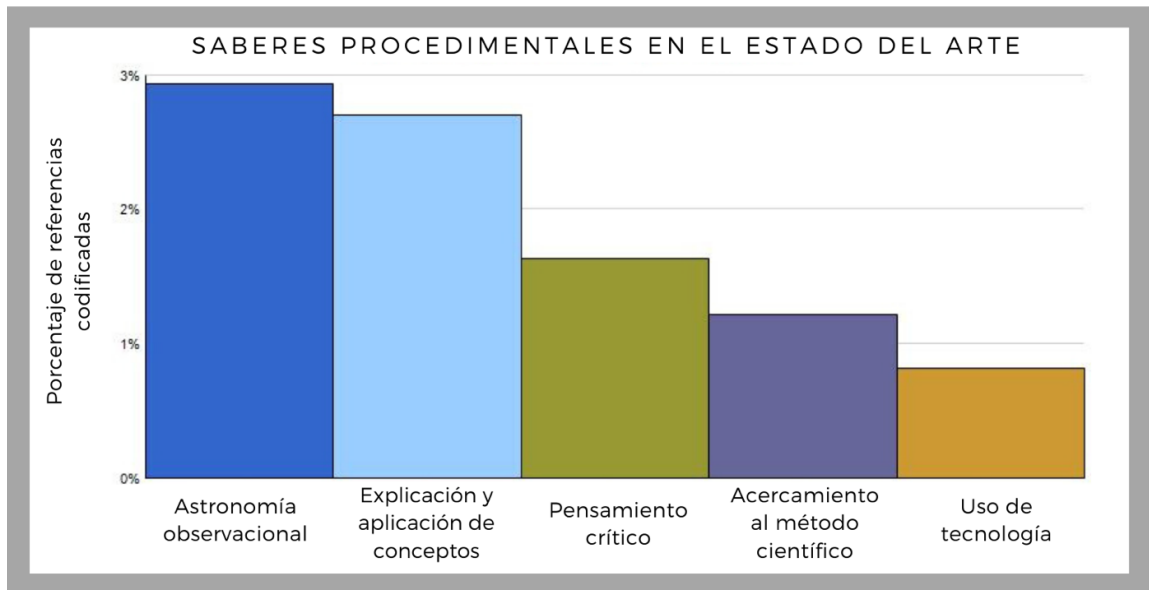
Es interesante remarcar que, según la opinión de expertos, el desarrollo histórico es el segundo saber conceptual más recurrente; esto en comparación con lo hallado en el estado del arte, en donde los cambios celestes según el movimiento terrestre ocupan este puesto. Esto quiere decir que los programas de enseñanza de Astronomía analizados en la investigación se enfocan en saberes conceptuales distintos que los son priorizados por los profesores, evidenciando una brecha entre el currículo formal y real de los procesos de enseñanza-aprendizaje de esta ciencia. Debido a que la opinión de los profesionales entrevistados corresponde al año 2019, consiste en una sugerencia para desarrollar una propuesta de mejora para la enseñanza de esta asignatura que responda a las necesidades actuales del estudiantado.

**Figura #24**



Fuente: Elaboración propia

**Figura #25**



Fuente: Elaboración propia

Analizando las Figuras 24 y 25, se encuentra, de nuevo, incongruencia entre los saberes procedimentales más recurrentes sugeridos por profesionales

en la enseñanza de Astronomía y los hallados en el estado del arte. Los expertos entrevistados sugieren con mayor frecuencia el acercamiento de los estudiantes al método científico que habilidades relacionadas con observación del cielo diurno y nocturno; los programas documentados enfatizan primero en la observación y luego en la explicación y aplicación de conceptos. De esta forma, se tomaron los tres procedimientos como imprescindibles en el aprendizaje de los jóvenes. En la siguiente tabla se muestran algunos de los resultados obtenidos correspondientes a estos saberes.

**Tabla #15**

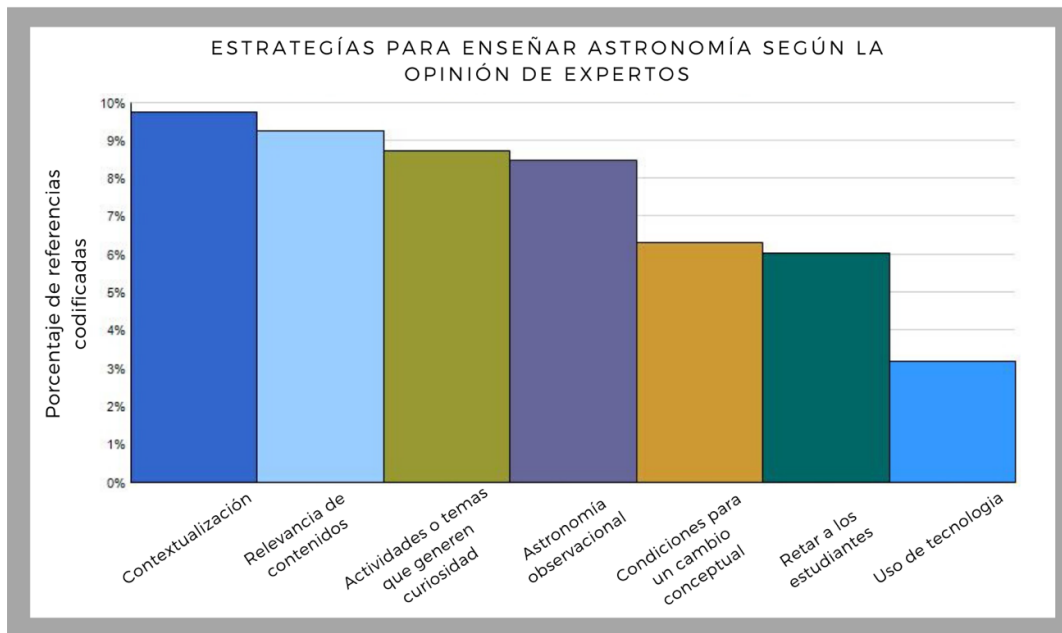
Saberes procedimentales indispensables para el aprendizaje de la Astronomía

CATEGORÍA	SABER PROCEDIMENTAL
<b>Astronomía observacional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocimiento e identificación visual de los diferentes astros visibles a simple vista.</li> <li>• Visualización y seguimiento de astros utilizando instrumental óptico.</li> </ul> <p style="text-align: right;">CES (2006: p 3)</p>
	E7: Realización de prácticas observacionales relacionadas con el tema E3: Medida de la latitud en función de la posición de la estrella polar, estimación mediante un gnomon de la hora solar y su relación con la hora oficial del país en cuestión.
<b>Acercamiento al método científico</b>	Se trabaja el método científico para que los educandos experimenten con la observación, registro y análisis de datos para conocer los objetos celestes dentro del Sistema Solar y realizar comparaciones de las dimensiones y distancias entre ellos (Dirección General de Cultura y Educación, 2006).
	E2: Familiarizar a los alumnos con la naturaleza de la ciencia, que elabora modelos para explicar los problemas hasta que surgen dificultades que obligan a cambiarlos, en este caso, el geocéntrico, heliocéntrico, newtoniano, etc. E10: Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
<b>Explicación y aplicación de conceptos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar el modelo planetario desde las fuerzas gravitacionales.</li> <li>• Describir el proceso de formación y extinción de estrellas.</li> <li>• Relacionar masa, peso y densidad con la aceleración de la gravedad en distintos puntos del Sistema Solar.</li> </ul> <p style="text-align: right;">Ministerio de Educación Nacional (2006: p 133 – 141)</p>
	E10: Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.

Fuente: Elaboración propia

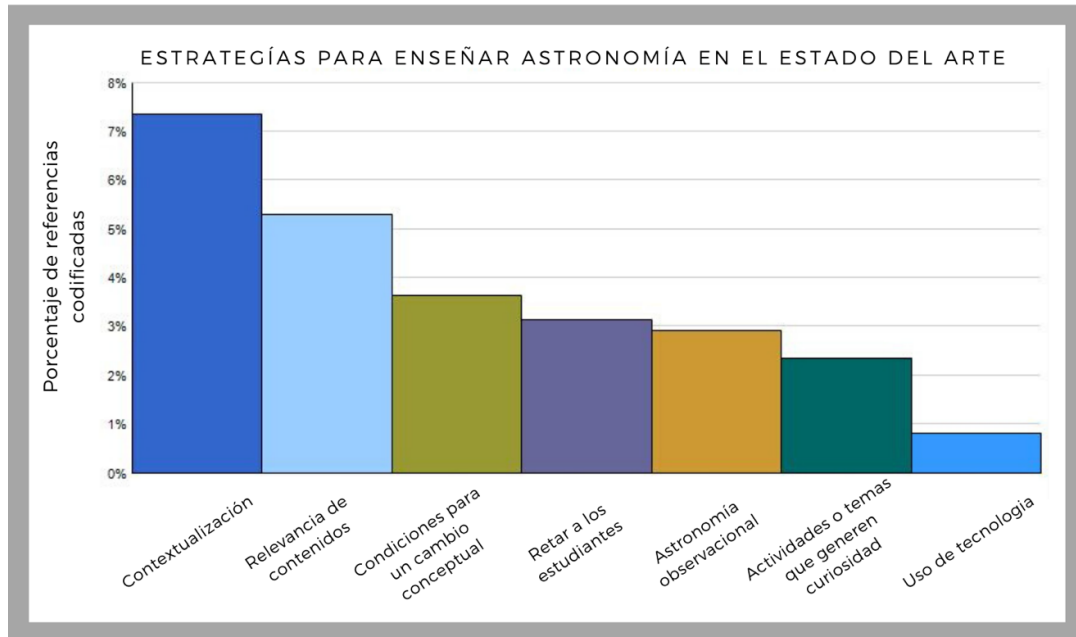
Como se puede notar, los saberes procedimentales hallados en el estado del arte y en las entrevistas con expertos abarcan habilidades similares. Por ejemplo, los procedimientos relacionados con astronomía observacional incluyen el registro de fenómenos celestes a simple vista y la construcción de instrumentos simples para ello. Así mismo, el registro, interpretación y análisis de datos es un proceso clave según los resultados obtenidos. Este último está directamente ligado con la aplicación de conceptos, para el estudio de la información recolectada, y la explicación de los modelos y teorías astronómicas.

**Figura #26**



Fuente: Elaboración propia

**Figura #27**



Fuente: Elaboración propia

En las Figuras 26 y 27 se muestra el análisis realizado sobre las estrategias de enseñanza de Astronomía. Existe congruencia entre los métodos de enseñanza planteados en la documentación hallada en el estado del arte y las sugerencias realizadas por expertos, ya que se enfocan en contextualizar los conceptos de clase con la realidad de los estudiantes y en mostrar la relevancia de sus aprendizajes. Entre las más recurrentes en la investigación, se encuentran las siguientes técnicas a utilizar en clase:

- Contextualizar la ciencia mediante la relación con acontecimientos históricos del avance de la Astronomía (Palomar y Solbes, 2015).
- Observación y exploración para que los estudiantes reconozcan las consecuencias del Sol, y su movimiento aparente, en la vida en la Tierra (UCE, 2013a)
- Construcción de modelos a escala como, por ejemplo, cada educando representa un planeta del Sistema Solar (mencionado por la mitad de los docentes entrevistados).

- E2: *Mostrar sus múltiples aplicaciones (orientación, agricultura, navegación), sus implicaciones sociales (días de la semana, calendario anual).*
- E3: *Conectar los contenidos con los últimos descubrimientos sobre el ese tema para mostrar que la ciencia genuina siempre es dinámica y progresiva.*
- E7: *Proyectos de ciencia ciudadana internacionales como búsqueda de asteroides, búsqueda de vida, Eratóstenes, contaminación lumínica, estrellas variables, entre otros.*

Un punto importante por remarcar es la discrepancia que se muestra entre el currículo formal de Astronomía y la opinión de los expertos sobre la priorización de actividades que generen curiosidad en los estudiantes. Según los profesores entrevistados, estas estrategias ocupan el tercer lugar entre sus sugerencias; sin embargo, la documentación sobre la enseñanza de esta ciencia muestra que tales métodos son cercanos a los que se utilizan con menor frecuencia. Esto es una necesidad fundamental por ser solventada al elaborar un programa para la asignatura ya que la curiosidad ha sido considerada como la base del aprendizaje (Román, 2016), fomentando el deseo natural del educando por conocer el mundo que lo rodea (Vygotsky ,1977).

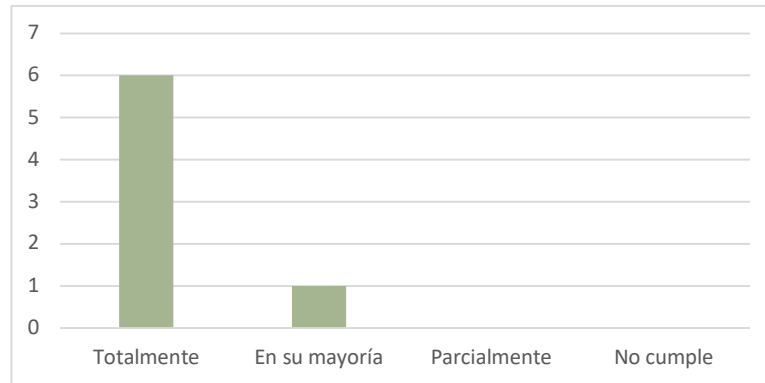
### **C. Validación del programa de enseñanza de Astronomía**

En esta sección se presentan los resultados obtenidos de las siete validaciones de expertos enseñanza de Astronomía siendo tres de ellos guatemaltecos y cuatro de países distintos. Con respecto a los contenidos generales del curso, se puede notar que la mayoría de los expertos coinciden en que son pertinentes para el aprendizaje de esta ciencia y adecuada para el grupo etario de estudiantes como se ve en las Figuras 28 y 30. Sobre la secuencia de los módulos hubo un profesor que no estuvo de acuerdo con la forma en la que fue estructurada como se observa en la Figura 29. Su recomendación fue con respecto al segundo módulo: Historia corta del Universo y el desarrollo de la Astronomía, debido a que en él se encuentra la teoría del Big Bang como explicación a la formación del Universo; sugiere que este tema se trabaje hasta el

último módulo en donde se trabaja el área de espacio interestelar ya que en ese punto los jóvenes ya comprenden teorías más avanzadas sobre Astronomía. Además, aconsejó que la historia del desarrollo astronómico se incluya de la mano con la observación ya que implica trabajar con instrumentos que permiten ver objetos próximos y, a lo largo del tiempo, cuerpos celestes lejanos gracias al progreso de la tecnología.

**Figura #28**

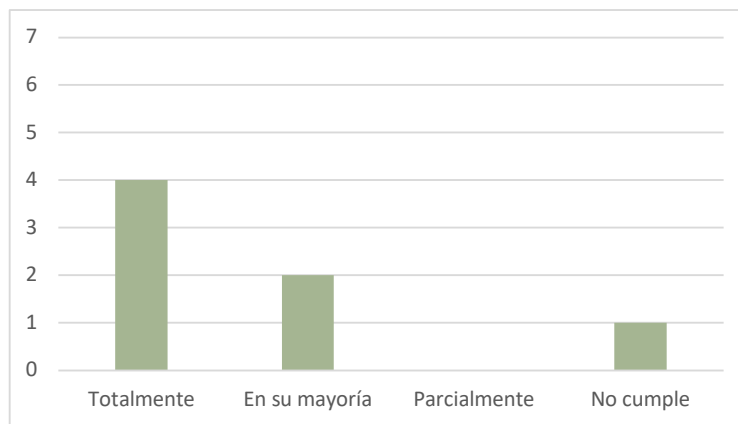
Respuestas de expertos: ¿Son pertinentes los contenidos incluidos en cada uno de los módulos para el aprendizaje de la Astronomía?



Fuente: Elaboración propia

**Figura #29**

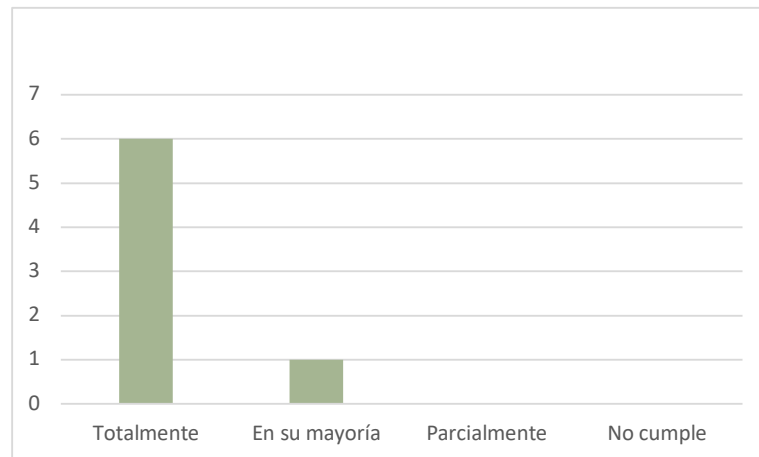
Respuestas de expertos: ¿Es idónea la secuencia de los módulos para el proceso de enseñanza aprendizaje?



Fuente: Elaboración propia

**Figura #30**

Respuesta de expertos: ¿La programación es apropiada para el grupo etario de estudiantes?

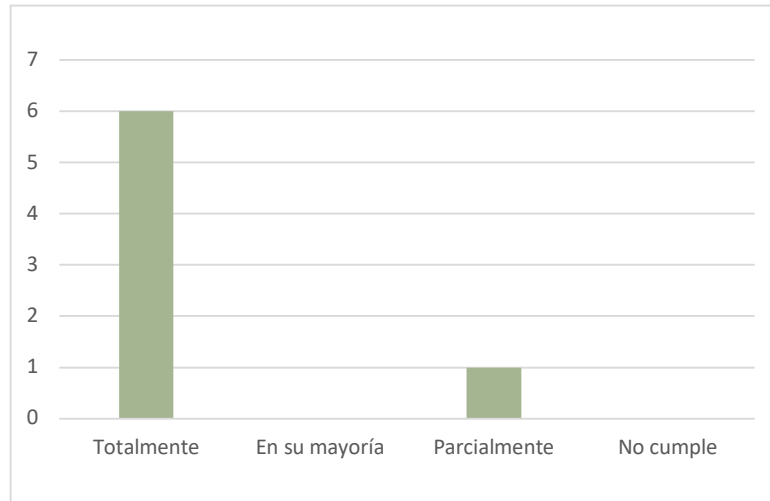


Fuente: Elaboración propia

Respecto al desarrollo de las competencias de los estudiantes, la mayoría de los expertos de la muestra expresó que las incluidas en el programa responden a las necesidades de los estudiantes para el aprendizaje de la Astronomía. Además, afirmaron que la totalidad de los saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales propuestos son los necesarios para alcanzar cada competencia, como se ve en las Figuras 31 y 32. Existe una profesora que indicó que estos dos criterios se cumplen parcialmente a lo largo del programa; entre sus observaciones dio a entender que se requiere del desarrollo de más de una competencia por módulo. Tomando en cuenta que su respuesta proviene de Uruguay, un país en donde esta asignatura se incluye de forma oficial desde hace más de un siglo, es coherente el buscar desarrollar varias competencias astronómicas a lo largo del curso en los jóvenes puesto a la permanencia y transversalidad de la materia en su pénsum académico, como se describe en el estado del arte presentado en este trabajo. Así mismo, es importante que esta sugerencia se acate en el momento de que esta propuesta sea utilizada como materia oficial en el plan de estudios de una institución.

**Figura #31**

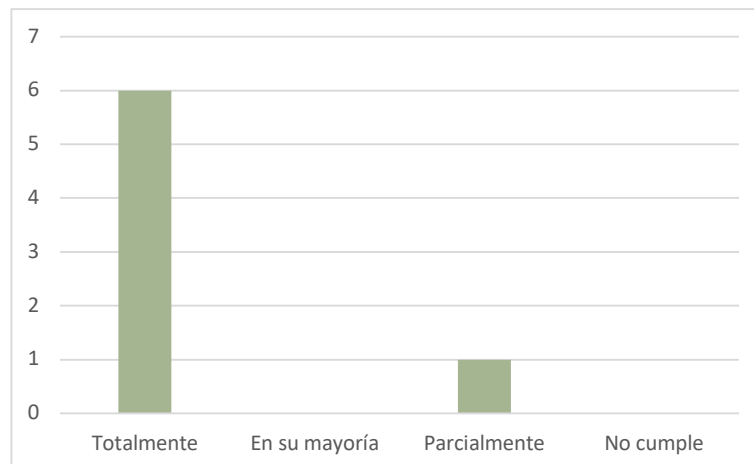
Respuestas de expertos: ¿Las competencias específicas responden a las necesidades de los estudiantes para el aprendizaje de la Astronomía?



Fuente: Elaboración propia

**Figura #32**

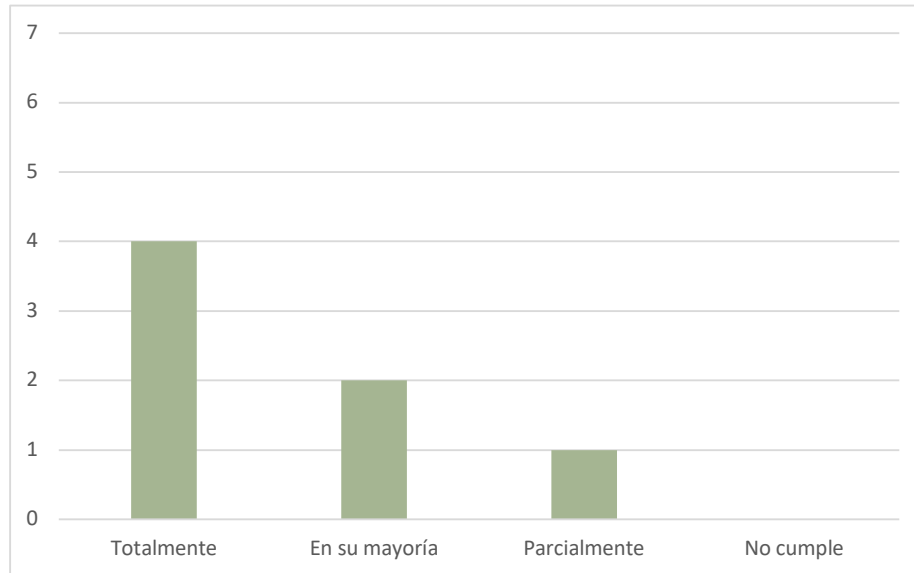
Respuestas de expertos: ¿Responden los saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales a lo necesario para alcanzar cada competencia?



Fuente: Elaboración propia

**Figura #33**

Respuestas de expertos: ¿La metodología de enseñanza aprendizaje es coherente para el desarrollo de las competencias?



Fuente: Elaboración propia

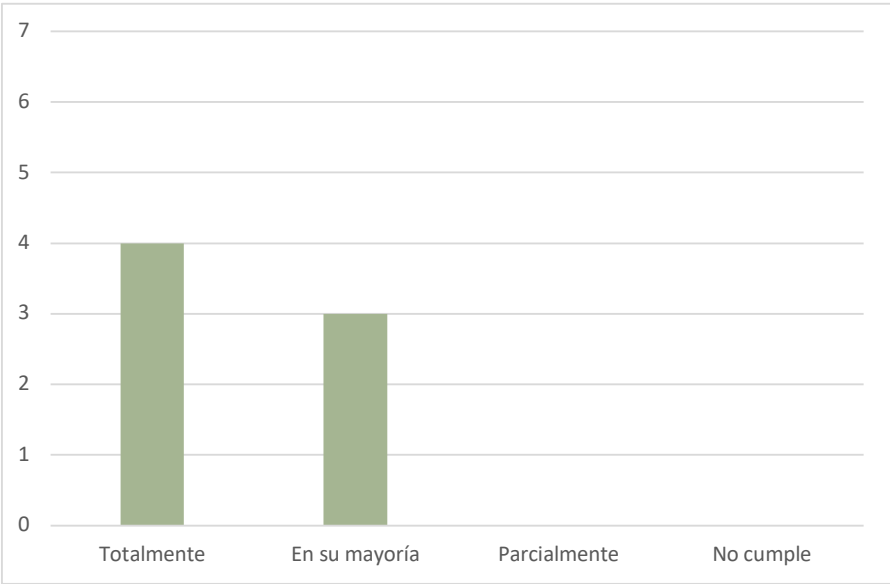
En la Figura 33 se puede observar que los profesores encuestados expresan que, en la mayoría del programa, la metodología de enseñanza-aprendizaje es coherente para el desarrollo de competencias. Es interesante notar que la respuesta de esta pregunta no fue unánime, puesto a que existen diversas metodologías y estrategias para la enseñanza de Astronomía según el contexto en el que se encuentren los estudiantes. Así mismo, el ambiente escolar guatemalteco no permite aún el uso de estrategias didácticas con recursos y herramientas idóneas para desarrollo completo de la competencia astronómica. Esto se contrasta con las oportunidades en otros países en donde existen observatorios y planetarios que pueden visitar los aprendices como el caso de Uruguay, El Salvador, España, Chile y demás países incluidos en el estado del arte.

Con respecto a la evaluación del aprendizaje, todos los profesores de la muestra estuvieron de acuerdo con que la mayoría de los productos indicado en

los procedimientos y la mayor parte de los criterios son adecuados para la medición del desempeño de los estudiantes, como se puede notar en las Figuras 34 y 35. Entre los comentarios realizados sobre los productos que los jóvenes elaborarán durante el curso de Astronomía, se tiene la sugerencia de incluir proyectos de ciencia ciudadana e interdisciplinariedad mediante los cuales se puedan evidenciar los aprendizajes. Es interesante este consejo ya que permite que los educandos experimenten la aplicación de sus conocimientos en un contexto de ayuda a su comunidad y que relacione conceptos astronómicos con otras asignaturas. Esto es un aspecto clave para el crecimiento de esta ciencia en un país: el que se produzcan aportes a la vida cotidiana y a otras ciencias, como lo ha hecho a lo largo de la historia (Rosenberg, Russo, Bladon y Lindenberg, 2014).

**Figura #34**

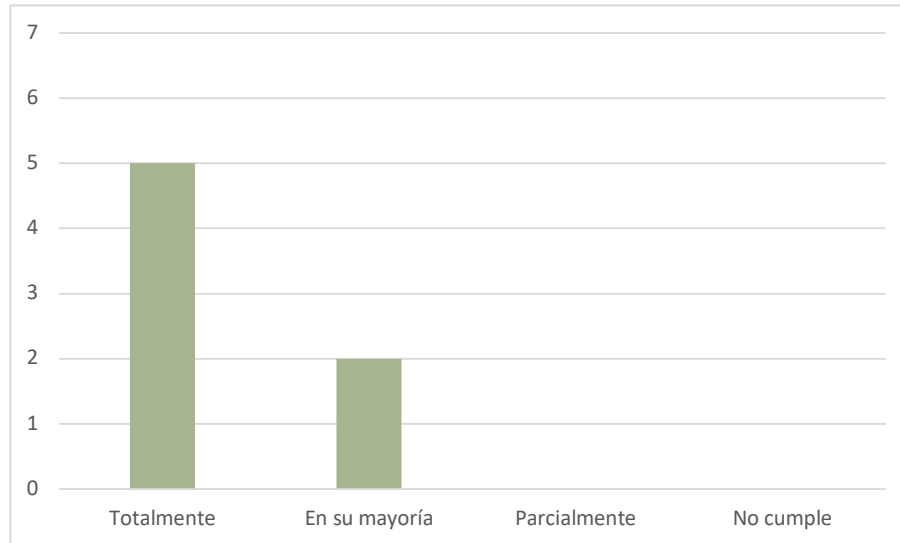
Respuestas de expertos: ¿Se puede evaluar el desempeño del estudiante mediante el producto indicado en los procedimientos?



Fuente: Elaboración propia

**Figura #35**

Respuestas de expertos: ¿Son adecuadas las pautas establecidas por los criterios para evaluar el desempeño del estudiante?

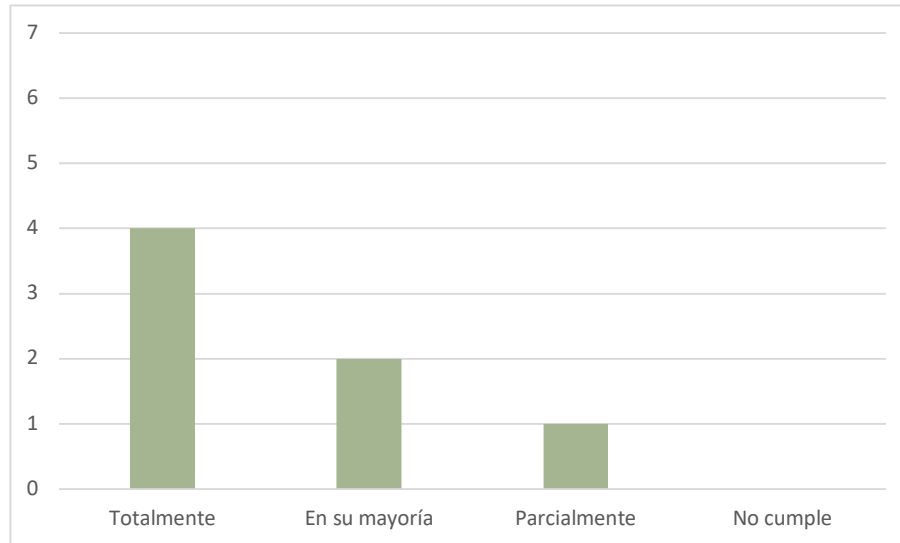


Fuente: Elaboración propia

Por último, los expertos opinaron respecto a los procedimientos de evaluación y si evidenciaban los saberes procedimentales y actitudinales necesarios para alcanzar cada competencia. El 86% estuvo de acuerdo con que la mayoría o todos los procedimientos eran adecuados para la medición de los saberes, como se ve en la Figura 36. Una experta indicó que únicamente algunos de los procedimientos cumplían este criterio, haciendo énfasis en que se tiene que buscar evaluar la transmisión y aplicación de conceptos en una mayor cantidad que lo indicado en el programa. Nuevamente, proviene de Uruguay, por lo que la sugerencia prueba ser un ideal al que, definitivamente, se tiene que aspirar cuando se aplique la propuesta del presente trabajo de graduación. La divulgación de temas de Astronomía y su aplicación en la solución de problemas es esencial para la formación de profesionales en el área.

**Figura #36**

Respuestas de expertos: ¿Los procedimientos de evaluación evidencian los saberes procedimentales y actitudinales?



Fuente: Elaboración propia

En general, se puede notar que todos los criterios evaluados mediante la validación de expertos se cumplen en la mayoría del programa para la enseñanza de Astronomía. Según profesores con varios años de experiencia en la materia, la propuesta no solo prueba ser adecuada, sino bien estructurada. Se obtuvieron comentarios como los siguientes:

E1 – Prof. Hebert Pistón, Uruguay, 44 años de experiencia en la enseñanza de Astronomía en Secundaria: *El programa es muy adecuado a la enseñanza de Astronomía. Es volcar una noción general de como es el Universo, independientemente de que quienes cursen, sigan o no la carrera astronómica.*

E2 – Profesor de Astronomía en Secundaria, Colombia, 5 años de experiencia: *El trabajo da cuenta de un proceso de investigación ya que está bien estructurado y planteado. ... las estrategias de enseñanza-aprendizaje planteadas son útiles y sirven de ejemplo, para establecer*

*programas similares que se puedan adaptar según las necesidades de quien lo consulte.*

Existen comentarios que realizaron los profesores que no entran entre las categorías mencionadas anteriormente. Enfatizan, por ejemplo, en la importancia de que los jóvenes conozcan el método científico y sean capaces de aplicarlo en otras áreas y en su vida cotidiana. Así mismo, remarcan lo esencial que es la formación de los docentes que impartirán el curso para poder brindar una noción general del Universo a estudiantes y fomentar el uso del razonamiento crítico para distinguir conceptos verídicos con respecto a ficticios.

A manera de cierre, se puede notar que los comentarios y observaciones de los expertos son congruentes con lo investigado en el estado del arte sobre las experiencias en enseñanza de Astronomía ya que reflejan la opinión proveniente de países en donde esta ciencia no solo se ha desarrollado más que en Guatemala, sino que existen varias oportunidades de aprendizaje para estudiantes del Nivel Medio. De esta forma, la evaluación de los profesores muestra que, a pesar de que este programa no sea ideal en su totalidad según su experiencia docente y contexto, sí es, en su mayoría, un excelente punto de partida para que los jóvenes guatemaltecos desarrollen competencias científicas y obtengan un aprendizaje astronómico básico. Así mismo, al iniciar el proceso de aplicación en alguna institución se deben tomar en cuenta los consejos mencionados para poder aspirar, con el tiempo, a incluir esta ciencia como iniciativa académica formal en el plan de estudios de los educandos en el Nivel Básico y Bachillerato.

## VII. CONCLUSIONES

1. Los jóvenes muestran entusiasmo hacia conceptos astronómicos e, incluso, solicitan que se les enseñe como parte de su pensum educativo. Se evidenció claramente una percepción positiva de interés y disposición de parte de los estudiantes de Cuarto y Quinto Bachillerato ante la posible implementación de un programa de Astronomía en su currículo.
2. Existe diversidad de experiencias en enseñanza de la Astronomía fuera de Guatemala, hallando países en donde se ha incluido por más de un siglo como asignatura formal y otros con múltiples propuestas para planes de estudio a Nivel Secundario. Se encontraron varios observatorios en países vecinos centroamericanos e incluso oportunidades de estudios a Nivel Superior, contrastando con la casi inexistencia de opciones para guatemaltecos.
3. Según los expertos en enseñanza de la Astronomía en Guatemala y otros países hispanohablantes, entre los elementos indispensables para el programa, el desarrollo histórico es un concepto esencial para un plan de estudios, así como el acercamiento al método científico es un procedimiento clave y la contextualización y demostración de la relevancia de los contenidos son estrategias fundamentales.
4. El programa diseñado incluye el desarrollo de competencias adecuadas para los jóvenes guatemaltecos, contenidos pertinentes en la historia del país como el rol de los Mayas en la Astronomía, estrategias de enseñanza en los patios escolares con instrumentos que pueden ser elaborados con material reciclado y el uso de tecnología disponible en el celular del docente

5. Según la validación de profesores especializados en Astronomía, el programa propuesto en este trabajo de graduación es adecuado para la enseñanza de esta ciencia en jóvenes, expresando que los contenidos son pertinentes y correctos al grupo etario, las competencias responden a las necesidades estudiantiles y la mayoría de los procedimientos y criterios son adecuados para la evaluación del aprendizaje.

## VIII. RECOMENDACIONES

Se recomienda al personal administrativo que:

1. Incluyan dentro de su currículo la enseñanza de Astronomía, ya que es una ciencia que ayuda al estudiante a acercarse, por medio del método científico, a otras áreas, tales como la Física y Matemática que generalmente son materias que provocan rechazo por miedo a lo complejo o por falta de interés.
2. Adquieran libros de texto para Astronomía que no tengan un alto contenido matemático pues esto aleja a los educandos de los conceptos teóricos principales. También, es importante que estos contengan muchas imágenes para que se pueda visualizar apropiadamente los distintos eventos celestiales y causar interés y curiosidad en los educandos.
3. Proporcionen herramientas electrónicas como acompañamiento del programa de Astronomía, ya que son una oportunidad para acercar al estudiante al espacio profundo de forma fácil sin la necesidad de telescopios avanzados y costosos.
4. Tomar en cuenta que la formación docente es esencial para el desarrollo adecuado de un programa de enseñanza de Astronomía, por lo que antes de aplicarlo lo ideal sería la capacitación de los profesores en el área.

Se sugiere a los docentes interesados en aplicar el programa para la enseñanza de Astronomía en Secundaria lo siguiente:

1. Utilizar la observación al impartir la clase de Astronomía de forma constante y la mayor cantidad posible, incluyendo la construcción de instrumentos simples. Es una herramienta fundamental en la interiorización del

conocimiento de cada módulo y motiva de manera sustancial al estudiante. Lo ideal es realizarlas de forma presencial tanto diurnas como nocturnas, pero si no es posible se pueden utilizar los múltiples recursos virtuales y asignar trabajo en casa en el cual los alumnos se ayuden de aplicaciones en sus teléfonos celulares.

2. Fomentar el desarrollo de proyectos interdisciplinarios y de ciencia cotidiana a lo largo del curso de Astronomía, pues es fundamental según expertos en el área. Así mismo, se debe enfocar la evaluación no solo en la descripción y reproducción, sino en la transmisión y aplicación de los conocimientos.
3. Comunicar e inspirar una actitud de curiosidad en el aula no solo con su ejemplo, sino con preguntas provocativas y discusiones profundas en la que el estudiante utilice sus conocimientos para plantearse nuevas interrogantes y tenga la motivación para hallar una respuesta a ellas. Este proceso es el motor para la creación de conocimiento y el desarrollo de toda ciencia.
4. Si se encuentra en su posibilidad, hacer uso de periodos dobles de clase para que la duración semanal del curso de Astronomía sea mayor. De esta forma se permitirá la profundización de conceptos en clase y la generación de discusiones interesantes entre estudiantes.
5. Fomentar el acercamiento de los estudiantes al método científico de manera que logren aplicarlo no solo en la clase de Astronomía, sino en otros aspectos de su vida cotidiana. Además, se debe buscar fomentar un pensamiento crítico en ellos para que puedan discernir entre argumentos ficticios y verdaderos sobre el Universo y su funcionamiento, comprendiendo la diferencia entre la Astronomía y la Astrología.
6. Promover la Astronomía como asignatura formal y, si se tiene la oportunidad de implementarlo, dirigir el curso documentando y publicando sus experiencias con el propósito de difundir cada vez más esta iniciativa. De esta manera, se buscará evidenciar que sí es posible este tipo de emprendimientos en las instituciones educativas que cuenten con la libertad para aplicarlo.

## IX. REFERENCIAS

- Adams, J., & Slater, T. (2000). Astronomy in the National Science Education Standards. *Journal of Geoscience Education*, pp. 39–46.
- Aguiar, R., & Hosoume, Y. (2018). Tópicos de astronomía, astrofísica e cosmología na 1ª série de ensino médio como parte integrante de um projeto curricular diferenciado de física. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA*, (25), 51–70.
- ALMA, ESO/NAOJ/NRAO. (2019). *Sobre ALMA, una primera mirada*. Recuperado de <https://www.almaobservatory.org/es/sobre-alma/>
- Asociación Guatemalteca de Astronomía [AGA] (2019), En Facebook [imagen en Facebook], Recuperado de <https://www.facebook.com/AGA.GUATE/photos/a.142879369088294/2164087746967436/?type=3&theater>
- ASTRO. (s.f.). *Nuestra Historia*. Recuperado de <http://astro.org.sv/historia/>
- Bell, J. (2014). *El libro de la Astronomía*. Madrid: Ilus Books.
- Bennett, J. (1999). Strategies for Teaching Astronomy. *Mercury*, 28(6), 24.
- Berlyne, D. (1960). *Conflict, arousal and curiosity*. New York: Mc Graw Hill.
- BNCC. (2018). *Base Nacional Comum Curricular - Educação é a Base*. Recuperado de <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>
- Calvo, I. (2019). Una reseña del desarrollo de la Astronomía en Costa Rica y aportes del Planetario de San José de la Universidad de Costa Rica. *Revista Educación*, 43(2). <https://doi.org/10.15517/revedu.v43i2.29180>
- Chaisson, E., & McMillan, S. (2014). *Astronomy Today* (6ª ed.). California, EE.UU.: Pearson.
- Consejo de Educación Secundaria [CES] (2006). *Astronomía primer año de bachillerato – reformulación 2006*. Recuperado en 2019, disponible en: [https://www.ces.edu.uy/files/Planes y programas/ref 2006 CB/programa 4to año/astronomia.pdf](https://www.ces.edu.uy/files/Planes%20y%20programas/ref%202006%20CB/programa%204to%20a%C3%B1o/astronomia.pdf).
- Consejo de Formación en Educación [CFE]. (2008). Plan de estudio de profesorado especializado en Astronomía. Recuperado de <http://www.cfe.edu.uy/index.php/planes-y-programas/planes-vigentes->

para-profesorado/44-planes-y-programas/profesorado-2008/394-  
astronomia

Currículo Nacional Base [CNB].

(2017a). Dosificación de los aprendizajes - *Área de Medio Social y Natural - Primer Grado* - CNB. Recuperado de [http://cnbguatemala.org/wiki/Dosificaci%C3%B3n\\_de\\_los\\_aprendizajes\\_-\\_%C3%81rea\\_de\\_Medio\\_Social\\_y\\_Natural\\_-\\_Primer\\_Grado](http://cnbguatemala.org/wiki/Dosificaci%C3%B3n_de_los_aprendizajes_-_%C3%81rea_de_Medio_Social_y_Natural_-_Primer_Grado)

(2017b). Dosificación de los aprendizajes - *Área de Medio Social y Natural - Segundo Grado* - CNB. Recuperado de

[http://cnbguatemala.org/wiki/Dosificación\\_de\\_los\\_aprendizajes\\_-\\_Área\\_de\\_Medio\\_Social\\_y\\_Natural\\_-\\_Segundo\\_Grado](http://cnbguatemala.org/wiki/Dosificación_de_los_aprendizajes_-_Área_de_Medio_Social_y_Natural_-_Segundo_Grado)

(2017c). Dosificación de los aprendizajes - *Área de Medio Social y Natural - Tercer Grado* - CNB. Recuperado de

[http://cnbguatemala.org/wiki/Dosificación\\_de\\_los\\_aprendizajes\\_-\\_Área\\_de\\_Medio\\_Social\\_y\\_Natural\\_-\\_Tercer\\_Grado](http://cnbguatemala.org/wiki/Dosificación_de_los_aprendizajes_-_Área_de_Medio_Social_y_Natural_-_Tercer_Grado)

(2017d). Dosificación de los aprendizajes - *Área de Ciencias Naturales y Tecnología - Sexto Grado* - CNB. Recuperado de

[http://cnbguatemala.org/wiki/Dosificación\\_de\\_los\\_aprendizajes\\_-\\_Área\\_de\\_Ciencias\\_Naturales\\_y\\_Tecnolog%C3%ADa\\_-\\_Sexto\\_Grado](http://cnbguatemala.org/wiki/Dosificación_de_los_aprendizajes_-_Área_de_Ciencias_Naturales_y_Tecnolog%C3%ADa_-_Sexto_Grado)

(2019a). Dosificación de los aprendizajes - *Área de Ciencias Naturales y Tecnología - Quinto Grado* - CNB. Recuperado de

[http://cnbguatemala.org/wiki/Dosificaci%C3%B3n\\_de\\_los\\_aprendizajes\\_-\\_%C3%81rea\\_de\\_Ciencias\\_Naturales\\_y\\_Tecnolog%C3%ADa\\_-\\_Quinto\\_Grado](http://cnbguatemala.org/wiki/Dosificaci%C3%B3n_de_los_aprendizajes_-_%C3%81rea_de_Ciencias_Naturales_y_Tecnolog%C3%ADa_-_Quinto_Grado)

(2019b). *Ciencias Naturales - Malla curricular Primer grado* - CNB. Recuperado de

[http://cnbguatemala.org/wiki/CNB\\_Ciclo\\_B%C3%A1sico/Ciencias\\_Naturales/Malla\\_curricular\\_Primer\\_grado](http://cnbguatemala.org/wiki/CNB_Ciclo_B%C3%A1sico/Ciencias_Naturales/Malla_curricular_Primer_grado)

Colegio Neozelandés San Cristóbal (2018), *Misión, Visión, Principios y Valores de la Institución*, disponible en: <https://colegioneozelandes.com>

Colorado, J. (2009). Esbozo de la Astronomía en El Salvador. *El Salvador Ciencia y Tecnología*, 14(19), 6–12.

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología [CONCYT]. (2016). *Propuesta CURRÍCULUM NACIONAL BASE Ciencias Naturales Ciclo Básico*. Recuperado de <https://profequiquivix.files.wordpress.com/2017/11/cnb-ciclo-basico.pdf>

CONICYT. (2017). CONICYT posiciona a Chile como líder mundial en educación en Astronomía. Recuperado de <https://www.conicyt.cl/astronomia/2017/08/11/posicionando-a-chile-como-lider-mundial-en-educacion-en-astronomia/>

- Departamento de Astronomía y Astrofísica [DAAF]. (2013). *Observatorio Astronómico Centroamericano de Suyapa (OACS)*. Recuperado de <http://faces.unah.edu.hn/astro/index.php/cupula>
- Dias, C., & Santa Rita, J. (2008b). Inserção da Astronomia como disciplina curricular do ensino médio. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA*, (6), 55–65.
- Digeduca. (2019). *Evaluación de graduandos 2019 - Resumen de resultados*. Disponible en: [http://www.mineduc.gob.gt/digeduca/documents/resultados/Resultados\\_Graduandos\\_2019.pdf](http://www.mineduc.gob.gt/digeduca/documents/resultados/Resultados_Graduandos_2019.pdf)
- Dinwiddie, R., Gater, W., Sparrow, G., & Stott, C. (2012). *Stars and Planets* (UK ed.). Londres, Inglaterra: DK Publishing (Dorling Kindersley).
- Dirección General de Cultura y Educación.  
 (2018). *Diseño curricular para la educación primaria: primer ciclo y segundo ciclo*. Buenos Aires, Argentina: La Plata: Dir. General de Cultura y Educación.  
 (2006). *Diseño Curricular para la Educación Secundaria: 1er año ESB* (2ª ed.). Buenos Aires, Argentina: La Plata: Dir. General de Cultura y Educación.
- Escuela de Ciencias Físicas y Matemáticas [ECFM].  
 (2011). *Proyecto de Diseño curricular de la carrera de Licenciatura en Física a impartirse en la Escuela No Facultativa de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de San Carlos de Guatemala*. Guatemala, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.  
 (2019). Curso de didáctica de la astronomía NASE-IAU. Recuperado de <https://ecfm.usac.edu.gt/cifuentes/NASE/pagina/NASE-IAU-GT.html>
- Escuela de Astronomía de Cali. (2019). *Escuela de Astronomía de Cali: Sobre nosotros*. Recuperado de <http://escueladeastronomiadecali.com/nosotros/>
- Escuela Universal Pierre y Marie Curie. (2018). *Observatorio Neil Armstrong*. Recuperado de <http://www.curie.edu.ni/observatory/>
- Franco, A., & López, V. (2017). Retención de los conocimientos sobre el universo: Estudio en alumnos españoles de 5o de educación primaria, a partir de una estrategia didáctica basada en la terminología científica. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 22(72), 235–271.

- González, C., García, S., & Martínez, C. (2015). Qué contenidos y qué habilidades cognitivo-lingüísticas emplea el profesorado de primaria y secundaria en la enseñanza de la astronomía. *Enseñanza de Las Ciencias*, 33(2), 71–89.
- González, I. (2015). El recurso didáctico. Usos y recursos para el aprendizaje dentro del aula. *Escritos En La Facultad*, 11(109), 15–18.
- Guatemalan School of Astrophysics [GUASA]. (2017). Third Guatemalan School of Astrophysics GUASA. Recuperado de <https://ecfm.usac.edu.gt/jrsacahui/GUASA/Guasa2017.html>
- Institución Smithsonian. (2019). Calendario | *Viviendo El Tiempo Maya*. Recuperado de <https://maya.nmai.si.edu/es/calendario>
- Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica [INAOE]. (2019). Posgrado en Astrofísica. Recuperado de <https://posgrados.inaoep.mx/astrofisica/?movil=0>
- Instituto Milenio de Astrofísica. (2015). *Astronomía para todos*. Retrieved from <https://www.astrofiscamas.cl/astrofisica-para-todos/>
- INE – Instituto Nacional de Estadística Guatemala (2016). *Compendio de Educación 2015*. Disponible en: <https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2017/01/16/13EpHY9jEEyYORgJJAUwB758EoJL36aV.pdf>
- (2019) *Estadísticas por tema: población* . Disponible en: <https://www.ine.gob.gt/ine/poblacion-menu/>
- (2018) *Estadísticas por tema: educación* . Disponible en: <https://www.ine.gob.gt/ine/estadisticas/bases-de-datos/educacion/>
- Karttunen, H., Kröger, P., Oja, H., Poutanen, M., & Donner, K. J. (2017). *Fundamental Astronomy* (6ª ed.). Londres, Inglaterra: Springer Berlin Heidelberg.
- Knopoff, P., Badagnani, D., Petrucci, D., González, M., Manceñido, M., Sanservino, M., ... Rodríguez, C. (2015). Astronomía para la emancipación: dando significado a los ciclos solares observados en tiempo real, desde la subjetividad de los estudiantes. *Revista de Enseñanza de la Física*, 27(Extra), 359–364. Recuperado de [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/78871/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/78871/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ley de Educación Nacional [LEN] (2006). *Ley 26.206. Ley de Educación Nacional*. El Senado y la Cámara de Diputados de la Nación. Argentina, Buenos Aires. Recuperado de:

<https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/ley-de-educ-nac-58ac89392ea4c.pdf>

López, A., & Hamacher, D. (2016). Astronomía Cultural. *Revista Ciencia y Tecnología*, 19, 11-20. <https://doi.org/10.5377/rct.v0i19.4272>

Marín, J. (2012). *Origen y Evolución del Concepto de Universo: Una Aproximación a los Lineamientos de Astronomía como Asignatura de la Educación Media*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias.

Massachusetts Institute of Technology. (2016). Gravitational waves detected from second pair of colliding black holes. Recuperado de <https://phys.org/news/2016-06-gravitational-pair-colliding-black-holes.html>

Merino, G. (2004). *El potencial de la educación científica tecnológica como instrumento para un desarrollo sostenible. Presentado en la Cooperación entre científicos y educadores en ciencias para una educación científica y tecnológica de calidad, Lima, Perú*. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000141140/PDF/141140spao.pdf.multi.nameddest=%5B%7B%22num%22%3A198%2C%22gen%22%3A0%7D%2C%7B%22name%22%3A%22XYZ%22%7D%2Cnull%2Cnull%2C0%5D>

Ministerio de Educación [MINEDUC]

(2007). *Currículo Nacional Base del Ciclo Básico del Nivel Medio* (1.ª ed.). Guatemala, Guatemala: DIGECADE.

(2018) *Guatemala en PISA-D. Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes*. Guatemala: Dirección General de Evaluación e Investigación Educativa. Disponible en: <http://www.mineduc.gob.gt/digeduca/documents/pisa/InformePISADGuatemala.pdf>

Ministerio de Educación [MINED].

(2008a). *Programa de Estudio Primer Grado*. San Salvador, El Salvador: Ministerio de Educación Nacional de El Salvador.

(2008b). *Programa de Estudio Segundo Grado*. San Salvador, El Salvador: Ministerio de Educación Nacional de El Salvador.

(2008c). *Programa de Estudio Tercer Grado*. San Salvador, El Salvador: Ministerio de Educación Nacional de El Salvador.

(2008d). *Programas de Estudio Ciencia, Salud y Medio Ambiente: tercer ciclo*. San Salvador, El Salvador: Ministerio de Educación Nacional de El Salvador.

(2009a). *Programa de Estudio Cuarto Grado*. San Salvador, El Salvador: Ministerio de Educación Nacional de El Salvador.

(2009b). *Programa de Estudio Quinto Grado*. San Salvador, El Salvador: Ministerio de Educación Nacional de El Salvador.

(2009c). *Programa de Estudio Sexto Grado*. San Salvador, El Salvador: Ministerio de Educación Nacional de El Salvador.

Ministerio de Educación de la República de Nicaragua.

(2009). *Diseño curricular del subsistema de la educación Básica y Media nicaragüense*. Managua, Nicaragua: Dirección General de Currículo y Desarrollo Tecnológico.

(2014a). *Ciencias Naturales Cuarto Grado* (3ª ed.). Managua, Nicaragua: Ministerio de Educación de la República de Nicaragua.

(2014b). *Ciencias Naturales Quinto Grado* (3ª ed.). Managua, Nicaragua: Ministerio de Educación de la República de Nicaragua.

(2014c). *Ciencias Naturales Sexto Grado* (3ª ed.). Managua, Nicaragua: Ministerio de Educación de la República de Nicaragua.

(2014d). *Ciencias Naturales Tercer Grado* (3ª ed.). Managua, Nicaragua: Ministerio de Educación de la República de Nicaragua.

(2018a). *Ciencias Naturales Noveno Grado*. Managua, Nicaragua: Ministerio de Educación de la República de Nicaragua.

(2018b). *Ciencias Naturales Octavo Grado*. Managua, Nicaragua: Ministerio de Educación de la República de Nicaragua.

(2018c). *Ciencias Naturales Séptimo Grado*. Managua, Nicaragua: Ministerio de Educación de la República de Nicaragua.

Ministerio de Educación Nacional [MEN].

(2019). Sistema educativo colombiano - Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Recuperado de <https://www.mineducacion.gov.co/portal/Preescolar-basica-y-media/Sistema-de-educacion-basica-y-media/233839:Sistema-educativo-colombiano>

(2006). *Estándares básicos de competencias: en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Educación Nacional.

Ministerio de Educación Pública [MEP]. (2016). *Programas de Estudio de Ciencias Primero y Segundo Ciclos de la Educación General Básica*. San José, Costa Rica: Ministerio de Educación Pública.

Milla, E. (2010). Evaluación de la enseñanza de Astronomía en la escuela primaria pública de Tegucigalpa. *Revista Ciencias Espaciales*, 2(1), 21–39.

Naranjo, M. L., & Universidad del Valle de Guatemala. (2015, enero 1). Elaborando el plan de iniciativa académica en Canvas [Diapositivas]. Recuperado de <https://sites.google.com/a/uvg.edu.gt/ac2015/home>

- National Research Council.  
(1991), *Working Papers: Astronomy and Astrophysics Panel Reports*, Washington, DC: The National Academies Press  
(2001). *The Role of Astronomy Education*. En *Astronomy and Astrophysics in the New Millennium*. Washington, DC: National Academy Press. Recuperado de <https://www.nap.edu/read/9839/chapter/7>.
- ONU. (2015) Objetivos de desarrollo sostenible. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/education/>
- Ortiz, L. (2015). *El Cielo en las Ciencias: Enseñanza de la Astronomía en la Escuela. Grado Décimo*. (Informe de práctica docente, Universidad Nacional de Colombia, 2015) (pp. 2-5). Medellín.
- Ospina, J. (2006). *La motivación, motor del aprendizaje*. Revista Ciencias de la Salud, 4, 158-160
- Otero, G. (2000). Enseñanza de la astronomía. *AstroRED: Astronomía Digital*, (7), 12–15. Recuperado de <http://www.astro-digital.com/7/AD07.pdf>
- Palomar, R., & Solbes, J. (2015). Evaluación de una propuesta para la enseñanza y el aprendizaje de la astronomía en secundaria. *Enseñanza De Las Ciencias*, 33(2), 91–111.
- Perilla, W. (2012). *La Astronomía de posición y tiempo: una aproximación a los lineamientos curriculares de la educación media*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias.
- Piaget, J. (1975). *El lenguaje y el pensamiento en el niño. Estudio sobre la lógica del niño*. Buenos aires: Guadalupe.
- Pintos, R., & Fernández, J. (2008). 2009: 120 años de enseñanza de la Astronomía en Uruguay. *Revista Latinoamericana de Educación en Astronomía*, 5, 9–24. Recuperado de <http://www.astronomia.edu.uy/depto/ca/astronomiauruguay.pdf>
- Real Academia Española [RAE]. (2019). *enclave* - RAE. Recuperado de <https://dle.rae.es/srv/search?m=30>
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Boletín oficial del Estado, España, 3 de enero de 2015.

- Revista Latinoamericana de Educación en Astronomía [RELEA]. (2019). Histórico do periódico. Recuperado de <http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/about/history>
- Rodríguez, G. (2012). *Los cuerpos celestes, una aproximación a los lineamientos de Astronomía como asignatura en Educación Media*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias.
- Román J. (2016). La curiosidad en el desarrollo cognitivo: análisis teórico. *Folio de Humanidades y Pedagogía*, 1, 1-20.
- Rosenberg, M., Russo, P., Bladon, G., & Lindberg, L. (2014). *Why is Astronomy Important?* Recuperado de <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1311/1311.0508.pdf>
- Secretaría de Educación [SE]. (2003). *Currículo Nacional Básico*. Tegucigalpa, Honduras: Secretaría de Educación de Honduras.  
(2009). *Programaciones de Ciencias Naturales*. Tegucigalpa, Honduras: Secretaría de Educación de Honduras.
- Secretaría de Educación Pública [SEP]. (2016). *Propuesta curricular para la educación obligatoria 2016*. Ciudad de México, México: D.R. ©
- Schleigh, S., Slater, S., Slater, T., & Stork, D. (2015). The New Curriculum Standards for Astronomy in the United States. *Revista Latino-Americana de Educação Em Astronomia - RELEA*, 20, 131–151.
- Schleicher, A. (2019). *PISA 2018: Insights and Interpretations* (OECD). Retrieved from <https://www.oecd.org/pisa/PISA%202018%20Insights%20and%20Interpretations%20FINAL%20PDF.pdf>
- Solbes, J., & Palomar, R. (2013). Dificultades en el aprendizaje de la astronomía en secundaria. *Revista Brasileira De Ensino De Física*, 35(1).
- Tecú, R. (2015). *Los recursos didácticos y su incidencia en el aprendizaje significativo*. Tesis de Licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Torres, S. Dra. (2017). La astronomía mexicana y su participación a nivel mundial. Recuperado de <http://www.ccciencias.mx/es/ciencia-y-opinion/item/370-astronomia-mexicana.html>
- UIS. (2018). *SDG 4 Data Digest: Data to Nurture Learning*. Quebec, Canada: UNESCO Institute for Statistics.

UNESCO. (2005). *Educación para todos: el imperativo de la calidad; Informe de seguimiento de la EPT en el mundo*. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000150169>

Unidad de Currículum y Evaluación [UCE].

(2013a). *Ciencias Naturales Programa de Estudio para Primer Año Básico*. Santiago, Chile: Ministerio de Educación.

(2013b). *Ciencias Naturales Programa de Estudio para Tercer Año Básico*. Santiago, Chile: Ministerio de Educación.

(2015a). *Física Programa de Estudio para Tercero Medio*. Santiago, Chile: Ministerio de Educación.

(2015b). *Física Programa de Estudio para Cuarto Medio*. Santiago, Chile: Ministerio de Educación.

(2016a). *Ciencias Naturales Programa de Estudio para Primero Medio*. Santiago, Chile: Ministerio de Educación.

(2016b). *Ciencias Naturales Programa de Estudio para Segundo Medio*. Santiago, Chile: Ministerio de Educación.

Universidad Autónoma de Honduras [UNAH]. (2019). Plan de Estudios Carrera de Astronomía y Astrofísica. Recuperado de <https://www.unah.edu.hn/assets/UNAH/plan-de-estudios/Plan-de-Estudio-de-Astronomia-y-Astrofisica.pdf>

Universidad Autónoma de México [UNAM]. (2016). *División de Estudios de Posgrado*. Recuperado de <http://www.fcencias.unam.mx/posgrado/Index>

Universidad Galileo.

(2019). *Carreras – Instituto de Investigación de Ciencias de la Tierra y Astronomía*. Recuperado de <https://www.galileo.edu/iicta/>

(2019b). Eventos | Universidad Galileo. Recuperado de <https://www.galileo.edu/seccion/eventos/>

Universidades.cr. (2019). Maestría en Astrofísica. Recuperado de <https://universidades.cr/universidades/universidad-de-costa-rica-ucr/maestria/astrofisica>

UVG. (2019). *Plan de Estudios - Licenciatura en Física*. Recuperado de <https://www.uvg.edu.gt/carreras/fisica/>

Varela, M., Pérez, U., Álvarez, M., & Arias, A. (2015). Concepciones alternativas sobre Astronomía de profesorado español en formación. *Ciência & Educação (Bauru)*, 21(4), 799–816.

Vigostky, L. (1977). *Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires: La Pléyade.

## **X. ANEXOS**

**ANEXO 1**  
**PROGRAMA PARA LA ENSEÑANZA DE ASTRONOMÍA EN EL**  
**NIVEL DE EDUCACIÓN SECUNDARIA DE GUATEMALA**

Universidad del Valle de Guatemala  
Facultad de Educación  
Licenciatura en Enseñanza de Ciencias Físicas y  
Matemáticas



## Programa de enseñanza de Astronomía

Programa para la enseñanza de Astronomía en el Nivel de  
Educación Secundaria en Guatemala

Melissa Solares Hidalgo  
Guatemala, 2020

## ÍNDICE

I. Introducción	3
II. Preliminares	5
III. Programa	7
IV. Catálogo de recursos	14
A. Historia de la Astronomía	14
B. La Tierra, sus movimientos y la Luna	15
C. El Sistema Solar	18
D. Estrellas	21
E. Galaxias, nebulosas y supernovas	23
F. Teorías del origen del Universo	25
G. Recursos electrónicos variados	26
Referencias	27

## ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

<b>Figura #</b>	<b>Descripción</b>	
1	Recomendaciones a docentes que utilicen el programa	6
2	Secuencia de módulos del programa de Astronomía	8
<b>Tabla #</b>		
1	Contenidos del Módulo 1: Introducción, constelaciones y Astronomía observacional	8
2	Contenidos del Módulo 2: Historia corta del Universo: desde el Big Bang hasta la formación de la Tierra	9
3	Contenidos del Módulo 3: El Sistema Solar	10
4	Contenidos del Módulo 4: La Tierra, la Luna y sus movimientos	11
5	Contenidos del Módulo 5: Espacio interestelar: estrellas, galaxias y nebulosas	12

## I. INTRODUCCIÓN

El siguiente programa de enseñanza de Astronomía está diseñado para un grupo etario adolescente, entre 13 y 17 años. En específico, se elaboró con base en el contexto estudiantil del Colegio Neozelandés San Cristóbal, un centro educativo privado, de carácter mixto, con modalidad bilingüe, que ofrece clases en jornada matutina a una población de 112 alumnos entre los niveles de Maternal a Diversificado. Según lo planteado entre los objetivos de la institución, busca *cambiar los paradigmas que han regido la educación tradicional a través de una metodología única y personalizada que brinda al proceso de enseñanza-aprendizaje ... las herramientas necesarias para transformar positivamente la sociedad en la que viven* (Colegio Neozelandés San Cristóbal, 2018: 4). De esta manera, las aulas poseen una cantidad menor a 17 integrantes y se asegura una mayor atención a las necesidades educativas de cada uno, fomentado el análisis de su entorno para la contribución positiva a él.

En el Colegio Neozelandés se imparten contenidos de Astronomía inmersos en los cursos de Ciencias Naturales en el nivel Primario y Secundario y Biología en Diversificado. Sin embargo, previo a la aplicación se notó la curiosidad de los estudiantes hacia temas astronómicos y en profundizar las pinceladas de contenido que recibían en otras clases. Es por esto por lo que se diseñó un programa de enseñanza de Astronomía, dada la necesidad de brindar un espacio educativo durante la jornada escolar en el cual los alumnos tengan la oportunidad de acercarse más a esta ciencia y adentrarse en el planteamiento de curiosidades y búsqueda de respuestas implícito en el método científico y, especialmente, en el estudio del Universo. De esta forma, se presenta el resultado obtenido de un proceso riguroso de investigación, aplicación, evaluación y rediseño trabajado a lo largo de la elaboración del presente Trabajo de Graduación. Este producto fue

elaborado para su aplicación en el nivel educativo de Secundaria en Guatemala, específicamente desde Segundo Básico hasta Quinto Bachillerato, tomando en cuenta que la Astronomía no es una asignatura oficial en el Currículo Nacional Base (CNB) y los saberes relacionados con esta ciencia son escasos dentro del mismo.

El programa de enseñanza de Astronomía consiste en cinco módulos que incluyen competencias a desarrollar con su implementación y los saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales necesarios para alcanzarlas. Todas las unidades contienen procedimientos, instrumentos y criterios de evaluación, así como un listado de recursos sugeridos. Además, se proporciona un catálogo de herramientas de enseñanza textuales y virtuales clasificadas por eje temático en Astronomía como, por ejemplo, historia, el Sistema Solar, la Tierra, las estrellas, entre otros. Por último, en la sección de anexos se pueden encontrar los instrumentos utilizados durante la implementación realizada en el Colegio Neozelandés que pueden ser de utilidad para el docente.

El programa fue diseñado según los resultados obtenidos del análisis posterior a la elaboración de un estado del arte sobre las experiencias y los planes de estudio de la Astronomía en países hispanohablantes en donde esta ciencia forma parte del currículo formal, ya sea como asignatura o inmersa en otras materias como Ciencias Naturales o Física. Además, se tomaron como referencia las sugerencias de expertos en la enseñanza de Astronomía de España, Uruguay, Venezuela, Guatemala, Colombia y Países Bajos, recolectadas mediante entrevistas. Es importante mencionar que se buscaron los elementos en común entre la documentación hallada y las opiniones de los profesionales, considerando estos como fundamentales para que el proceso de enseñanza-aprendizaje del curso sea adecuado.

Se espera que el docente que utilice este programa posea no solo una guía acerca de cómo llevar a cabo el curso de Astronomía y las competencias que

deben alcanzar sus estudiantes, sino que también cuente con un repertorio de herramientas didácticas adecuadas para la edad y contexto del aprendiz de Secundaria en un ambiente urbano del país. Se pretende que se profundicen los contenidos en el aula a largo plazo y que el programa sea adecuado para su uso a lo largo del Nivel Secundario, desde Segundo Básico hasta Quinto Bachillerato. La propuesta fue diseñada para aplicarse durante dos periodos dobles a la semana, aproximadamente dos horas y media, y requiere de un estimado de una a dos horas de estudio autónomo en casa de parte de los aprendices para profundizar o practicar los contenidos.

## II. PRELIMINARES

Este programa puede ser utilizado como guía para la enseñanza de Astronomía en español, para el Nivel Secundario de instituciones educativas del área urbana. Sin embargo, puede ser modificado, ya sea agregando contenidos más avanzados para niveles educativos más altos o adaptando las prácticas y conceptos para estudiantes de grupos académicos más bajos; así como se pueden buscar recursos alternos para su uso en establecimientos de áreas rurales. Además de incluir los procedimientos, instrumentos y criterios de evaluación, se adjunta un catálogo de recursos clasificado por temas en el área de Astronomía con el propósito de proveer herramientas didácticas para todos los docentes interesados en la enseñanza de este curso. El docente deberá sentirse en libertad de utilizarlos según su criterio y no permitir que el catálogo sea una limitante en su propia búsqueda de material más actualizado.

Es importante remarcar que existen dos tendencias con respecto al orden en el que se enseñan los contenidos en Astronomía: comenzar desde lo más próximo al alumno, desde su posición en la Tierra, luego hacia el Sistema Solar, las galaxias, etc., o comenzar desde el origen del Universo, la teoría del Big Bang, la formación de estrellas, la formación de galaxias, el origen del Sistema Solar, el nacimiento del Sol y la Tierra, etc. Con respecto a esto, el programa diseñado posee una mezcla de ambos enfoques ya que, a manera de introducir al estudiante a su posición en el Universo, se tratan conceptos de la teoría del Big Bang previo a enseñar las características de la Tierra. Sin embargo, el orden de los módulos presentados puede ser modificado a criterio del maestro que los utilice. La secuencia de contenidos presentada es una sugerencia con base en la experiencia docente de la diseñadora.

El lector podrá notar que no se incluyen más de dos procedimientos a lo largo de los cinco módulos relacionados con la observación del cielo nocturno. El motivo de ello es que no en todas las instituciones educativas se cuenta con la posibilidad de realizar labores nocturnas. Sin embargo, se debe mencionar que la experimentación en la enseñanza de Astronomía es necesaria durante todos los momentos, especialmente en la contemplación de las estrellas, planetas y demás fenómenos celestes visibles. De esta forma, el docente debe motivar a los estudiantes para que busquen analizar el cielo por su cuenta y asombrarse de la vista que se tiene de la Luna, eclipses, tránsitos de la Estación Espacial Internacional, alineación de planetas, constelaciones, entre otros objetos cósmicos. Por lo tanto, el maestro deberá estar al tanto de estos eventos y el momento en el que ocurrirán para indicar al alumnado. Queda a su creatividad el cómo incluir la explicación de estos sucesos como parte de la clase y la respectiva evaluación del trabajo en casa.

Para la aplicación del programa de Astronomía, se incluyen las recomendaciones presentadas en el organizador gráfico de la Figura 1. Estas fueron elaboradas con base en las sugerencias de los expertos en el área de enseñanza de Astronomía y en la experiencia de la autora del programa.

**Figura #1**  
**Recomendaciones para los docentes que utilicen el programa**



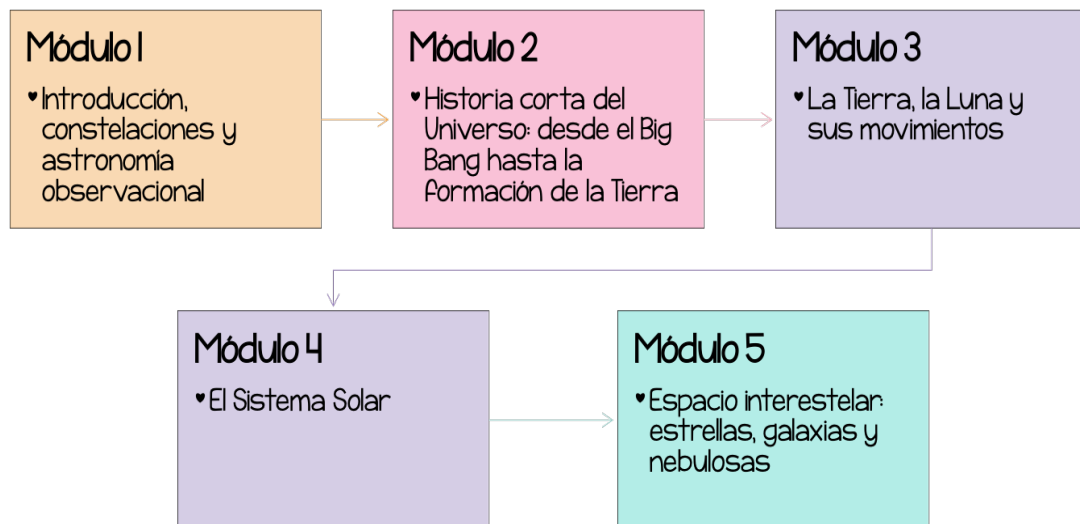
Fuente: Elaboración propia (2019)

### III. PROGRAMA

El siguiente programa de enseñanza de Astronomía para Secundaria consiste en cinco módulos temáticos que se especializan en el desarrollo de una competencia específica a lo largo de un año, utilizando un periodo doble (una hora de clase) a la semana; exceptuando el segundo y tercer módulo, los cuales pueden ser impartidos a lo largo del mismo ciclo escolar debido a la baja carga académica que presenta el contenido relacionado con el sistema Tierra-Sol-Luna. Están presentados en forma de tabla con espacios correspondientes a los saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales, procedimientos, instrumentos y criterios de evaluación. A manera de visualizar la distribución de contenidos se incluye la siguiente secuencia de los módulos:

**Figura #2**

**Secuencia de los módulos del programa de Astronomía**



Fuente: Elaboración propia (2020)

En las siguientes páginas se encuentran las Tablas 1 – 5, en donde se especifican los detalles a trabajar a lo largo de cada módulo del programa de Astronomía. Luego, se presenta la metodología de enseñanza aprendizaje a utilizar en la Tabla 6.

**Tabla #1**  
**Contenidos del Módulo 1**

<b>Módulo 1: Introducción, constelaciones y Astronomía observacional</b>			
<b>Competencia: Ubica la posición de los objetos en el cielo diurno y nocturno disponible en su vida cotidiana.</b>			
<b>Saberes</b>			
<b>Conceptuales</b>	<b>Procedimentales</b>	<b>Actitudinales</b>	<b>Procedimientos, instrumentos y criterios de evaluación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Astronomía y Astrología</li> <li>• Definición de Astronomía</li> <li>• Características y tipos de ciencias</li> <li>• El método científico</li> <li>• Constelaciones y su importancia en civilizaciones antiguas: mayas, egipcios, griegos, china</li> <li>• Orión y sus estrellas principales</li> <li>• Orión y su relación con la civilización egipcia</li> <li>• Constelaciones principales conocidas, sus estrellas y objetos principales: 13 zodiacales, Osa Mayor, Osa Menor, Cruz del Sur, Casiopea, Andrómeda, Canis Mayor, El Bovero, Hydra</li> <li>• Esfera celeste: líneas, planos, puntos principales</li> <li>• Coordenadas astronómicas ecuatoriales y horizontales</li> <li>• Bóvedas celestes a distintas latitudes</li> <li>• Movimiento general diario de los cuerpos celestes: Luna, Sol, planetas y estrellas</li> <li>• Magnitudes aparentes</li> <li>• Aplicaciones para observación del cielo en computadora y celulares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distingue la diferencia entre Astronomía y Astrología.</li> <li>• Reconoce argumentos científicos por sobre opiniones astrológicas en la vida cotidiana.</li> <li>• Observa las constelaciones y distingue sus formas en el cielo nocturno.</li> <li>• Conoce las estrellas principales de cada constelación por nombre e identifica su posición.</li> <li>• Identifica la posición de los objetos en el cielo utilizando mapas estelares.</li> <li>• Describe los ciclos naturales implícitos en la vida diaria.</li> <li>• Se orienta de día y de noche sin ayuda instrumental.</li> <li>• Identifica la hora del día utilizando la posición del Sol en el cielo, su sombra y los puntos cardinales.</li> <li>• Estima la magnitud aparente de los objetos en el día y la noche utilizando la magnitud conocida de los astros que lo rodean.</li> <li>• Utiliza aplicaciones tecnológicas de observación para identificar los objetos vistos en el cielo.</li> <li>• Utiliza aplicaciones tecnológicas de observación para buscar objetos celestes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza y critica argumentos astronómicos, cuestionando su veracidad científica.</li> <li>• Reconoce la importancia de la observación y estudio astronómico para el desarrollo de la raza humana.</li> <li>• Comprende la importancia del conocimiento de los ciclos cósmicos para la experiencia en la vida cotidiana.</li> <li>• Está consciente de la contaminación lumínica en las ciudades y la importancia de un cielo oscuro para estudiar Astronomía.</li> </ul>	<p><b>Procedimientos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración de un cuadro comparativo entre un artículo astronómico y uno astrológico.</li> <li>• Utilizar un diagrama de espina de pescado (Ishikawa) para realizar un análisis entre las observaciones de las civilizaciones antiguas y los efectos que estas tenían en la vida cotidiana antigua.</li> <li>• Presentaciones de constelaciones en clase realizadas por los estudiantes.</li> <li>• Laboratorio de aplicación<sup>3</sup>: los estudiantes se sitúan en el patio escolar y deben identificar la hora del día utilizando la posición del Sol en el cielo, su sombra y los puntos cardinales.</li> <li>• Laboratorio de aplicación<sup>4</sup>: registro de constelaciones mediante una observación nocturna, incluyendo coordenadas astronómicas y magnitudes aparentes.</li> </ul> <p><b>Instrumentos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rúbrica</li> <li>• Lista de cotejo</li> <li>• Escala de valoración</li> </ul> <p><b>Criterios:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica las diferencias entre los argumentos astrológicos y los astronómicos basándose en las características de las ciencias.</li> <li>• Conecta las rutinas y costumbres de las civilizaciones antiguas con los estudios astronómicos que realizaron.</li> <li>• Explica las características principales de la constelación asignada (posición, mitología, estrellas principales) utilizando la terminología astronómica correcta.</li> <li>• Identifica la hora del día utilizando la posición del Sol en el cielo, su sombra y los puntos cardinales</li> <li>• Registra las constelaciones observadas utilizando coordenadas astronómicas de forma correcta y estimando la magnitud de las estrellas</li> </ul>
<b>Recursos</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuentos de estrellas (UNAWWE)</li> <li>• Caminos del cielo (UNAWWE)</li> <li>• Astronomía para todos – Capítulo 1: Historia de la Astronomía (Instituto Mileno de Astrofísica)</li> <li>• El Libro de la Astronomía (Jim Bell, 2013)</li> <li>• Sol y Luna, un mismo camino (Parellada, Ros, &amp; Schnabel, 2013)</li> <li>• Fuente: Elaboración propia (2020)</li> <li>• Stellarium, Sky View, Skychart</li> <li>• Telescopio, binoculares</li> <li>• Taller 4: El Moletrín del Joven Astrónomo (NASE, s.f.)</li> <li>• Taller 10: Preparaciones para una observación (NASE, s.f.)</li> <li>• Página Web: <a href="http://hubblesite.org">http://hubblesite.org</a></li> </ul>			

<sup>3</sup> Se pueden utilizar instrumentos de observación contruidos por los estudiantes como un cuadrante o una regla para medir distancias angulares, se pueden encontrar en el Taller 4 (NASE s.f.).

<sup>4</sup> De ser posible, planificarlo para que sea una estadía escolar nocturna. Sin embargo, los estudiantes pueden realizarlas en casa, asegurándose de haber practicado la medición de coordenadas astronómicas en clase e indicando claramente las instrucciones para llenar un registro de observación.

**Tabla #2**  
**Contenidos del Módulo 2**

<b>Módulo 2: Historia corta del Universo y el desarrollo de la Astronomía</b>			
<b>Competencia: Relaciona los elementos de la evolución del Universo con su micro y macrorealidad.</b>			
<b>Saberes</b>			
<b>Conceptuales</b>	<b>Procedimentales</b>	<b>Actitudinales</b>	<b>Procedimientos, instrumentos y criterios de evaluación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>El origen del Big Bang.</li> <li>La era de la recombinación y la era oscura luego del Big Bang</li> <li>El origen de las primeras estrellas</li> <li>La formación de la Vía Láctea</li> <li>Estructura y características de la Vía Láctea</li> <li>La nebulosa protosolar y El nacimiento del Sol</li> <li>La nebulosa protoplanetaria</li> <li>La formación de la Tierra</li> <li>El origen de la vida en la Tierra y la posibilidad de vida en otros planetas</li> <li>La Astronomía estudiada por civilizaciones antiguas: egipcios, sumerios, mayas y griegos.</li> <li>El desarrollo de la Astronomía durante el renacimiento: Copérnico, Brahe, Kepler y Galileo</li> <li>Astronomía contemporánea, descubrimientos recientes y herramientas para acceder a la información</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tiene la capacidad de explicar el origen de la Tierra y el Universo que la rodea a partir de la Teoría del Big Bang.</li> <li>Distingue los elementos fundamentales en cada fase de la evolución del Universo: partículas subatómicas, moléculas, micro y macroestructuras, estrellas, nebulosas, planetas, etc.</li> <li>Identifica el contexto espacio-temporal de la Tierra en relación con las macroestructuras que conforman el Universo.</li> <li>Analiza la posibilidad de evolución de vida similar a la humana en planetas interiores y externos al Sistema Solar.</li> <li>Compara los avances en el estudio de la Astronomía de las distintas culturas a lo largo de la historia, incluyendo los retos e investigaciones actuales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Está consciente de su ubicación en la Tierra y de ella en el Universo.</li> <li>Reconoce la infinitésima posibilidad de existencia de vida en el Universo.</li> <li>Entiende la importancia de cuidar el planeta Tierra y sus limitados recursos.</li> <li>Posee una comprensión de la escala de su ciclo de vida y el de la humanidad a comparación de la edad del Universo.</li> <li>Reconoce el papel del método científico en la construcción del modelo cosmológico actual y el estudio de los cuerpos celestes.</li> </ul>	<p><b>Procedimientos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboración de una historieta por parte de los estudiantes acerca de la evolución del Universo a partir del Big Bang.</li> <li>Exposiciones de los estudiantes para grados del Nivel Primario sobre la ubicación de la Tierra en el Universo y las macroestructuras en las que forma parte, específicamente la Vía Láctea.</li> <li>Ensayo explicando la importancia del cuidado de la Tierra, siendo el único planeta del Sistema Solar que puede albergar vida.</li> <li>Línea del tiempo tipo infografía sobre el desarrollo de la Astronomía en las distintas culturas y sus avances principales.</li> </ul> <p><b>Instrumentos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rúbrica</li> <li>Lista de cotejo</li> <li>Escala de valoración</li> </ul> <p><b>Criterios:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Relata los eventos físicos que dieron origen al Universo y la vida terrestre a partir de la teoría del Big Bang, siguiendo la estructura y forma de una historieta.</li> <li>Explica el contexto espacio-temporal en el que se encuentra la Tierra en el Universo utilizando referencias que un estudiante del Nivel Primario pueda comprenderlo.</li> <li>Argumenta la importancia de el cuidado de la Tierra para la supervivencia humana mediante un análisis comparativo de las condiciones ambientales en otros planetas del Sistema Solar.</li> <li>Organiza los avances de la Astronomía en orden cronológico, identificando las culturas que los estudiaron y sus implicaciones en el modelo cosmológico actual.</li> </ul>
<b>Recursos</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>El Libro de la Astronomía (Jim Bell, 2013)</li> <li>Astronomía para todos – Capítulo 8: La Vía Láctea (Instituto Mileno de Astrofísica)</li> <li>Video en Youtube: Simulating Star-Formation In real time</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bling Bling Universe 3: Ley de Hubble</li> <li>Cosmología para secundaria (Escribano, 2012)</li> <li>Astronomía para todos – Capítulo 10: Cosmología (Instituto Mileno de Astrofísica)</li> </ul>		

Fuente: Elaboración propia (2020)

**Tabla #3**  
**Contenidos del Módulo 3**

<b>Módulo 3: La Tierra, la Luna y sus movimientos</b>			
<b>Competencia: Predice los cambios de los cuerpos celestes con base en su posición espacio-temporal.</b>			
<b>Saberes</b>			
<b>Conceptuales</b>	<b>Procedimentales</b>	<b>Actitudinales</b>	<b>Procedimientos, instrumentos y criterios de evaluación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La Tierra y su composición: geoesfera, hidrosfera, atmósfera, magnetósfera y biósfera</li> <li>• El movimiento de la Tierra y las estaciones causadas por la inclinación del eje de rotación</li> <li>• Fenómenos ocasionados por el movimiento del sistema Tierra-Sol-Luna: eclipses solares y lunares</li> <li>• Líneas imaginarias, meridianos y paralelos</li> <li>• Meteorología y tipos de nubes</li> <li>• Cambio climático, contaminación y otras amenazas a la vida terrestre.</li> <li>• La Luna y su composición</li> <li>• El origen de la Luna</li> <li>• Las fases lunares y su efecto en las mareas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distingue entre las distintas capas de la composición terrestre y las partes de cada una que son habitables.</li> <li>• Relaciona el movimiento de la Tierra, sobre su eje y alrededor del Sol, con la medición del tiempo en su vida cotidiana.</li> <li>• Distingue los cambios que surgen en las estaciones de la Tierra dependiendo de su ubicación geográfica.</li> <li>• Ubica un sitio geográfico a partir de un par de coordenadas.</li> <li>• Propone estrategias de ayuda a la preservación de los recursos naturales y seres vivos en la Tierra para su contexto inmediato.</li> <li>• Relaciona los tipos de nubes con las condiciones meteorológicas respectivas.</li> <li>• Diferencia las fases de la Luna a simple vista.</li> <li>• Distingue entre un eclipse y una fase lunar a simple vista.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El estudiante: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entiende la importancia de cuidar el planeta Tierra y sus limitados recursos.</li> <li>• Está consciente del cuidado necesario para preservar el planeta y las consecuencias de sus acciones cotidianas en el medio ambiente que lo rodea.</li> <li>• Muestra motivación por desarrollar proyectos de ayuda dirigidos al cambio de acciones dañinas para la Tierra y los seres vivos que la habitan.</li> <li>• Contrasta sus conocimientos previos acerca de las causas de los fenómenos naturales en su vida diaria con los eventos astronómicos vistos a lo largo del módulo.</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Procedimientos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración de una maqueta que represente el movimiento de la Tierra alrededor del Sol y de la Luna alrededor de la Tierra. (Ver páginas 11 y 23 del documento Sol y Luna, un mismo camino)</li> <li>• Laboratorio de aplicación: construcción de un reloj solar en el patio escolar, enfatizar en los cambios que se deben realizar según la latitud en que se ubique.</li> <li>• Registro de un ciclo lunar completo, documentando<sup>5</sup> las partes de la luna iluminadas, sus cráteres y mares.</li> <li>• Videoblog o publicación en redes sociales acerca de una propuesta para solucionar una crisis ambiental, basada en investigación sobre sus causas y efectos. Para presentar su trabajo pueden elaborar un videoblog o publicación en una red social.</li> </ul> <p><b>Instrumentos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rúbrica</li> <li>• Lista de cotejo</li> <li>• Escala de valoración</li> </ul> <p><b>Criterios de evaluación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ilustra los movimientos de la Tierra alrededor del Sol y la Luna alrededor de la Tierra mediante una maqueta que demuestre la inclinación del eje de rotación terrestre.</li> <li>• Construye un reloj solar que indique la hora correctamente según su ubicación geográfica.</li> <li>• Relata las características y cambios al observar la Luna a lo largo de un ciclo completo.</li> <li>• Plantea una propuesta de ayuda hacia una crisis ambiental real basándose en las causas y efectos de esta.</li> </ul>
<b>Recursos</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tierra Paralela (UNAW/E)</li> <li>• Astronomía para todos – Capítulo 2 y 3</li> <li>• El Libro de la Astronomía (Jim Bell, 2013)</li> <li>• El Universo a Sus Pies: Actividades y Recursos para Astronomía (Franknoi y Schatz, 2002)</li> </ul> <p>Fuente: Elaboración propia (2020)</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sol y Luna, un mismo camino (Parellada, Ros, &amp; Schnabel, 2013)</li> <li>• Astronómicas para Secundaria (Gómez &amp; Simón, 2009)</li> <li>• Simulaciones en Astronomy Education at the University of Nebraska-Lincoln (<a href="https://astro.unl.edu/animations/links.html">https://astro.unl.edu/animations/links.html</a>)</li> </ul>	

<sup>5</sup> Para esto se puede utilizar la guía de la actividad 1.2 del documento El Universo a Sus Pies (Franknoi y Schatz, 2002)

**Tabla #4**  
**Contenidos del Módulo 4**

<b>Módulo 4: El Sistema Solar</b>			
<b>Competencia: Valora las condiciones ambientales de la Tierra con relación a las de los demás planetas del Sistema Solar.</b>			
<b>Saberes</b>			
<b>Conceptuales</b>	<b>Procedimentales</b>	<b>Actitudinales</b>	<b>Procedimientos, instrumentos y criterios de evaluación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El origen del Sistema Solar</li> <li>• El Sol, sus procesos y sus capas.</li> <li>• Los planetas del Sistema Solar, sus movimientos, composición y satélites principales</li> <li>• Clasificación de los planetas dentro del Sistema Solar: interiores (rocosos) y exteriores (gaseosos)</li> <li>• Otros cuerpos dentro del Sistema Solar: cinturones de asteroides y planetas enanos</li> <li>• Órbitas planetarias y escalas espaciales en el Sistema Solar</li> <li>• Conceptos de masa, peso y aceleración gravitacional en otros planetas</li> <li>• Misiones espaciales interiores y exteriores al Sistema Solar y sus descubrimientos</li> <li>• Sistemas planetarios extrasolares y características de un planeta que pueda albergar vida humana</li> </ul>	<p><b>El estudiante:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es capaz de explicar los procesos de transformación de energía internos en el Sol.</li> <li>• Identifica las características principales de los planetas del Sistema Solar.</li> <li>• Reconoce los cuerpos dentro del Sistema Solar a partir de imágenes.</li> <li>• Contrasta la estructura y aspectos físicos, como masa, tiempo orbital y aceleración gravitacional, de los planetas en el Sistema Solar con la Tierra y entre sí.</li> <li>• Planta hipótesis acerca de las características de un ser vivo en otro planeta.</li> <li>• Utiliza recursos electrónicos de agencias espaciales para buscar información sobre las misiones realizadas dentro y fuera del Sistema Solar.</li> <li>• Identifica las características necesarias que debe presentar un planeta para albergar vida humana.</li> </ul>	<p><b>El estudiante:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entiende la importancia del ambiente que proporciona la Tierra para que la vida prospere a comparación de las condiciones en los planetas del entorno cercano.</li> <li>• Reconoce los avances tecnológicos y científicos necesarios para estudiar el Sistema Solar y los logros obtenidos a lo largo de la era moderna.</li> <li>• Desarrolla curiosidad por descubrir los misterios astronómicos en el Sistema Solar y en el Universo.</li> <li>• Admira los alcances obtenidos durante las misiones espaciales y su complejidad.</li> </ul>	<p><b>Procedimientos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Taller de escalas de distancias y tamaños en el Sistema Solar como se indica en el texto de Gómez &amp; Simón.</li> <li>• Exposición tipo museo de maquetas de planetas y satélites elaboradas por los estudiantes. Durante el recorrido deberán observar y reconocer qué cuerpos del Sistema Solar se representan en cada maqueta ya que no estarán identificados.</li> <li>• Elaboración de un artículo científico sobre las características de un ser que pudiera vivir en las condiciones ambientales de otro planeta del Sistema Solar.</li> <li>• Presentaciones de misiones espaciales más importantes y sus hallazgos principales.</li> <li>• Estudio de casos: entre un listado de exoplanetas, los estudiantes identifican cuál muestra mayor probabilidad para albergar vida humana.</li> </ul> <p><b>Instrumentos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rúbrica</li> <li>• Lista de cotejo</li> <li>• Escala de valoración</li> </ul> <p><b>Criterios de evaluación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Demuestra las escalas de tamaño y distancia de los cuerpos en el Sistema Solar utilizando objetos hallados en casa y el espacio disponible en el patio escolar.</li> <li>• Identifica los cuerpos del Sistema Solar con base en su apariencia y características principales.</li> <li>• Predice las características que tendría un ser vivo en otro planeta del Sistema Solar, utilizando el método científico para analizar sus condiciones ambientales y los efectos que tendrían en un ser humano.</li> <li>• Utiliza información proveniente de bases de datos de agencias espaciales para presentar los hallazgos principales de la misión investigada.</li> <li>• Compara las características de exoplanetas para identificar cuál presenta las condiciones adecuadas para la supervivencia humana.</li> </ul>
<b>Recursos</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vecinos Cósmicos (UNAWÉ)</li> <li>• Astronomía para todos – Capítulo 4: El Sistema Solar (Instituto Milenio de Astrofísica)</li> <li>• Astronómicas para Secundaria (Gómez &amp; Simón, 2009)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulaciones en Astronomy Education at the University of Nebraska-Lincoln <a href="https://astro.unl.edu/animations/Links.html">https://astro.unl.edu/animations/Links.html</a></li> <li>• Páginas web del telescopio Hubble, Chandra X-ray y NASA.</li> </ul>	

Fuente: Elaboración propia (2020)

**Tabla #5**  
**Contenidos del Módulo 5**

<b>Módulo 5: Espacio interestelar: estrellas, galaxias y nebulosas</b>			
<b>Competencia: Relaciona la experimentación con la teoría de los objetos y eventos interestelares.</b>			
<b>Saberes</b>			
<b>Conceptuales</b>	<b>Procedimentales</b>	<b>Actitudinales</b>	<b>Procedimientos, instrumentos y criterios de evaluación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El espectro electromagnético</li> <li>• El efecto Doppler</li> <li>• Ley de Hubble</li> <li>• Nacimiento de estrellas</li> <li>• Características de estrellas: luminosidad, radio, masa, temperatura y composición química</li> <li>• Tipos de estrellas y su clasificación en el diagrama de Hertzsprung-Russell</li> <li>• Sistemas de múltiples estrellas y estructuras estelares</li> <li>• Muerte de estrellas</li> <li>• Supernovas y su clasificación</li> <li>• Nebulosas y su clasificación</li> <li>• Tipos de galaxias según la clasificación de Hubble y qué tipo de galaxia es la Vía Láctea</li> <li>• Estructuras galácticas</li> <li>• Telescopios y su diseño especializado en distintos objetos celestes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El estudiante:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica las distintas regiones del espectro electromagnético.</li> <li>• Relaciona la longitud de onda y frecuencia de una medición galáctica con el efecto Doppler y, consecuentemente, reafirma la Ley de Hubble.</li> <li>• Explica el ciclo de vida de las estrellas en función de sus características físicas.</li> <li>• Predice los eventos a ocurrir durante y después de la muerte de una estrella dependiendo de su masa.</li> <li>• Clasifica las estrellas en el diagrama de Hertzsprung-Russell con base en sus características.</li> <li>• Diferencia entre los sistemas de múltiples estrellas, incluyendo sistemas binarios y cúmulos globulares y abiertos.</li> <li>• Organiza las nebulosas y supernovas a simple vista según su respectiva clasificación.</li> <li>• Categoriza correctamente las galaxias según la clasificación de Hubble a simple vista.</li> <li>• Manipula adecuadamente un telescopio reflector durante una observación.</li> <li>• Decide qué tipo de telescopio utilizar dependiendo del fenómeno celeste a observar.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El estudiante:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valora el trabajo realizado por los astrónomos en la clasificación de los fenómenos cósmicos.</li> <li>• Está consciente de la importancia del desarrollo de la ciencia relacionada con el estudio de la Astronomía y su influencia en los avances tecnológicos de la actualidad.</li> <li>• Entiende la importancia del uso de distintos telescopios en el estudio y prevención de posibles eventos catastróficos para la vida humana.</li> <li>• Muestra curiosidad por descubrir qué existe en el Universo fuera de la Tierra utilizando la observación mediante los recursos tecnológicos disponibles.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Procedimientos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio de casos: se asigna aleatoriamente una estrella, proporcionando únicamente su clasificación espectral y masa. Los estudiantes deberán identificar el tipo de estrella y predecir el fin de su ciclo de vida.</li> <li>• Uso de la guía <i>Bling Bling Universe 3</i> a manera de laboratorio de aplicación. Presentar sus informes en un artículo científico. En ella se incluye el análisis de datos reales sobre el corrimiento al rojo de galaxias.</li> <li>• Evaluación escrita objetos de cielo profundo, identificando si son sistemas binarios, cúmulos estelares, nebulosas, supernovas o tipos de galaxias<sup>6</sup>.</li> <li>• Laboratorio de aplicación: observación nocturna en la cual los estudiantes tomen turnos buscando distintos objetos celestes con ayuda de un telescopio.</li> </ul> </li> <li>• <b>Instrumentos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rúbrica</li> <li>• Lista de cotejo</li> <li>• Escala de valoración</li> </ul> </li> <li>• <b>Criterios de evaluación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Predice el fin del ciclo de vida de una estrella basándose únicamente en su clasificación espectral y masa.</li> <li>• Reafirma la ley de Hubble mediante la relación entre el corrimiento al rojo y las velocidades a las que se mueven las galaxias.</li> <li>• Clasifica los objetos de cielo profundo según su apariencia en imágenes y fotografías reales.</li> <li>• Utiliza un telescopio para observar objetos celestes basándose en sus coordenadas horizontales y ecuatoriales.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Recursos</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fiesta de estrellas (UNAWPE)</li> <li>• Astronomía para todos – Capítulo 6, 7 y 9 (Instituto Milenio de Astrofísica)</li> <li>• <i>Bling Bling Universe 1, 2 y 3: Proyecto Colores, Clasificación Morfológica y Ley de Hubble</i> (Pontificia Universidad Católica de Chile)</li> </ul> <p><b>Fuente: Elaboración propia (2020)</b></p>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Telescopio</li> <li>• Binoculares</li> <li>• Skyserver</li> </ul>

<sup>6</sup> De ser posible, la evaluación también se puede realizar utilizando recursos virtuales como Kahoot o Quizizz, para que sea más llamativa para los estudiantes.

**Tabla #6**  
**Metodología de enseñanza aprendizaje**

<b>Aprendizaje activo</b>	<p>«Es una estrategia de enseñanza-aprendizaje que se centra en el alumno al promover su participación y reflexión continua a través de actividades que se caracterizan por ser motivadoras y retadoras, orientadas a profundizar en el conocimiento, desarrollan las habilidades de búsqueda, análisis y síntesis de la información, promoviendo una adaptación activa a la solución de problemas.»</p> <p align="right">(Observatorio de Innovación Educativa, 2020)</p>
<b>Aprendizaje basado en la investigación</b>	<p>«Consiste en la aplicación de estrategias de enseñanza y aprendizaje que tienen como propósito conectar la investigación con la enseñanza, las cuales permiten la incorporación parcial o total del estudiante en una investigación basada en métodos científicos bajo la supervisión del profesor.»</p> <p align="right">(Observatorio de Innovación Educativa, 2020)</p>
<b>Aprendizaje basado en problemas</b>	<p>«Es una técnica didáctica en la que un grupo pequeño de alumnos se reúne con un tutor para analizar y proponer una solución al planteamiento de una situación problemática real o potencialmente real relacionada con su entorno físico y social. El objetivo no se centra en resolver el problema sino en utilizar a éste como detonador para que los alumnos cubran los objetivos de aprendizaje y además desarrollen competencias de carácter personal y social.»</p> <p align="right">(Observatorio de Innovación Educativa, 2020)</p>
<b>Aprendizaje vivencial</b>	<p>«Modelo de aprendizaje que implica la vivencia de una experiencia en la que el alumno puede sentir o hacer cosas que fortalecen sus aprendizajes.»</p> <p align="right">(Observatorio de Innovación Educativa, 2020)</p>

Fuente: Elaboración propia (2020)

## IV. CATÁLOGO DE RECURSOS

### A. Historia de la Astronomía

#### 1. Textuales

##### a. Cuentos de estrellas — UNAWE

Este libro contiene una recopilación de trece historias relacionadas con la astronomía. Estas proceden de las culturas Maya, Inca, griega, árabe, romana, y Azteca. Además, cada historia incluye una explicación científica del fenómeno del que trata. A continuación, se encuentra el enlace para su descarga:

[https://es.unawe.org/static/archives/books/pdf/Cuentos\\_estrellas.pdf](https://es.unawe.org/static/archives/books/pdf/Cuentos_estrellas.pdf)

##### b. Astrónomos olvidados – UNAWE

Este libro presenta trece biografías de algunos de los astrónomos importantes a lo largo de la historia que no son mencionados con frecuencia, con el propósito de dar a conocer los esfuerzos que realizaron en distintas culturas para el desarrollo de la ciencia. A continuación, se encuentra el enlace para su descarga:

<https://es.unawe.org/static/archives/books/pdf/astropor.pdf>

##### c. Astronomía para todos – Capítulo 1: Historia de la Astronomía, págs. 3 – 10. –Instituto Mileno de Astrofísica

Este capítulo incluye una descripción breve del desarrollo de la astronomía a lo largo de la historia, mencionando a los personajes más importantes como Galileo, Newton, Hubble, etc. Incluye imágenes y está en español. A continuación, se incluye el enlace para su descarga: <https://www.astrofiscamas.cl/astrofisica-para-todos/>

#### **d. El Libro de la Astronomía – Jim Bell, 2013**

Este libro explica a profundidad la historia de la Astronomía debido todo su contenido se encuentra organizado en orden cronológico. Entre los temas que trata se encuentran civilizaciones que estudiaron Astronomía como la Egipcia, China, Griega, Árabe, y Maya. Además, relata explícitamente la vida de los astrónomos más influyentes y sus descubrimientos. Este texto es un excelente recurso para la enseñanza de la historia astronómica. La única desventaja es que no es un recurso gratuito. Sin embargo, se puede comprar en los siguientes enlaces:

<https://www.amazon.com/Libro-astronom%C3%ADa-El-BELL-983572/dp/9089983570>

<https://www.casadellibro.com/libro-el-libro-de-la-astronomia/9789089983572/2296624>

#### **2. Guías de actividades:**

##### **a. Astromatemáticas para Secundaria – Gómez & Simón, 2009**

En esta guía de trabajo se pueden encontrar actividades dirigidas hacia el entendimiento de los cálculos de Aristarco para medir las distancias al Sol y la Luna, los cálculos realizados por Gauss para hallar la fecha de Pascua y las medidas hechas por Eratóstenes. Esta guía se puede encontrar en el siguiente enlace:

<https://www.apea.es/wp-content/uploads/17-Astromatemáticas-para-Secundaria.pdf>

#### **B. La Tierra, sus movimientos y la Luna**

##### **1. Electrónicos**

- a. La página web ***Astronomy Education at the University of Nebraska-Lincoln*** (<https://astro.unl.edu/animationsLinks.html>) cuenta con varios simuladores para ver cómo afecta el Sol a la Tierra y se hacen las estaciones, cómo funciona el horario de verano, las diferentes constelaciones visibles a lo largo del año

dependiendo de la posición del observador, cómo cambia la declinación del Sol a lo largo del año. En cuanto a simuladores de la Luna, cuenta con uno para aprender las fases, uno de el efecto de su inclinación en los eclipses, uno de eclipses y también de mareas.

## **2. Textuales**

### **a. Sol y Eclipses – Ros & García; NASE, 2016**

Es un recurso textual de veinte páginas con actividades y talleres que permiten la visualización del sistema Tierra-Sol-Luna desde una perspectiva fuera del planeta. Se pueden analizar la sombra de la Luna en la Tierra y la Tierra en la Luna, lo cual ocasiona eclipses y fases lunares. Esto se realiza utilizando un modelo fácil de construir y un foco para alumbrar en función del Sol. Se puede descargar en el siguiente enlace:

[http://sac.csic.es/astrosecundaria/es/cursos/formato/materiales/libro/SolyEclipses\\_cast\\_web.pdf](http://sac.csic.es/astrosecundaria/es/cursos/formato/materiales/libro/SolyEclipses_cast_web.pdf)

### **b. Tierra Paralela – UNawe**

Este libro explica cómo construir un modelo de la Tierra que permite visualizar el planeta como si se estuviera situado fuera de él y así comprender algunos fenómenos que, observados desde su superficie, son a veces difíciles de comprender. A continuación, se encuentra el enlace para su descarga:

<https://es.unawe.org/static/archives/books/pdf/tierraparalela.pdf>

### **c. Buscando el Norte – UNawe**

Este libro ayuda a comprender, mediante la experimentación, el magnetismo y los efectos que se derivan de él. Esto permite un mejor entendimiento del campo magnético de la Tierra y los polos magnéticos. A continuación, se encuentra el enlace para su descarga:

<https://es.unawe.org/static/archives/books/pdf/magnetisme.pdf>

**d. Astronomía para todos – Capítulo 2: La Tierra, págs. 12 – 18. – Instituto Mileno de Astrofísica**

Este capítulo realiza una descripción del planeta Tierra, su composición geosférica, las capas atmosféricas, el campo magnético del planeta y sus movimientos en el espacio. Al igual que el resto del libro, el contenido se encuentra en español.

**e. Astronomía para todos – Capítulo 3: La Luna, págs. 20 – 24. – Instituto Mileno de Astrofísica)**

En este capítulo se describen las características generales del satélite de la Tierra, sus movimientos, la explicación de las fases de la Luna y los eclipses. Incluye también enlaces a videos de eclipses para su análisis posterior.

**f. El Libro de la Astronomía – Jim Bell, 2013**

Este libro presenta varios temas explicados a profundidad acerca de la Tierra, su formación, teorías acerca del origen de la Luna, el descubrimiento de cráteres lunares, etc. Sin embargo, no incluye información relacionada con los movimientos de la Tierra ni las fases de la Luna.

**3. Guía de actividades:**

**a. Encima del horizonte – UNawe**

Este documento sirve de guía para la construcción de un modelo que permite relacionar y entender mejor las consecuencias del movimiento de traslación de la Tierra. A continuación, se encuentra el enlace para su descarga: <https://es.unawe.org/static/archives/books/pdf/encima.pdf>

**b. Sol y Luna, un mismo camino – Parellada, Ros, & Schnabel, 2013**

Este documento es una herramienta para la comprensión de los contenidos acerca del movimiento de los astros en el cielo, incluyendo el Ecuador celeste y la eclíptica. Agiliza la habilidad de los estudiantes para manejar con facilidad el modelo de los movimientos celestes vistos desde la Tierra y los mismos

observados desde una perspectiva fuera del planeta. Además, los alumnos comprenderán por qué se deben buscar los planetas dentro de la zona zodiacal y no cerca de la estrella Polar, por ejemplo. A continuación, se incluye un enlace para el archivo:

<https://www.apea.es/wp-content/uploads/25-Sol-y-Luna-un-Mismo-Camino.pdf>

**c. Astromatemáticas para Secundaria – Gómez & Simón, 2009**

En esta guía de trabajo se encuentran ejercicios relacionados con la medición de la circunferencia de la Tierra, la sombra de la Tierra sobre la Luna, el cálculo del tamaño de la Tierra, altura y presión atmosférica, cálculo de la distancia Tierra-Luna, etc. Se puede hallar en el siguiente enlace:

<https://www.apea.es/wp-content/uploads/17-Astromatemáticas-para-Secundaria.pdf>

**d. El meridiano y la meridiana – Canseco & Closas, 2012**

Este documento permite realizar un repaso de los conceptos de longitud y latitud y los relaciona con la unidad de medición más utilizada: el metro. Posee instrucciones para realizar actividades acerca del cambio de las sombras conforme a la hora del día y se analiza más a profundidad la sombra del gnomon para determinar los puntos cardinales desde cualquier ubicación en el mundo. El enlace a esta guía se presenta a continuación:

<https://www.apea.es/wp-content/uploads/24-El-Meridiano-y-la-Meridiana.pdf>

## **C. El Sistema Solar**

### **1. Electrónicos**

- a. La página web *Astronomy Education at the University of Nebraska-Lincoln* (<https://astro.unl.edu/animationsLinks.html>) cuenta con simuladores para conocer a profundidad las fases de Venus, la órbita de Marte y su movimiento retrogrado, la Tercera Ley de Kepler, el periodo sideral y sinodal de los planetas, una calculadora que ejemplifica la Ley de la Gravitación Universal de Newton, la formación de la temperatura de los planetas en función de su

distancia al Sol, información sobre características especiales de los planetas, influencia de los planetas sobre el Sol, un simulador de lo que pasaría si se maneja a través de una lluvia de meteoritos.

## **2. Textuales**

### **a. Vecinos Cósmicos – UNawe**

Este libro contiene información y actividades para la comprensión de los planetas del sistema solar y sus características principales. A continuación, se encuentra el enlace para su descarga:

[https://es.unawe.org/static/archives/books/pdf/vecinoscosmicos\\_es.pdf](https://es.unawe.org/static/archives/books/pdf/vecinoscosmicos_es.pdf)

### **b. Astronomía para todos – Capítulo 4: El Sistema Solar, págs. 26 – 35. - Instituto Mileno de Astrofísica**

Este capítulo da un recorrido por los planetas del Sistema Solar, con imágenes reales de cada uno de ellos y presenta las características generales relacionadas con su tamaño, composición, temperatura, distancia de la Tierra, etc.

### **c. El Libro de la Astronomía – Jim Bell, 2013**

Este recurso presenta un recorrido por el descubrimiento de los planetas del Sistema Solar y sus respectivos satélites. Incluye una descripción de cada planeta e imágenes reales. Además, se puede encontrar información acerca de otros cuerpos del sistema planetario como el cinturón de asteroides y el cinturón de Kuiper. Distinto a otros recursos, El Libro de la Astronomía contiene datos sobre misiones espaciales dentro del Sistema Solar e imágenes capturadas durante las mismas.

### **d. Curiosidades del Universo – Edgar Castro, 2018**

Este libro es un excelente recurso para la divulgación de astronomía sin ninguna dificultad para que cualquier tipo de público lo entienda, incluso estudiantes de Secundaria. Además de que sea un texto bastante claro y sencillo de entender, no pierde complejidad en lo que expone. Entre los temas de los que

trata, se incluyen descripciones de las características básicas de cuerpos dentro del Sistema Solar y se mencionan detalles curiosos acerca de ellos como, por ejemplo, la siguiente comparación a escala del tamaño de los anillos de Saturno:

«En 2009, el telescopio espacial Spitzer detectó en el infrarrojo un sistema de anillos de gas alrededor de Saturno, invisibles al ojo, pero sorprendentes en su magnitud. El nuevo disco... se extiende hacia las afueras alrededor de otros 12 millones de kilómetros más. ¡Se necesitarían aproximadamente mil millones de Tierras ubicadas una al lado de la otra para llenar el espacio de semejante anillo! ... Imaginémoslo por un minuto, si achicáramos a Saturno a una pelotita de 8 cm, los anillos, los que conocemos desde la época de Galileo y Huygens, se extenderían 37 cm a cada lado de ella, mucho más lejos, a 4 metros de distancia comenzaría este segundo sistema de anillos de gas, que llegarían a los 8 metros de distancia de nuestro Saturno de 8 cm» (Castro, 2018: 44)

Así como esta descripción clara con una comparación tan concreta, se encuentran muchas maneras más de explicar fenómenos complejos y, muchas veces, de carácter numérico, a un nivel de comprensión fácil para cualquier tipo de público.

### **3. Guías de actividades**

- a. La organización *Universe Awareness* (UNAWA), *Conciencia del Universo* en español, ofrece guías de actividades didácticas en español que pueden ser utilizadas para construir un planetario, un modelo del Sistema Solar, los anillos de Saturno, observaciones de la Luna, el tránsito de Venus, etc. A continuación, se encuentra el enlace para acceder a las ellas:

<https://es.unawe.org/resources/education/>

- b. La Asociación para la Enseñanza de Astronomía (ApEA) posee excelentes guías de actividades clasificadas por temas y por niveles. Todas las guías son en español, por lo que son un recurso excelente para la enseñanza de Astronomía. Entre las guías del Sistema Solar, se encuentran guías para fabricar núcleos de cometas, dibujar la órbita del cometa Halley y una actividad

para demostrar las Leyes de Kepler en el salón de clase. A continuación, se encuentra el enlace para acceder al recurso:

<https://www.apea.es/sistema-solar/>

**c. Astromatemáticas para Secundaria - Gómez & Simón, 2009**

Este documento provee actividades dinámicas relacionadas con la comprensión de las escalas distancias entre los cuerpos del Sistema Solar y cómo encontrar el valor del peso de un objeto al hallarse bajo distintas gravedades, como las de la superficie de los diferentes planetas del Sistema Solar. El siguiente enlace dirige a la descarga del recurso:

<https://www.apea.es/wp-content/uploads/17-Astromatemáticas-para-Secundaria.pdf>

**d. Taller del Sistema Solar - Calleja, Valverde & Martínez, 2011**

Este recurso tiene como objetivo reforzar la comprensión de sistemas planetarios, de asteroides o cometas como un grupo que tiene en común girar alrededor de una estrella central. Se trabaja la separación de los planetas dentro del Sistema Solar como planetas rocosos y gaseosos, comparando sus tamaños, composición y distancias al Sol. Además, se introduce el concepto de evolución estelar utilizando el Sol como ejemplo, desde su nacimiento hasta sus futuros estados. A continuación, se encuentra el enlace hacia este recurso:

<https://www.apea.es/wp-content/uploads/21-Taller-del-Sistema-Solar.pdf>

## **D. Estrellas**

### **1. Electrónicos**

- a. La página web *Astronomy Education at the University of Nebraska-Lincoln* (<https://astro.unl.edu/animationsLinks.html>) contiene simuladores de las reacciones en cadena protón-protón que ocurren en el Sol, explorador de la luz a través del espectro, cómo se calculan las distancias entre estrellas y también sus velocidades, de paralaje, cómo se determina el espectro y luminosidad de una

estrella, del flujo de una fuente de luz y del diagrama Hertzsprung-Russell. También incluye simuladores de sistemas binarios, de centro de masa, de curvatura de luz, de estrellas variables y de la zona habitable en la que deben de estar los planetas en un sistema.

## **2. Textuales**

### **a. Caminos del Cielo - UNawe**

Este libro presenta una guía para comenzar a reconocer las principales constelaciones y ubicar algunas de las estrellas más conocidas del cielo nocturno. Además, incluye una guía para reconocer mares y cráteres de la Luna. A continuación, se encuentra el enlace para su descarga:

<https://es.unawe.org/static/archives/books/pdf/Caminos.pdf>

### **b. Fiesta de estrellas - UNawe**

Este libro explica la evolución estelar para niños y adolescentes. Se introducen, de forma sencilla, las nubes de gas y polvo interestelar, las estrellas embrionarias, las de la secuencia principal, las estrellas enanas y las grandes explosiones que dan lugar a las supernovas y los agujeros negros. A continuación, se encuentra el enlace para su descarga:

<https://es.unawe.org/static/archives/books/pdf/fiestas.pdf>

### **c. Astronomía para todos - Capítulo 5: El Sol, págs. 37 – 44. (Instituto Mileno de Astrofísica)**

Este capítulo incluye una descripción específica del funcionamiento del Sol, las capas que lo componen y su fuente de energía principal: la fusión de hidrógeno. Incluye gráficas de su ciclo de vida e imágenes reales de las manchas solares y su campo magnético.

### **d. Astronomía para todos - Capítulo 6: Nacimiento y vida de las estrellas, págs. 46 – 53. - Instituto Mileno de Astrofísica**

Este capítulo explica conceptos claves para el análisis de las estrellas, incluyendo la magnitud de cada una, una descripción profunda del diagrama de Hertzsprung-Russell, la medición de distancias estelares y tipos de estrellas en cada parte de la secuencia principal. Además, incluye enlaces a videos de estrellas variables como las RR Lyrae.

**e. Astronomía para todos - Capítulo 7: Muerte de las estrellas, págs. 55 – 62.  
- Instituto Mileno de Astrofísica**

Este capítulo explica las causas de la muerte de estrellas y menciona qué será lo que ocasionará la muerte del Sol. Además, describe estrellas resultantes de la muerte de otra como las enanas blancas y las estrellas de neutrones. Al igual que el resto del libro, incluye imágenes reales de las estrellas descritas y de eventos relacionados a la muerte de las estrellas como las supernovas y agujeros negros.

**f. El Libro de la Astronomía - Jim Bell, 2013**

Este libro incluye información acerca de la evolución estelar, los tipos de estrellas y fenómenos relacionados con la muerte estelar como las supernovas y agujeros negros. Se puede encontrar, también, datos e imágenes reales de las estrellas más reconocidas como Mizar, Alcor, la estrella Polar, y Sirio. Además, contiene descripciones de los catálogos de organización estelar y el proceso de elaboración de estos.

**3. Guías de actividades**

**a. Astromatemáticas para Secundaria (Gómez & Simón, 2009)**

Esta guía contiene instrucciones y preguntas generadoras para realizar actividades realizadas con el tamaño del Sol, el estudio de las protuberancias y manchas solares y el cálculo de distancias a estrellas próximas a la Tierra. Además, proporciona una introducción hacia el uso de ecuaciones para el estudio del espacio cercano a la Tierra de forma muy clara.

## **b. Bling Bling Universe 1: Proyecto Colores (Pontificia Universidad Católica de Chile)**

Bling Bling Universe es un proyecto elaborado por un grupo de estudiantes en Educación, Astronomía y Física de parte de la Pontificia Universidad Católica de Chile. De esta forma, el recurso está guiado a llamar la atención de los estudiantes y presenta un nivel de análisis astronómico alto sin utilizar un lenguaje complicado. En esta guía se analizan los colores obtenidos por objetos celestes y su importancia en el estudio de su composición y distancia a la Tierra. Además, se utilizan datos reales de la base de datos Skyserver para realizar un análisis de casi un nivel astronómico profesional. El enlace para su descarga se indica a continuación:

<https://bbu.cl/docs/guias/1-COLORES.pdf>

## **E. Galaxias, nebulosas y supernovas**

### **1. Electrónicos:**

- a. La página web *Astronomy Education at the University of Nebraska-Lincoln* (<https://astro.unl.edu/animationsLinks.html>) tiene simuladores que permiten analizar la velocidad de las estrellas de acuerdo a su posición dentro de la Vía Láctea, también uno que compara el tráfico vehicula con los brazos espirales de una galaxia, y uno de zonas habitables dentro de la galaxia. También cuenta con uno de la curvatura causada de una supernova.

### **2. Textuales:**

- a. **Astronomía para todos – Capítulo 8: La Vía Láctea, págs. 64 – 71. (Instituto Mileno de Astrofísica)**

Este capítulo realiza una descripción profunda de la estructura de la Vía Láctea, la ubicación del Sistema Solar en ella y la ubicación de la galaxia en el universo con respecto a su vecindario cósmico. Además, se habla acerca de sus dimensiones y qué se encuentra en su centro. Contiene imágenes reales y enlaces a videos de simulaciones de colisiones entre galaxias.

**b. Astronomía para todos – Capítulo 9: Las galaxias, págs. 73 – 81. (Instituto Mileno de Astrofísica)**

Este capítulo trata acerca de la clasificación de las galaxias en el universo, incluyendo imágenes reales de ejemplos de cada categoría. Contiene una descripción clara y específica de cada tipo e, incluso, menciona el origen de algunas.

**c. El Libro de la Astronomía - Jim Bell, 2013**

En este recurso se puede encontrar información acerca de galaxias, como Andrómeda, su descubrimiento y clasificación. Incluye datos acerca de las supernovas y nebulosas remanentes más reconocidas, como la nebulosa del Cangrejo y de Orión. Es importante mencionar que las imágenes contenidas son reales y se explica la composición de cada objeto en base al análisis fotográfico.

**3. Guías de actividades:**

**a. Bling Bling Universe 2: Clasificación Morfológica**

Esta guía proporciona instrucciones para que los estudiantes aprendan a clasificar galaxias con la información obtenida de imágenes reales del Skyserver. No solo experimentan con encontrar similitudes entre los objetos celestes, sino que las organizan y luego comparan con la clasificación de Hubble. Es una excelente herramienta para el acercamiento al trabajo profesional en Astronomía. El enlace para su descarga se encuentra a continuación:

<https://bbu.cl/docs/guias/2-CLASIFICACIONMORFOLOGICA.pdf>

**F. Teorías del origen del universo**

**1. Textuales**

**a. Astronomía para todos – Capítulo 10: Cosmología, págs. 83 – 87. (Instituto Mileno de Astrofísica)**

Este capítulo es el último del libro, y contiene una descripción de la estructura del universo, explica la expansión del espacio y proporciona un recorrido a través de las teorías del origen del universo.

**b. El Libro de la Astronomía (Jim Bell, 2013)**

Este libro comprende una explicación profunda de la teoría del Big Bang, incluyendo las etapas de recombinación y reionización atómica antes de la aparición de la primera estrella. No menciona otras teorías acerca del origen del universo, pero sí contiene explicaciones de la muerte del Sol en el futuro y colisiones con galaxias próximas a la Vía Láctea.

**2. Guías de actividades:**

- a. La Asociación para la Enseñanza de Astronomía (ApEA) posee excelentes guías de actividades clasificadas por temas y por niveles. Entre la búsqueda de recursos, se encontró que los recursos para la enseñanza de temas del origen del universo y su estructura (temas cosmológicos) son escasos. Es por esto por lo que la página web de ApEA se puede considerar una excelente opción para hallar guías de actividades en español. Incluye varios recursos para explicar e interactuar con modelos físicos que muestren la expansión del universo y la Ley de Hubble. Además, se encuentran guías para actividades relacionadas con las distancias interestelares e intergalácticas y para explicar cómo, al observar el espacio, estamos recibiendo imágenes del pasado por el tiempo que tardó la información lumínica en llegar a la Tierra. Algo interesante es que también hay recursos para la enseñanza de la vida de los átomos desde el Big Bang y los fenómenos ocasionados en el universo por el desequilibrio térmico. A continuación, se encuentra el enlace para encontrar las guías mencionadas:

<https://www.apea.es/cosmologia/>

**b. Cosmología para secundaria (Escribano, 2012)**

Este documento facilita la comprensión y conocimiento de los hechos teóricos y experimentales que fundamentan la teoría del Big Bang, presentando

únicamente los datos claves para el nivel de aprendizaje de un estudiante en Secundaria. Se mencionan conceptos relacionados con la naturaleza ondulatoria de la luz, la distancia que tarda en llegar a la Tierra, la expansión del Universo y el equilibrio termodinámico. A continuación, se encuentra el enlace hacia este recurso:

<https://www.apea.es/wp-content/uploads/23-Cosmologia-para-Secundaria.pdf>

### **c. Bling Bling Universe 3: Ley de Hubble**

Explicar la expansión del Universo muchas veces resulta complicado ya que es algo difícil de visualizar desde el punto de vista de un observador en la Tierra. Esta guía ayuda a los estudiantes a realizar un análisis paso a paso de los datos reales acerca de las galaxias, estudiando su corrimiento al rojo o al azul y, con base en ello, demuestran que estas se están alejando unas de otras, comprobando la Ley de Hubble. A continuación, se muestra el enlace para la descarga de este documento:

<https://bbu.cl/docs/guias/3-LEYDEHUBBLE.pdf>

## **G. Recursos electrónicos variados**

### **1. Stellarium**

Es un programa gratuito tanto para PC como para Mac, pero pagado para iPhone y teléfonos Android. Stellarium permite al usuario ver todas las constelaciones, estrellas, objetos de cielo profundo, desde la perspectiva en donde se encuentre el observador en el mundo. El programa permite también cambiar la ubicación para poder ver el cielo desde cualquier lugar en el planeta Tierra y adelantar y atrasar el tiempo para ver los objetos celestes disponibles en el cielo en una fecha y hora exacta. Además, se pueden obtener las coordenadas celestiales para poder identificar la ubicación de los cuerpos observados. Se puede descargar en el siguiente enlace:

<https://stellarium.org>

## **2. Asociación Astronómica de España**

La página web de la Asociación Astronómica de España cuenta con varios distintos tipos de recursos, entre ellos vídeos didácticos sobre distintos temas astronómicos, una amplia biblioteca de imágenes propias de diferentes objetos celestiales tales como nebulosas, estrellas, estrellas variables, galaxias, cúmulos de estrellas, novas, supernovas, entre otros. También cuenta con programas televisivos en los que han participado integrantes de la Asociación hablando de algunos temas importantes de la Astronomía. El siguiente enlace dirige a la página de internet:

<http://www.asociacionastronomicadeespaña.es/index.html>

## **3. Cosmoeduca**

Este proyecto lanzado por el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) ayuda a los profesores de secundaria y bachillerato a desarrollar cinco temas en específico: gravitación, relatividad, diseñar un viaje a Marte y origen y evolución del Universo. Cada uno desarrollado por un equipo formado por un investigador y un profesor y puesto a prueba en una escuela de secundaria de las Islas Canarias. La idea es que, el material pueda facilitar al profesorado la explosión de estos contenidos a sus estudiantes. La siguiente dirección es un vínculo para acceder a la página web de Cosmoeduca:

<https://www.iac.es/cosmoeduca/>

## **4. Portal ciencia**

Un sitio web completamente en español que tiene información sobre varios temas relacionados a la Astronomía, Paleontología, Geología, entre otros. Tiene un amplio catálogo de imágenes astronómicas, videos, artículos científicos, revistas, libros y documentales recomendados. A continuación, se indica el enlace hacia la sección de Astronomía de la página web:

<http://www.portalciencia.net/astro.html>

## **5. Skychart (Cartes du Ciel)**

El programa permite generar cartas celestes, utilizando información de un catálogo inmenso de estrellas y nebulosas. También muestra posiciones de planetas, asteroides y cometas. Contiene un gran número de parámetros que permiten elegir el color y dimensión de estrellas y nebulosas, la representación de los planetas, etiquetas y grillas de coordenadas, superposición de imágenes, condiciones de visibilidad, entre otros. El siguiente enlace dirige hacia la página web, desde donde se puede descargar el software: <https://www.ap-i.net/skychart/en/start>

## **6. Proyecto Biosfera**

El Ministerio de Educación de España lanza este sitio web que cuenta con una multitud de recursos electrónicos, muchos en español y algunos en inglés, entre los cuales se pueden mencionar: Astronomía para niños, meteoritos, Astronomía educativa, NASA para educadores, entre otros. El vínculo para ingresar al sitio web es el siguiente:

[http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/profesor/recursos\\_astronomia.htm](http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/profesor/recursos_astronomia.htm)

## REFERENCIAS

- Alemany, C., & Ros, R. (2011). *Tierra paralela*. EU-UNAWE.
- Alemany, E. (2013). *Caminos del cielo*. EU-UNAWE.
- Arisa, E., Mazón, J., & Ros, R. (2012). *Buscando el norte*. EU-UNAWE.
- Asociación Astronómica de España. (s.f.). Programas Astronomía. Disponible en: <http://www.xn--asociacionastronomicadeespaa-oyc.es/programas-de-astronomia.html>
- Asociación para la Enseñanza de la Astronomía. (s.f.). Sistema Solar. Disponible en: <https://www.apea.es/sistema-solar/>
- Asociación para la Enseñanza de la Astronomía. (s.f.). Cosmología. Disponible en: <https://www.apea.es/cosmologia/>
- Bell, J. (2014). *El libro de la Astronomía*. Madrid: Librero.
- Canseco, M., & Closas, P. (2012). *El Meridiano y la Meridiana*. Asociación para la Enseñanza de la Astronomía.
- Cañadas, A., Langreo, S., & Sánchez, J. (2011). *Taller del Sistema Solares*. Asociación para la Enseñanza de la Astronomía.
- Castro, E. (2018). *Curiosidades de nuestro Universo*. San Bernardino: CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Chevalley, P. (2016). *Skychart*. Disponible en: <https://www.ap-i.net/skychart/doku.php?id=es/start>
- Consejo de Educación Secundaria (2006). *Astronomía primer año de bachillerato – reformulación 2006*. Recuperado en abril de 2019, disponible en: [https://www.ces.edu.uy/files/Planes\\_y\\_programas/ref\\_2006\\_CB/programa\\_4to\\_año/astronomia.pdf](https://www.ces.edu.uy/files/Planes_y_programas/ref_2006_CB/programa_4to_año/astronomia.pdf).
- Colegio Neozelandés San Cristóbal (2018), *Objetivo general* disponible en: <https://colegioneozelandes.com>
- Escribano, J. (2012). *Cosmología para secundaria*. Asociación para la Enseñanza de la Astronomía.
- Fabregat, J., & Ros, R. (2012). *Encima del Horizonte*. EU-UNAWE.

- Gutiérrez, J., & Rosa, R. (2015). *Vecinos cósmicos*. UNAWE.
- Gómez, M., & Simón, M. (2009). *Astromatemáticas para secundaria*. Asociación para la Enseñanza de Astronomía.
- Gonzalez, G. (s.f.). *Portal Ciencia*. Disponible en: <http://www.portalciencia.net/astrorec.html>
- Instituto de Astrofísica de Canarias. (s.f.). *Cosmoeduca*. Disponible en: <http://www.iac.es/cosmoeduca/>
- Instituto Mileno de Astrofísica, & Solis, B. (s.f.). *Astronomía para todos*. Disponible en: A continuación, se incluye el enlace para su descarga: <https://www.astrofiscamas.cl/astronomia-para-todos/>
- MECD et. al (s.f.). *El Universo y el Sistema Solar*. Disponible en: [http://recursostic.educacion.es/multidisciplinar/itfor/web/sites/default/files/recursos/eluniversoyelsistemasolar/html/competencias\\_objetivos\\_y\\_contenidos.html](http://recursostic.educacion.es/multidisciplinar/itfor/web/sites/default/files/recursos/eluniversoyelsistemasolar/html/competencias_objetivos_y_contenidos.html)
- Ministerio de Educación de España. (s.f.). *Proyecto Biosfera*. Disponible en: [http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/profesor/recursos\\_astromia.htm](http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/profesor/recursos_astromia.htm)
- NASE. (s.f.). *NASE: Network for Astronomy School Education*. Disponible en: [http://sac.csic.es/astrosecundaria/es/cursos/formato/materiales/conferencias\\_talleres/ListaConferenciasTalleres.php](http://sac.csic.es/astrosecundaria/es/cursos/formato/materiales/conferencias_talleres/ListaConferenciasTalleres.php)
- Observatorio de Innovación Educativa. (2020). *Glosario de Innovación Educativa*. Retrieved from <https://observatorio.tec.mx/edu-news/glosario-de-innovacion-educativa>
- Parellada, O., Ros, R., & Schnabel, A. (2013). *Sol y Luna, un mismo camino*. Asociación para la Enseñanza de la Astronomía.
- Pineda, C., et .al (2012). *Ástronomos olvidados*. España: Ciencia en Acción.
- Pontífica Universidad Católica de Chile. (s.f.). *Bling-Bling Universe 1: Colores [PDF]*.  
 ; (s.f.) *Bling-Bling Universe 2: Clasificación Morfológica [PDF]*  
 ; (s.f.) *Bling-Bling Universe 3: Ley de Hubble [PDF]*
- Ros, R. (2011). *Fiestas de estrellas*. EU-UNAWE.
- Ros, R., & García, B. (2016). *Sol y Eclipses*. Argentina, Buenos Aires: NASE.

Stellarium *Astronomy Software*. (s.f.). Disponible en: <https://stellarium.org/>

UNawe. (s.f.). Material didáctico. Disponible en: <https://es.unawe.org/resources/education/>

University of Nebraska-Licoln. (s.f.). Astronomy Simulations and Animations. Disponible en: <https://astro.unl.edu/animationsLinks.html>

**ANEXO 2**  
**FOTOGRAFÍAS DE LOS JÓVENES DURANTE EL ESTUDIO**  
**FENOMENOLÓGICO**

Estudiantes de Quinto Bachillerato durante la presentación de Astronomía.



Estudiantes de Quinto Bachillerato durante la presentación de Matemáticas.



**ANEXO 3**  
**RESPUESTAS DE GRUPOS FOCALES**

## Guía de Grupo Focal

**Número de personas en el grupo focal:** 7 integrantes

**Objetivo del grupo focal:** Conocer la percepción de los estudiantes respecto a las charlas impartidas.

**Temas a cubrir:** Astronomía: Estrellas de Neutrones

**Tiempo estimado:** 20 min

- Preguntas de participación:** ¿Podría darnos su nombre y edad?  
Joan, Franke, Luis Diego, Jhorman, Pedro, Nicolás, Oscar, Gabriel
- Preguntas de inicio/introducción:** ¿Cuál fue su primera impresión acerca del área (matemáticas, física o astronomía) de la charla de hoy?  
Iba a ser más interesante que mate y física  
¿Por qué más interesante? Porque iba a hablar de cada tipo de estrella. Porque me llaman más la atención esas cosas. Porque no es algo normal.  
Íbamos a aprender algo más allá de la Tierra, no es algo normal.  
Que qué buena, debería de darnos una charla sobre los diferentes tipos de estrella.
- Preguntas de transición:** ¿Alguna vez había escuchado acerca del tema específico del que se habló del día de hoy?  
No  
No  
No  
Pero si de los diferentes tipos de estrella, conocía la enana blanca. Las gigantes, supergigantes.  
Yo ví eso, pero cuando fui al observatorio y me dieron una charla de los tipos de estrellas.  
Fui a una charla de los diferentes tipos de estrella.
- Preguntas clave:** ¿Qué curiosidades despertó el tema en usted? ¿Disfrutó la charla o se aburrió?  
Lo de Hawkings. Yo tenía una duda acerca de las estrellas masivas y la nebulosa (los estudiantes seguían haciendo preguntas acerca de los temas). La fluctuación cuántica.  
Preguntó la diferencia entre nebulosa y nova  
¿Todo está creado por estrellas? Siempre me da mucha curiosidad de los agujeros negros porque es masa infinita, energía infinita. Quisiera saber algún ejemplo de alguna gigante azul.  
El hecho sobre se puede estudiar qué hay adentro de los agujeros negros.  
¿Qué podría haber algo dentro de un agujero negro?. Todos tenemos la misma pregunta.  
¿Cuánto tiempo pasaría estando dentro de una estrella?  
¿Cómo le hizo Tycho Brahe para ver la supernova y en la ciudad no se puede ver? Porque era una persona que si se interesaba.  
Si una estrella es azul, ¿tiene más energía?
- Preguntas finales:** ¿Le gustaría aprender más respecto al tema específico de la charla de hoy?  
¿Le gustaría aprender más respecto a esta área en el colegio?  
Sí, vamos a agujeros negros. Sí, sobre estrellas de neutrones.  
Sí, sobre agujeros negros. Me gustaría aprender afuera del colegio.  
Sí me gustaría aprender más de esto en colegio (TODOS), porque es algo que no dan en otros lugares. Es algo que no vamos a aprender comúnmente. Porque es algo que me llama mucho la atención, el espacio. Porque es algo que nunca nos han enseñado a menos que vayamos al espacio. Porque es más interesante. Porque es algo que podemos ir descubriendo nosotros mismos. Desde pequeño me llamaba la atención.  
Deberían de enseñar astronomía desde pequeños, debería de ser como una clase que todos lo deberían saber. O sea, no en específico, pero al menos explicarles a las personas que hay otros tipos de estrellas y esas cosas son importantes de aprender. Si, se les puede explicar y así se pueden crear más físicos que lo estudien y si lo escucha un niño se va a interesar, porque si no solo se convierten en personas normales y estudian algo común en la universidad.  
Por qué el sol es una estrella amarilla en vez de una enana blanca (siguen haciendo preguntas)  
¿Que significa que una estrella es azul? ¿Significa que es más grande? ¿Cual es la velocidad de rotación?
- ¿Cuál les gusto más, la charla de ayer o la de hoy?**  
La de hoy. Todos, la de hoy. Todas por igual. Pero la de hoy me interesó muchísimo más. Si la de hoy estuvo más interesante.

**Número de personas en el grupo focal:** 8 integrantes

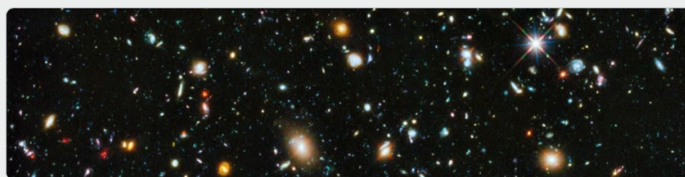
**Objetivo del grupo focal:** Conocer la percepción de los estudiantes respecto a las charlas impartidas.

**Temas a cubrir:** Astronomía: Estrellas de Neutrones

**Tiempo estimado:** 20 min

1. **Preguntas de participación:** ¿Podría darnos su nombre y edad?  
Diego Moreno, Juanjo, Diego Méndez, Luis José, Sergio, Giancarlo
2. **Preguntas de inicio/introducción:** ¿Cuál fue su primera impresión acerca del área (matemáticas, física o astronomía) de la charla de hoy?  
Que iba a estar chilera.  
Que iba a ser interesante.  
Algo desconocido.  
Algo chilero y calidad.  
Para aprender de lo que hay más allá de la Tierra  
Que iba a ser interesante.  
Ibamos a descubrir nuevas cosas.
3. **Preguntas de transición:** ¿Alguna vez había escuchado acerca del tema específico del que se habló del día de hoy?  
Si. Solo mencionándolo. Hay canciones de eso.  
No.  
Nada específico, solo el nombre
4. **Preguntas clave:** ¿Qué curiosidades despertó el tema en usted? ¿Disfrutó la charla o se aburrió?  
Si, estuvo interesante y chilera (TODOS)
5. **Preguntas finales:** ¿Le gustaría aprender más respecto al tema específico de la charla de hoy? ¿Le gustaría aprender más respecto a esta área en el colegio?  
La colisión entre las estrellas de neutrones x4  
La masa de las estrellas x2  
La manera en que se atraían las estrellas de neutrones  
Las ondas gravitacionales que surgen  
Sí, más que matemática y física,  
Profesionalmente.  
Yo quiero ser astrónomo x 2
6. **Qué charla les gustó más. Física, mate o astronomía.**  
Astronomía x6  
Física x1

**ANEXO 4**  
**ENTREVISTA PARA EXPERTOS EN LA ENSEÑANA DE**  
**ASTRONOMÍA**



## Entrevista a expertos en enseñanza de Astronomía

El presente instrumento tiene la finalidad de indagar respecto su opinión, como docente experto, sobre las estrategias de enseñanza la Astronomía, el orden de contenido sugerido, estrategias evaluación utilizadas, competencias que se pueden alcanzar, bibliografía y demás recursos recomendados, y el uso de laboratorios en la materia.  
¡GRACIAS POR SU DISPONIBILIDAD!

**\*Obligatorio**

Dirección de correo electrónico \*

Tu dirección de correo electrónico \_\_\_\_\_

### Generalidades

Para iniciar la entrevista, se realizará una serie de preguntas generales acerca de su persona, por favor indique la opción que más se acerque a su realidad.

¿En qué rango se encuentra su edad? \*

- 25 o menos años
- 26 a 30 años
- 31 a 35 años
- 36 a 40 años
- 41 a 45 años
- 46 a 50 años
- 51 a 55 años
- 56 años o más

¿Qué nivel que le certifica para ejercer la docencia? Por favor, seleccione uno y especifique en la casilla "otro". \*

- Profesorado
- Licenciatura
- Maestría
- Doctorado
- Otro: \_\_\_\_\_

¿En qué país labora actualmente como docente? \*

- Guatemala
- Nicaragua
- Uruguay
- Estados Unidos
- Otro: \_\_\_\_\_

¿En qué área curricular se desempeña? Seleccione todas las que apliquen \*

- Astronomía
- Física
- Matemáticas
- Biología
- Otro: \_\_\_\_\_

¿En qué niveles educativos ejerce como docente? Por favor, seleccione todos los que apliquen y especifique en la casilla "otro" \*

- Primaria
- Secundaria
- Universitario
- Talleres
- Otro: \_\_\_\_\_

¿Cuántos años ha laborado en su puesto actual? \*

Tu respuesta \_\_\_\_\_

¿En qué instituciones labora como docente? Por favor, especifique qué área facilita. Si se dedica a divulgación, especifique los lugares que más frecuenta. \*

Tu respuesta \_\_\_\_\_

### Experiencia en enseñanza de Astronomía

A continuación, se realizará una serie de preguntas sobre su experiencia en enseñanza de Astronomía, por favor responda acorde a su realidad y opinión como experto.

Según su experiencia, ¿cuál es el orden en el que se deberían impartir los contenidos para el aprendizaje progresivo de la Astronomía a nivel escolar? Seleccione la respuesta con la que esté de acuerdo o sugiera el orden que le parezca adecuado. \*

- Comenzando desde el contexto inmediato: la Tierra, Luna, Sol, Sistema Solar, Espacio Interestelar, Galaxias, etc.
- Según el orden evolutivo: el Big Bang, nebulosas, formación de estrellas y tipos de estrellas, la formación del Sol, sistemas planetarios, el sistema Solar, etc.
- Otro: \_\_\_\_\_

Por favor, mencione tres o más estrategias que utiliza en la fase introductoria, o de motivación, en su experiencia docente en Astronomía. \*

Tu respuesta \_\_\_\_\_

Por favor, mencione tres o más estrategias que utilice durante el desarrollo de una secuencia de enseñanza de Astronomía. \*

Tu respuesta \_\_\_\_\_

Por favor, mencione tres o más prácticas de laboratorio, o prácticas demostrativas, que considere esenciales para el aprendizaje de Astronomía. \*

Tu respuesta \_\_\_\_\_

Por favor, mencione tres o más competencias generales que deben alcanzar los estudiantes a lo largo del curso de Astronomía. \*

Tu respuesta \_\_\_\_\_

Por favor, mencione una o más competencias generales a alcanzar, según el nivel académico de cada grado en Secundaria, a lo largo del curso de Astronomía. \*

Tu respuesta \_\_\_\_\_

Por favor, mencione el título de tres o más libros de texto, para el curso de Astronomía, que sean apropiados para estudiantes a Nivel Medio en español. \*

Tu respuesta \_\_\_\_\_

Por favor, mencione el título o indique el enlace de tres o más recursos electrónicos (libros electrónicos, sitios web, videos, simulaciones, etc) que conoce y recomienda para la enseñanza de Astronomía. \*

Tu respuesta

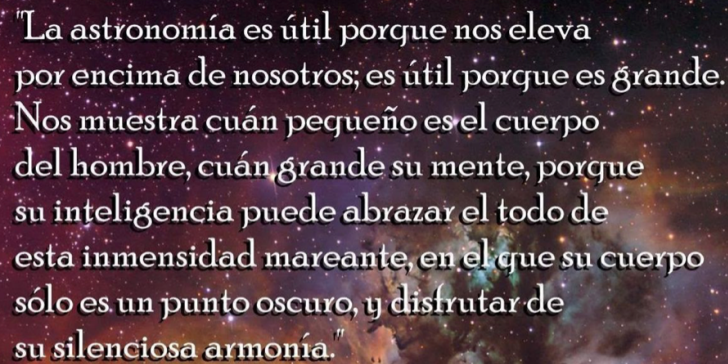
Por favor, mencione tres o más recursos físicos o materiales de clase esenciales para la enseñanza y el aprendizaje de Astronomía. \*

Tu respuesta

Si tiene alguna sugerencia para el desarrollo de un programa educativo de Astronomía en Secundaria, por favor escríbala en el siguiente espacio.

Tu respuesta

**¡MUCHAS GRACIAS POR SU COOPERACIÓN, TIEMPO Y HONESTIDAD!**  
Fin de la entrevista.



"La astronomía es útil porque nos eleva por encima de nosotros; es útil porque es grande. Nos muestra cuán pequeño es el cuerpo del hombre, cuán grande su mente, porque su inteligencia puede abrazar el todo de esta inmensidad mareante, en el que su cuerpo sólo es un punto oscuro, y disfrutar de su silenciosa armonía."

~Henri Poincare  
(1854-1912)

**ANEXO 5**  
**VALIDACIONES DEL PROGRAMA PARA LA ENSEÑANZA DE**  
**ASTRONOMÍA**

## Validación Prof. Hebert Pistón, Uruguay, 44 años de experiencia

### Lista de cotejo

**Instrucciones:** El objetivo de esta lista de cotejo es validar el Programa de Enseñanza de Astronomía para el Nivel Secundario en Guatemala. Por favor, marcar con una **X** la casilla, según su opinión, si el aspecto se cumple totalmente, en su mayoría, parcialmente o no se cumple.

Área	Aspectos	Cumple totalmente	En su mayoría	Parcialmente	No cumple
<b>1. Contenidos generales del curso</b>	a. ¿Son pertinentes los contenidos incluidos en cada uno de los módulos para el aprendizaje de la Astronomía?	X			
	b. ¿Es idónea la secuencia de los módulos para el proceso de enseñanza aprendizaje?	X			
	c. ¿La programación es apropiada para el grupo etario de estudiantes?	X			
<b>2. Desarrollo de competencias</b>	a. ¿Las competencias específicas responden a las necesidades de los estudiantes para el aprendizaje de la Astronomía?	X			
	b. ¿Responden los saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales a lo necesario para alcanzar cada competencia?	X			
	c. ¿La metodología de enseñanza aprendizaje es coherente para el desarrollo de las competencias?	X			
<b>3. Evaluación del aprendizaje</b>	a. ¿Los procedimientos de evaluación evidencian los saberes procedimentales y actitudinales?	X			
	b. ¿Se puede evaluar el desempeño del estudiante mediante el producto indicado en los procedimientos?	X			
	c. ¿Son adecuadas las pautas establecidas por los criterios para evaluar el desempeño del estudiante?	X			

Si tiene alguna sugerencia o comentario sobre el programa, favor incluirla en este espacio.

El programa es muy adecuado a la enseñanza de Astronomía. Es volcar una noción general de como es el Universo, independientemente de que quienes cursen, sigan o no la carrera astronómica. Lo fundamental es que los jóvenes entiendan el método científico que puedan aplicar en esta u otras ciencias o en su vida cotidiana. La ciencia debe ser interesante y atractiva, y siempre que sea posible, tendiendo a relacionarla con los hechos de la vida cotidiana.

**Validación Ing. Israel Monterroso, catedrático Universidad Galileo, Guatemala,**

**Lista de cotejo**

**Instrucciones:** El objetivo de esta lista de cotejo es validar el Programa de Enseñanza de Astronomía para el Nivel Secundario en Guatemala. Por favor, marcar con una **X** la casilla, según su opinión, si el aspecto se cumple totalmente, en su mayoría, parcialmente o no se cumple.

Área	Aspectos	Cumple totalmente	En su mayoría	Parcialmente	No cumple
<b>1. Contenidos generales del curso</b>	a. ¿Son pertinentes los contenidos incluidos en cada uno de los módulos para el aprendizaje de la Astronomía?	Text Effects			
	b. ¿Es idónea la secuencia de los módulos para el proceso de enseñanza aprendizaje?	x			
	c. ¿La programación es apropiada para el grupo etario de estudiantes?	x			
<b>2. Desarrollo de competencias</b>	a. ¿Las competencias específicas responden a las necesidades de los estudiantes para el aprendizaje de la Astronomía?	x			
	b. ¿Responden los saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales a lo necesario para alcanzar cada competencia?	x			
	c. ¿La metodología de enseñanza aprendizaje es coherente para el desarrollo de las competencias?		x		
<b>3. Evaluación del aprendizaje</b>	a. ¿Los procedimientos de evaluación evidencian los saberes procedimentales y actitudinales?		x		
	b. ¿Se puede evaluar el desempeño del estudiante mediante el producto indicado en los procedimientos?		x		
	c. ¿Son adecuadas las pautas establecidas por los criterios para evaluar el desempeño del estudiante?	x			

Si tiene alguna sugerencia o comentario sobre el programa, favor incluirla en este espacio.

## Validación, Ing. Marcell Maldonado, catedrático Universidad Galileo, Guatemala

### Lista de cotejo

**Instrucciones:** El objetivo de esta lista de cotejo es validar el Programa de Enseñanza de Astronomía para el Nivel Secundario en Guatemala. Por favor, marcar con una **X** la casilla, según su opinión, si el aspecto se cumple totalmente, en su mayoría, parcialmente o no se cumple.

Área	Aspectos	Cumple totalmente	En su mayoría	Parcialmente	No cumple
<b>1. Contenidos generales del curso</b>	a. ¿Son pertinentes los contenidos incluidos en cada uno de los módulos para el aprendizaje de la Astronomía?	x			
	b. ¿Es idónea la secuencia de los módulos para el proceso de enseñanza aprendizaje?		X		
	c. ¿La programación es apropiada para el grupo etario de estudiantes?	X			
<b>2. Desarrollo de competencias</b>	a. ¿Las competencias específicas responden a las necesidades de los estudiantes para el aprendizaje de la Astronomía?	X			
	b. ¿Responden los saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales a lo necesario para alcanzar cada competencia?	X			
	c. ¿La metodología de enseñanza aprendizaje es coherente para el desarrollo de las competencias?		X		
<b>3. Evaluación del aprendizaje</b>	a. ¿Los procedimientos de evaluación evidencian los saberes procedimentales y actitudinales?		x		
	b. ¿Se puede evaluar el desempeño del estudiante mediante el producto indicado en los procedimientos?		x		
	c. ¿Son adecuadas las pautas establecidas por los criterios para evaluar el desempeño del estudiante?		x		

Si tiene alguna sugerencia o comentario sobre el programa, favor incluirla en este espacio.

Participo en el proyecto UNAWA y es muy buen programa, también uno de los temas más importantes a al momento de definir el contenido es desaprobar la astrología y la ficción. Muchos están acostumbrados a las películas. También hace falta la formación del docente que es un punto clave. Excelente contenido y felicitaciones.

## Validación Ing. Eleonora Poitevin, catedrática Universidad Galileo, Guatemala

### Lista de cotejo

**Instrucciones:** El objetivo de esta lista de cotejo es validar el Programa de Enseñanza de Astronomía para el Nivel Secundario en Guatemala. Por favor, marcar con una **X** la casilla, según su opinión, si el aspecto se cumple totalmente, en su mayoría, parcialmente o no se cumple.

Área	Aspectos	Cumple totalmente	En su mayoría	Parcialmente	No cumple
<b>1. Contenidos generales del curso</b>	a. ¿Son pertinentes los contenidos incluidos en cada uno de los módulos para el aprendizaje de la Astronomía?	X			
	b. ¿Es idónea la secuencia de los módulos para el proceso de enseñanza aprendizaje?	X			
	c. ¿La programación es apropiada para el grupo etario de estudiantes?	X			
<b>2. Desarrollo de competencias</b>	a. ¿Las competencias específicas responden a las necesidades de los estudiantes para el aprendizaje de la Astronomía?	X			
	b. ¿Responden los saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales a lo necesario para alcanzar cada competencia?	X			
	c. ¿La metodología de enseñanza aprendizaje es coherente para el desarrollo de las competencias?	X			
<b>3. Evaluación del aprendizaje</b>	a. ¿Los procedimientos de evaluación evidencian los saberes procedimentales y actitudinales?	X			
	b. ¿Se puede evaluar el desempeño del estudiante mediante el producto indicado en los procedimientos?	X			
	c. ¿Son adecuadas las pautas establecidas por los criterios para evaluar el desempeño del estudiante?	X			

Si tiene alguna sugerencia o comentario sobre el programa, favor incluirla en este espacio.

Es muy importante destacar que los alumnos no siempre pueden ser evaluados bajo una herramienta estándar, según su tipo de vivencias e intereses en la astronomía, algunos tendrán más interés en ciertos conceptos y aspectos que otros. Por lo que el catedrático debe de estar abierto a una evaluación diferente según el mismo programa y el grupo de alumnos se lo permita.

## Validación Lic. Guillermo Lozano, Profesor de Astronomía en Secundaria, Colombia

### Lista de cotejo

**Instrucciones:** El objetivo de esta lista de cotejo es validar el Programa de Enseñanza de Astronomía para el Nivel Secundario en Guatemala. Por favor, marcar con una **X** la casilla, según su opinión, si el aspecto se cumple totalmente, en su mayoría, parcialmente o no se cumple.

Área	Aspectos	Cumple totalmente	En su mayoría	Parcialmente	No cumple
<b>1. Contenidos generales del curso</b>	a. ¿Son pertinentes los contenidos incluidos en cada uno de los módulos para el aprendizaje de la Astronomía?	X			
	b. ¿Es idónea la secuencia de los módulos para el proceso de enseñanza aprendizaje?	X			
	c. ¿La programación es apropiada para el grupo etario de estudiantes?	X			
<b>2. Desarrollo de competencias</b>	a. ¿Las competencias específicas responden a las necesidades de los estudiantes para el aprendizaje de la Astronomía?	X			
	b. ¿Responden los saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales a lo necesario para alcanzar cada competencia?	X			
	c. ¿La metodología de enseñanza aprendizaje es coherente para el desarrollo de las competencias?	X			
<b>3. Evaluación del aprendizaje</b>	a. ¿Los procedimientos de evaluación evidencian los saberes procedimentales y actitudinales?	X			
	b. ¿Se puede evaluar el desempeño del estudiante mediante el producto indicado en los procedimientos?	X			
	c. ¿Son adecuadas las pautas establecidas por los criterios para evaluar el desempeño del estudiante?	X			

Si tiene alguna sugerencia o comentario sobre el programa, favor incluirla en este espacio.

El trabajo da cuenta de un proceso de investigación ya que está bien estructurado y planteado. Es interesante conocer a futuro las conclusiones a las que se puede llegar luego de la aplicación de este programa, de seguro se evidenciarán oportunidades para ampliarlo y fortalecerlo.

Además, las estrategias de enseñanza-aprendizaje planteadas son útiles y sirven de ejemplo, para establecer programas similares que se puedan adaptar según las necesidades de quien lo consulte. La importancia de este programa radica en abordar la astronomía de una manera multidisciplinar aportando así al fomento de la astronomía y la cultura científica.

## Validación Dr. Jordi Solbes, Profesor de Astronomía en Secundaria y en Formación docente, España

### Lista de cotejo

**Instrucciones:** El objetivo de esta lista de cotejo es validar el Programa de Enseñanza de Astronomía para el Nivel Secundario en Guatemala. Por favor, marcar con una **X** la casilla, según su opinión, si el aspecto se cumple totalmente, en su mayoría, parcialmente o no se cumple.

Área	Aspectos	Cumple totalmente	En su mayoría	Parcialmente	No cumple
<b>1. Contenidos generales del curso</b>	a. ¿Son pertinentes los contenidos incluidos en cada uno de los módulos para el aprendizaje de la Astronomía?	X			
	b. ¿Es idónea la secuencia de los módulos para el proceso de enseñanza aprendizaje?				X
	c. ¿La programación es apropiada para el grupo etario de estudiantes?	X			
<b>2. Desarrollo de competencias</b>	a. ¿Las competencias específicas responden a las necesidades de los estudiantes para el aprendizaje de la Astronomía?	X			
	b. ¿Responden los saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales a lo necesario para alcanzar cada competencia?	X			
	c. ¿La metodología de enseñanza aprendizaje es coherente para el desarrollo de las competencias?	X			
<b>3. Evaluación del aprendizaje</b>	a. ¿Los procedimientos de evaluación evidencian los saberes procedimentales y actitudinales?	X			
	b. ¿Se puede evaluar el desempeño del estudiante mediante el producto indicado en los procedimientos?	X			
	c. ¿Son adecuadas las pautas establecidas por los criterios para evaluar el desempeño del estudiante?	X			

Si tiene alguna sugerencia o comentario sobre el programa, favor incluirla en este espacio.

En Astronomía es conveniente seguir la Historia de la propia astronomía que va de lo próximo a lo lejano. Lo próximo se puede ver a simple vista; para lo lejano se necesitan instrumentos, no sólo telescopios, sino radiotelescopios, y una teoría más avanzada. Por tanto, dar la teoría del big bang al principio, junto a la historia de la astronomía me parece un error didáctico. La parte de historia de la astronomía podría juntarse con el módulo 1 de astronomía observacional. El orden de los siguientes es correcto, Módulo 3: La Tierra, la Luna y sus movimientos; Módulo 4: El Sistema Solar; Módulo 5: Espacio interestelar: estrellas, galaxias y nebulosas. Y sería al final de ese modulo donde se introduciría la teoría del big bang.

## Validación Prof. Mag. Reina Pintos, Uruguay

Universidad del Valle de Guatemala  
 Facultad de Educación  
 Licenciatura en enseñanza de la Física y Matemática



### Lista de cotejo

**Instrucciones:** El objetivo de esta lista de cotejo es validar el Programa de Enseñanza de Astronomía para el Nivel Secundario en Guatemala. Por favor, marcar con una **X** la casilla, según su opinión, si el aspecto se cumple totalmente, en su mayoría, parcialmente o no se cumple.

Área	Aspectos	Cumple totalmente	En su mayoría	Parcialmente	No cumple
1. Contenidos generales del curso	a. ¿Son pertinentes los contenidos incluidos en cada uno de los módulos para el aprendizaje de la Astronomía?		x		
	b. ¿Es idónea la secuencia de los módulos para el proceso de enseñanza aprendizaje?		x		
	c. ¿La programación es apropiada para el grupo etario de estudiantes?		x		
2. Desarrollo de competencias	a. ¿Las competencias específicas responden a las necesidades de los estudiantes para el aprendizaje de la Astronomía?			x	
	b. ¿Responden los saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales a lo necesario para alcanzar cada competencia?			x	
	c. ¿La metodología de enseñanza aprendizaje es coherente para el desarrollo de las competencias?			x	
3. Evaluación del aprendizaje	a. ¿Los procedimientos de evaluación evidencian los saberes procedimentales y actitudinales?			x	
	b. ¿Se puede evaluar el desempeño del estudiante mediante el producto indicado en los procedimientos?		x		
	c. ¿Son adecuadas las pautas establecidas por los criterios para evaluar el desempeño del		x		

Si tiene alguna sugerencia o comentario sobre el programa, favor incluirla en este espacio.

**Introducción:**

Se hace demasiado hincapié en el proceso de enseñanza-aprendizaje como causal estricto y no es tan así: hay enseñanza del docente sin aprendizaje por parte del alumno y viceversa.

Rechina que se hable de una metodología única. Da a entender “el método científico” como único. Se mencionan documentos analizados y expertos consultados pero no se hacen las citas o agradecimientos correspondientes. Se busca competencia en Astronomía o competencia científica entre otras?

**Preliminares:**

Pondría recursos en vez de herramientas didácticas. Hay otros criterios de organización del currículo desde la psicología de la educación: el lógico y el psicológico. En la figura #1 lleva a confusión mencionar al astrónomo (experto en el campo disciplinar, investigador) al mencionar características o atributos del estudiante o docente.

**Programa:**

Desarrollo de UNA competencia científica??. Se mantiene la relación causal enseñanza-aprendizaje. Los saberes (pondría contenidos) procedimentales y actitudinales están redactados como expectativas de logro. Pondría metodología de trabajo, más que procedimientos. Cita de libros: falta editorial y ciudad (ver reglas APA), autor del libro “Astronomía para todos”?

Módulo 2: mención a otras teorías cosmológicas y análisis comparado de la etapa científica y precientífica?

Módulo 3: lo llamaría Sistema Sol-Tierra-Luna. Incluye demasiados contenidos de la geografía.

Módulo 4: error conceptual en considerar a los planetas interiores como rocosos y los exteriores como gaseosos, son dos criterios diferentes.

Módulo 5: No pondría telescopios en el último módulo, lo pasaría al primero y lo retomaría aquí para asociarlo a distintas ventanas atmosféricas y los colectores de información correspondiente según las distintas radiaciones del EEM. En vez de muerte de estrellas, hablaría de evolución estelar desde nacimiento a muerte. Discrepo con algunos conceptos de la tabla #6: sigue el tema enseñanza-aprendizaje, se investiga en la educación primaria y media?

En general: ambicioso para una hora semanal. No figura nada sobre participación en proyectos de Ciencia ciudadana e interdisciplinariedad. No incluye bibliografía sobre didáctica en especial y enseñanza y aprendizaje, en particular. En evaluación no se destaca la transferencia y aplicación son más bien la descripción y reproducción.

Prof.Mag. Reina Pintos Ganón