



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

MAGISTER EN ENSEÑANZA DE LA CIENCIAS

**“ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA EN ASTRONOMÍA: ¿QUÉ
CONOCEN PROFESORES Y ESTUDIANTES DE ATACAMA
SOBRE LAS GRANDES IDEAS EN ASTRONOMÍA?”**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
MAGISTER EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**

FACSON ENRIQUE VARGAS GUZMÁN

Director Tesis: Mg. Luis Carrasco Cornuz

Valparaíso, Chile

2023

Dedicatorias:

Quiero dedicar este trabajo a la memoria de mi Madre, Nidia del Carmen Guzmán Palma, quien siempre me motivó a seguir adelante y nunca rendirme, a completar mis objetivos, pero siempre disfrutando el camino para lograrlos. Este logro es también tuyo, MAMÁ, TE EXTRAÑO Y TE AMO. aunque no estes físicamente presente, tus enseñanzas siguen guiándome día a día.

También quiero dedicar este logro a mis hijos, AMARA, MAXIMILIANO y MARTINA, por enseñarme a nunca darme por vencido ante los obstáculos de la vida. Son mi motivación para seguir tratando de mejorar el mundo.

Agradecimientos:

En primer lugar, quiero agradecer a Rafael Silva “Profe RAFITA”, Primer Gestor de este tema de investigación, quien dedicó su tiempo y conocimientos para guiarme al inicio de este proceso y orientarme en el camino correcto.

Igualmente quiero dar las gracias a Leandro, Paul, Alfredo, Astrodaniela, Profe Javier, por validar los instrumentos de medición y compartir sus conocimientos, quienes me ayudaron con sus comentarios y críticas constructivas para mejorar cada aspecto de esta tesis.

También agradecerles sinceramente, a mis hermanos Lorena, Rodolfo y a mi cuñado Marcos, por todo lo que hicieron y hacen por mí. Su apoyo y fe han sido una luz en momentos de duda. Gracias por inspirarme a retomar mi vida académica y recordarme lo valioso que es perseguir mis sueños.

Además, quiero expresar mi gratitud a mi amada esposa Constanza quien estuvo a mi lado durante todo este proceso, brindándome su apoyo emocional y alentándome a continuar cuando las cosas se ponían difíciles.

Tabla de contenido

RESUMEN	6
ABSTRACT	7
CAPITULO I: INTRODUCCION	8
1.1. - Prólogo.	8
1.2. - Estado del arte.	9
1.2.1 - Antecedentes de la Investigación	10
CAPITULO II: Problemática de investigación.	17
2.1 - Planteamiento del problema	17
2.2 - Hipótesis de trabajo.	20
2.2.1 - Antecedentes.	20
2.3 - Objetivos generales.....	21
2.4 - Objetivos específicos.....	21
CAPITULO III: Marco Teórico.	22
3.1 – Alfabetización Científica	22
3.3 - Conocimiento Científico.	26
3.4 - Astronomía.....	28
3.5 - Fundamentación histórica.....	29
3.5.1 - La visión del universo según los babilonios.....	32
3.5.2 - La visión del universo según los egipcios	33
3.5.3 - La visión del universo según los chinos.....	33
3.5.4 - La visión del universo según los mayas	34
3.5.5 – La visión del universo Mapuche-Pewenche (Etnoastronomía).	35
3.5.6 - La astronomía griega en sus primeras etapas.....	36
3.5.7 - El modelo geocéntrico.....	37
3.5.8 - La revolución científica (Del modelo geocéntrico al modelo heliocéntrico).....	37
3.5.9 - Gravitación universal.....	39

3.6 - Imagen actual del universo	41
3.6.1 - Cosmología	41
3.6.2 - Astrofísica. Evolución de las estrellas.....	46
3.6.3 – Evidencia de Agujeros Negros	47
3.7 - Aplicación en el aula de la historia de la astronomía.....	49
3.7.1 - Aprendizaje significativo (Aplicado a la astronomía).....	50
3.7.2 - Astronomía en colegio y escuela.....	51
3.8 – Astronomía en el currículo nacional.....	52
3.9 - Grandes Ideas de la Astronomía (GIA)	53
CAPITULO IV: Aspectos Metodológicos.	55
4.1 - Procedimientos metodológicos.....	55
4.1.1 - Cuestionario aplicado a docentes de la región de Atacama.	55
4.1.2 - Cuestionario aplicado a estudiantes de enseñanza media de la región de Atacama.	64
CAPITULO V: Análisis y resultados por cada objetivo específico.	69
5.1 - Descripción de los contenidos del currículo nacional asociados a las GIA.	70
5.1.1 – 1° Básico	70
5.1.2 – 2° Básico	71
5.1.3 – 3° Básico	72
5.1.4 – 1° Medio	73
5.1.5 – 2° Medio	74
5.1.6 - 3ro y 4to medio Física (Nuevo Currículo).....	74
5.2 - Análisis de Currículo	75
5.3 - Análisis de los cuestionarios aplicados.....	76
5.3.1 - Análisis instrumento docentes.....	77
5.3.2 - Análisis instrumento estudiantes.....	89
CAPITULO VI: Conclusiones.	102
6.1 - CONCLUSIONES	102
6.2. Proyecciones.....	105
CAPITULO VII: Referencias.....	107

7.1– Referencias Teóricas.....	107
CAPITULO VIII: Anexos.....	118
8.1 - Instrumento aplicado a docentes.....	118
8.1.1 – tabla entregada por programa SPSS.....	129
8.2 – Instrumento aplicado a estudiantes.....	130
8.2.1 – tabla entregada por programa SPSS.....	135
8.3 - Detalle de resolución de realizar una escala del sistema solar.....	136

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue estudiar el nivel de conocimiento de los conocimientos asociados a la astronomía, en estudiantes de enseñanza media y en docentes de ciencias de la región de Atacama. La investigación surge debido a que Chile es considerado un laboratorio natural para la astronomía, resultado de las condiciones climáticas y geográficas del norte del país, específicamente, la zona geográfica del desierto de Atacama. En relación con lo anterior, y a la importancia de estas condiciones naturales, y a la dimensión educativa de la asignatura, donde la incorporación de estos contenidos es clave para los conocimientos relacionados con la astronomía en los estudiantes -y sus docentes-: ¿cuánto saben los profesores de ciencia de básica y media, de las grandes ideas de astronomía [GIA]? Para resolver lo anterior, se realizó un análisis del currículo nacional, en primer lugar, estableciendo la cobertura que abordan los objetivos de aprendizaje, y la relación existente con las grandes ideas en astronomía. Luego, como recurso de investigación esencial, se desarrolló una encuesta basada en las once grandes ideas en astronomía [GIA], elaborada por la unión internacional de astronomía (IAU). La información recabada contrastó la hipótesis de investigación de que la alfabetización astronómica de los adolescentes de la región de Atacama sería mínima debido a la baja cobertura en las diferentes situaciones educativas (formal, no formal e informal). Los resultados muestran que los contenidos asociados a las grandes ideas de la astronomía de: "el cielo nocturno", "concepto básico de astronomía", "cosmología" y "vida extraterrestre", son los que tienen la mayor cantidad de respuestas correctas de ambos grupos encuestados. Por otro lado, los errores más comunes entre ambos grupos encuestados están relacionados con las grandes ideas de la astronomía de: "fenómenos astronómicos cotidianos", "polvo de estrellas" y "preservación de nuestro planeta".

Palabras claves: Alfabetización astronómica, grandes ideas en astronomía, enseñanza de la astronomía, la astronomía en el currículum escolar, astronomía.

ABSTRACT

The objective of this research was to study the level of knowledge associated with astronomy, in middle school students and in science teachers in the Atacama region. The study arises because Chile is considered a natural laboratory for astronomy, the result of the climatic and geographical conditions of the north of the country, specifically, the geographical area of the Atacama Desert. In relation to the above, and the importance of these natural conditions, and the educational dimension of the subject, where the incorporation of this content is key to the knowledge related to astronomy in students -and their teachers-, ¿how much do elementary and middle school science teachers know about the great ideas of astronomy (GIA)? To resolve the above, an analysis of the national curriculum was carried out, first, establishing the coverage that the learning objectives address, and the existing relationship with the great ideas in astronomy; Then, as an essential investigative resource, a survey was developed based on the Eleven Great Ideas in Astronomy [GIA] prepared by members of the international astronomical union (IAU). The information gathered tested the research hypothesis that the astronomical literacy of adolescents in the Atacama region would be minimal due to the low coverage in the different educational situations (formal, non-formal and informal). The results show that the contents associated with the great ideas of astronomy of: "the night sky", "basic concept of astronomy", "cosmology" and "extraterrestrial life", are those that have the greatest amount of correct answers from both groups surveyed. On the other hand, the most common mistakes between both groups surveyed are related to the great ideas of astronomy of: “everyday astronomical phenomena”, “star dust” and “preservation of our planet”.

Keywords: Astronomical literacy, great ideas in astronomy, astronomy teaching, astronomy in the curriculum school, astronomy.

CAPITULO I: INTRODUCCION

En este capítulo se hará una breve introducción a la importancia que conlleva la alfabetización científica, que es parte importante de la labor como docentes en ciencias, para dar pie a la alfabetización en astronomía. Por otra parte, también se verá el estado del arte de esta investigación científica.

1.1. - Prólogo.

Vivimos en un mundo globalizado en el que varios países interactúan constantemente. Estas naciones, incluyendo la que es nuestro hogar, se categorizan según el nivel de desarrollo humano de su población. Esta categorización se divide en países desarrollados, países en vías de desarrollo y países subdesarrollados (**Gallina, 2007**).

Chile logró los mejores indicadores macroeconómicos de la región, pero con índice de desarrollo humano (IDH; 0,85), el menor en organización para la cooperación y el desarrollo económicos (OCDE). Razón por la cual, Chile se considera como un país en vías de desarrollo, cabe destacar, que todos los países desarrollados presentan una característica en común: son altamente industrializados, y la industrialización, es un proceso que conlleva la maduración de ciertos aspectos, de los integrantes de la sociedad, es decir, aspectos que los facultan para interactuar dentro de este contexto industrializado y, por tanto, dada esta característica, es que estos países se enmarcan dentro del grupo de países desarrollados. Entendiéndose como país desarrollado a uno de mayor riqueza cultural y tecnológicamente avanzado.

De acuerdo con la OCDE, uno de estos aspectos que identifica a los miembros de los países desarrollados, es el grado de alfabetización científica que poseen y el énfasis que brindan a ella las naciones mismas (Antonia Larrain S. 2009).

Gérard Fouré (2005), enfatiza de que existen evidentes diferencias entre los ciudadanos de los diversos países, en el área del desarrollo de las ciencias, se sabe, además, que la sociedad no permanece en un estado estático, avanza rápidamente y de manera progresiva. Esto conlleva de manera tácita, a que el lenguaje con que se comunican los integrantes de ésta, avance a la par. Hoy en día, este lenguaje ha tomado cierta connotación de carácter científico (ya sea con miras a ser un país desarrollado o mantenerse en ese status quo), característica innata que es propia de las ciencias

naturales. Es sabido que, gracias al conocimiento científico, quien ha dado lugar a notables innovaciones beneficiosas para la humanidad, algunas de las que se puede mencionar es, el aumento de la esperanza de vida, así como también, el descubrimiento de tratamientos para muchas enfermedades (Navarro, M. B., & Förster, C. E. (2012)), el incremento de la producción agrícola para atender las crecientes necesidades de la población mundial, los nuevos métodos de comunicación (gracias a la tecnología digital) y el tratamiento de la información, entre muchas otras. Según CEPAL (la comisión económica para américa latina), los adelantos en ciencias y tecnología han desplegado un abanico de posibilidades tanto para el quehacer científico como para la sociedad en general (Torres, Miguel 2006).

Hoy en día, la ciencia y la tecnología se han convertido en una parte fundamental de la cultura, y tanto las estructuras formales (escuela, universidad, etc.) como los ámbitos no formales (medios de comunicación, casas de ciencias, museo, etc.) coinciden en su objetivo de formar el pensamiento científico de la ciudadanía respecto al potencial de la ciencia y la tecnología para el bienestar socioeconómico de la sociedad.

La alfabetización científica considera una educación científica mínima para toda persona dentro de su desarrollo en la sociedad, representando una vía para el desarrollo del pensamiento crítico y el empoderamiento de los estudiantes, permitiéndoles enfrentar y resolver problemas personales y sociales, convirtiéndose así en potenciales agentes de cambio (José Antonio Acevedo Díaz, 2003).

Existe un consenso, con respecto a la alfabetización científica (Velazquez, 2004), pero hasta hace poco no existía un consenso sobre qué es lo significa ser un ciudadano alfabetizado en astronomía. Razón de lo anterior, en el mes de junio del 2019, astrónomos miembros de la unión internacional Europea publican las “Grandes Ideas en Astronomía” [GIA], destinado a ser una pauta para educadores y divulgadores científicos.

1.2. - Estado del arte.

Uno de los postulados de José Antonio Díaz (Díaz, et al. 2003), sobre los desafíos en la educación actual, consiste en garantizar que todos los ciudadanos adquieran habilidades en ciencia, de manera que puedan emplear el conocimiento científico para comprender el mundo natural y tomar decisiones informadas sobre los cambios causados por la actividad humana. En este contexto, los profesores de los niveles obligatorios de enseñanza desempeñan un papel crucial, ya que es

durante este período que los estudiantes adquieren los conocimientos y las herramientas fundamentales para el aprendizaje continuo de las ciencias a lo largo de sus vidas. Un requisito esencial es que los docentes estén debidamente alfabetizados en ciencias o, al menos, que tengan un dominio adecuado de los temas científicos que enseñan. Se ha señalado por varios autores que la formación en el campo de la astronomía es particularmente escasa entre los profesores de educación básica (Camino, N. (1995), Kaufman, M & Fumagalli, L (1999) y que frecuentemente se presentan a los alumnos concepciones alternativas o no científicas de los fenómenos astronómicos que integran el lenguaje cotidiano (Kriner, A. *Ciência & Educação*, v.10, n. 1, p. 111-120, Gangui, A et al.

Este documento, va a tratar el estado del arte de los últimos años (2010 en adelante) sobre la alfabetización Astronómica en la enseñanza obligatoria, teniendo presente, la idea principal de investigación, que es conocer sobre la “ALFABETIZACIÓN CIENTIFICA EN ASTRONOMIA”

1.2.1 - Antecedentes de la Investigación

En los últimos años ha adquirido una especial importancia la enseñanza de la astronomía en los primeros niveles educacionales, para cual encontramos abundantes informaciones sobre su base teórica, metodología de implementación, recomendaciones para su éxito; pero existe poca información sobre la alfabetización astronómica y de su forma de medición, partiendo de la aparente contradicción de cómo medir un activo intangible como es el conocimiento. A continuación, algunos antecedentes relacionados al tema de investigación realizados en otros países (enfocados en experiencias latinoamericanas), a la fecha se ha encontrado escasos documentos realizados en nuestro país. Estos estudios lo hemos dividido en:

1.2.1 a) Proyectos de enseñanza de astronomía en el aula

1.2.1 b) Proyectos de capacitación a docentes de ciencias

1.2.1 c) Investigaciones relacionadas a la alfabetización científica

1.2.1 d) Investigaciones relacionadas a la alfabetización astronómica.

1.2.1 a) Proyectos de enseñanza de astronomía en el aula

1.2.1 a) Proyectos de enseñanza de astronomía en el aula

Un proyecto de enseñanza se reconoce como un dispositivo pedagógico para establecer nuevas relaciones educativas entre el docente y el estudiantado, tomando en cuenta los componentes curriculares y respondiendo a las necesidades e intereses, tanto de los estudiantes, como de la escuela y la comunidad., existe una variedad de formas de generar valor sobre la base de los activos de conocimiento, las cuales no necesariamente significan soluciones tecnológicas, sino más bien una combinación de factores de diferentes clases.

Básicamente, es un instrumento de planificación que utilizan los colectivos escolares en el proceso de enseñanza-aprendizaje, para abordar necesidades e intereses a través de herramientas pedagógicas que permiten en el educando, familia y comunidad la construcción del conocimiento desde la especificidad de cada contexto local, involucrando los espacios que propone el sistema educativo.

Los investigadores argentinos, Santiago Paolantonio y Olga I. Pintado (Paolantonio S, & Pintado O.I (2006)), plantean la propuesta de un proyecto educativo dirigido al nivel medio de enseñanza, consistente en la determinación de la distancia Tierra – Luna por paralaje. La propuesta pretende acercar a los alumnos a la ciencia, a través de un trabajo de campo cuyo objeto es la determinación de la distancia que nos separa de la Luna. Se ha tomado como antecedente una experiencia similar realizada por G. C. Bates y F. G. Watson de la Universidad de Harvard en 1974.

Dentro del marco de dicho proyecto se incluyó un ciclo de conferencias dadas por diversos especialistas, las que fueron desarrolladas a lo largo del año lectivo. Se concretó, además, una muestra de las actividades desarrolladas, exposición, proyección de videos y observaciones con telescopios.

Otro texto que discute algunos aspectos de las ventajas de tratar el área de la Astronomía en las escuelas, es la publicación de la revista latinoamericana de educación, es **ASTRONOMÍA EN EL AULA: ¿POR QUÉ?**, de los autores: Leandro Daros Gama y Alejandro Bagdonas (Universidad de São Paulo) los cuales se enfocan en lo siguiente: “Propondremos que, de hecho, la astronomía no necesita ser vista como un nuevo conjunto de contenidos para ser enseñados, sino que figura como un conjunto de temas motivadores para las discusiones histórico-filosóficas,

además de permitir el acercamiento de conceptos típicos de otras disciplinas.” (Gama.L.D., & Henríquez. A.B (2010))

Es relevante mencionar que la Dra. Rosa Pedreros (Martínez, R. I. P. (2019)), ha publicado un documento que sintetiza diversos estudios vinculados a la enseñanza de la astronomía en entornos educativos, de la **Revista Científica Bogotá, D.C “Se presentan varias investigaciones en el campo de la astronomía y su enseñanza en la educación básica y media llevadas a cabo por el Departamento de Física de la Universidad Pedagógica Nacional, Colombia.** Se realiza un análisis con relación a los referentes teóricos y metodológicos. Las investigaciones muestran diversas opciones para abordar la Astronomía en el aula”

También existe esta publicación, **Propuestas didácticas para la enseñanza de la Astronomía**, Este documento es el producto de varios proyectos vinculados a la astronomía que se llevaron a cabo en la localidad de El Bolsón, en la provincia de Río Negro.

En esta tesis también se trabajará el análisis de los contenidos obligatorios, muy similar a **La astronomía en textos escolares de educación primaria**, en dicho estudio nos centramos en el análisis cualitativo de los contenidos conceptuales y procedimentales del **Diseño curricular base** de España.

1.2.1 b) Proyectos de capacitación a docentes de ciencias

La capacitación o formación docentes se refiere a las políticas y procedimientos planeados para preparar a potenciales profesores dentro de los ámbitos del conocimiento, actitudes, comportamientos y habilidades, cada uno necesario para cumplir sus labores eficazmente en el salón de clases y la comunidad escolar.

Aunque teóricamente la capacitación docente puede ser concebida y organizada como un perfeccionamiento continuo, a medida es dividida en las siguientes etapas:

Capacitación docente inicial: un curso anterior al trabajo de profesor responsable de una sala de clases.

Iniciación: proceso en el cual se adquiere conocimientos y respaldo durante los primeros años de aprendizaje o el primer año en una escuela particular.

Desarrollo profesional: proceso dentro de la sala de clases para profesores en práctica.

Díaz Barriga (2005) señala que la formación docente puede ser vista desde tres diferentes perspectivas: tecnológica conductista, que se refiere a los medios que apoyan la labor docente; la perspectiva constructiva, enfocada al sujeto y la búsqueda personal del conocimiento; y la perspectiva crítico-reflexiva, en la que el docente es autocrítico de su labor.

Se menciona esto, debido a una de las investigaciones leídas y analizadas, que se refiera a “Capacitación a docentes de nivel primario y secundario de La Plata en temas de astronomía” (De Bíasi, M. S., & Orellana, R. B. (2012)). Dentro del texto destacan la capacitación docente, como un conjunto de acciones tendientes a promover el desarrollo de saberes, capacidades y actitudes para que el docente replantee, fortalezca y actualice su práctica en el aula.

Uno de los resultados que más destacaron de la capacitación, fue que, un gran número de docentes revirtió sus conceptos previos erróneos, además como consecuencia benéfica, es que se afianzaron las relaciones de la Universidad con la comunidad.

1.2.1 c) Investigaciones relacionadas a la alfabetización científica

Un de los temas muy importantes es de la alfabetización científica, en específico, la promoción de este dentro de las aulas. La OCDE define la alfabetización científica como "la capacidad de involucrarse con temas relacionados con la ciencia y con las ideas de la ciencia, como un ciudadano reflexivo". Por lo tanto, una persona con conocimientos científicos está dispuesta a participar en un discurso razonado sobre ciencia y tecnología que requiera las competencias para:

Explicar los fenómenos científicamente: reconocer, ofrecer y evaluar explicaciones para una variedad de fenómenos naturales y tecnológicos.

Evaluar y diseñar la investigación científica: describir y evaluar las investigaciones científicas y proponer formas de abordar las preguntas científicamente.

Interpretar datos y evidencia científicamente: analizar y evaluar datos, afirmaciones y argumentos en una variedad de representaciones y sacar conclusiones científicas apropiadas.

En esta misma línea, Sasseron (2011), plantea la necesidad que se prepare a los estudiantes para un futuro sustentable, donde cada uno sea capaz de percibir que sus acciones individuales pueden repercutir en el colectivo social y en el medio ambiente y que deben asumir, por tanto, un activo y participativo papel en la toma de decisiones que afecten al conjunto.

Uno de los textos analizados que tienen relación con este tópico, es la Gordo Antoñana, et al (2003), titulada “Alfabetización científica – tecnológica de estudiantes en secundaria usando las tecnologías de la información y de la comunicación, cuyo objetivo es alcanzar una alfabetización social, científica y tecnológica para los alumnos de secundaria, en orden a contribuir a la formación de ciudadanos alfabetizados en todos los ámbitos, con espíritu crítico y capacidades de decisión fundamentada.

Este proyecto de innovación educativa recoge la utilización de las nuevas tecnologías, como las herramientas que, al parecer de los investigadores, son los más adecuados para intentar una solución satisfactoria del problema.

Se destaca la importancia en la alfabetización científica, pero cabe destacar que también existen investigaciones que abordan las practicas docentes, relacionadas con la alfabetización científica, como es el caso de la investigación de Araújo Avelino & Ballesta Wolmark (2019), titulada “Alfabetización Científica: pensamiento y prácticas de enseñanza del profesorado de física en el bachillerato de educación secundaria en Uruguay”, el propósito de dicha investigación es de recoger y analizar los diversos aspectos de la enseñanza de física en el nivel medio superior de la educación formal y las acciones que desarrollan, tomando particularmente como eje articulador la alfabetización científica.

Esta investigación muestra varias dicotomías con respecto a la relación entre dimensión de alfabetización científica y prácticas de enseñanza en las aulas e instituciones educativas al tiempo que se manifiestan algunas contradicciones entre los discursos y las acciones que desarrolla el profesorado. Se puede apreciar de esta publicación que, el profesorado de física está capacitado para desempeñar su rol y se preocupa por su profesionalismo. Conoce las fundamentaciones e intenciones curriculares/programáticas y se apropia de ellas con diversas posturas; desde considerarlas orientadoras hasta críticas de oposición. Si bien reconocen la presencia de la alfabetización científica en los documentos programáticos curriculares, de modo explícito o

implícito, en las prácticas de enseñanza (según sus propias manifestaciones) no hay acciones tendientes a su promoción.

1.2.1 d) Investigaciones relacionadas a la alfabetización astronómica.

También se toman en cuenta varios proyectos, cuyo propósito es instaurar y/o ampliar la alfabetización científica, en específico la alfabetización astronómica, utilizando la divulgación científica (divulgación y popularización), entendiéndose como divulgación científica al conjunto de actividades que interpretan y hacen accesible el conocimiento científico a la sociedad, es decir, todas aquellas labores que llevan a cabo el conocimiento científico a las personas interesadas en entender o informarse sobre ese tipo de conocimiento. La divulgación científica aporta una mirada diferente, aunque no necesariamente menos rigurosa, de aquellos temas cuyo tratamiento específico resulta un poco áspero para el común de las personas.

Dentro de estos proyectos, destaca un proyecto del argentino Horacio Tignanelli, el cual entrega pautas para una alfabetización astronómica en América Latina, “DIVULGACIÓN DE LA ASTRONOMÍA Y EDUCACIÓN POR EL ARTE”, esta investigación explora los principios de la educación a través del arte, los cuales posibilitan, entre otras cosas, la difusión de la ciencia y la mejora de la alfabetización astronómica. Se parte de la premisa de que trabajar el tema mediante un enfoque teatral con títeres es más efectivo que utilizar telescopios, fotografías o planetarios.

También es sabido que en los “contenidos mínimos obligatorios” en Chile, se toman varios tópicos de astronomía, y por ende muchos estudiantes llegan con modelos preconstruidos con respecto al universo que nos rodea (además de varios profesores formados y/o en formación). La investigación de Alejandro Gangui (2007), LOS CIENTÍFICOS Y LA ALFABETIZACIÓN EN ASTRONOMÍA, trata de abordar este tema en profundidad, tocando temas comunes como, las estaciones del año, las fases de la luna, entre otros. Mostrando resultados un poco desalentadores en otras partes del mundo con respecto al conocimiento de estos temas.

Dicha investigación, menciona que, no solo los alumnos y los docentes en formación presentaban problemas en temas de astronomía. A los científicos -y entre ellos, a los astrónomos- también les sucede. Aunque en este caso el problema más significativo es el de transmitir sus

conocimientos: hacerlo en tal forma que colabore a zanzar la brecha que existe entre el que trabaja en una ciencia, el que la enseña y divulga, y el alumno o, más ampliamente, el público general.

Gangui, siguiendo con la misma línea, también presenta una publicación llamada Alfabetización científica: la astronomía en la escuela. El propósito de dicha investigación es recopilar información sobre el estado de los docentes de educación primaria en formación, analizar la información y a partir de allí, construir modelos didácticos para realizar intervención, en pro de la alfabetización científico, enfocada en la astronomía en dichos docentes.

Gangui considera que; es necesario no sólo capacitar adecuadamente a los futuros docentes en temas de astronomía sino también ofrecer situaciones de enseñanza que expliciten de qué manera hacer frente a estos obstáculos de aprendizaje. Qué actividades seleccionar y cómo orientarlas de manera tal que promuevan la evolución de las concepciones iniciales de sus propios alumnos a los modelos científicos deseados.

Dichos textos han aplicado investigaciones similares en otras partes del mundo, pero cuyo objetivo principal, se asemeja a lo que se propone, pero ninguno de los artículos postula como base las “Grandes Ideas de la Astronomía”, excepto un artículo, del cual nace la idea de esta investigación. Dicho proyecto, al que se hace mención fue aplicado a los estudiantes de la provincia de San Antonio,

Esta similitud destaca en la importancia del tema de astronomía en el interior de las aulas y lo poco que se considera, cabe destacar que, según el análisis realizado al currículo educacional chileno, por el profesor e investigador Mario Campos, solo el 6,3% del total de los objetivos de aprendizajes (basales y complementarios), establecidos por el ministerio de educación, tocan el tema de astronomía.

“La astronomía debe ser parte del sistema educativo”, según el doctor en astronomía, John R. Percy. Lo dijo en su discurso para el simposio de Unión Astronómica Internacional, en 1998. “En un contexto escolar, la astronomía demuestra un enfoque alternativo al ‘método científico’: el enfoque de la observación frente al teórico. Puede atraer a los jóvenes a estudiar ciencias e ingeniería y puede aumentar el interés público y la comprensión de la ciencia y la tecnología, esto es importante en todos los países, tanto desarrollados como en desarrollo”.

CAPITULO II: Problemática de investigación.

En este capítulo se mostrará la base del planteamiento del problema, además la hipótesis con los antecedentes, para así, finalizar con el objetivo general de la investigación y sus respectivos objetivos específicos.

2.1 - Planteamiento del problema

Problema: en Chile, se observa una significativa falta de comprensión de conceptos astronómicos entre los docentes, así como la existencia de muchas ideas preconcebidas sobre este tema entre los estudiantes. (Zeilik et al., 1998; Gangui et al., 2010), (pero esta tesis solo se centrará en una región en específico, en la región de Atacama).

Contexto: En un artículo de la revista universitaria de la Universidad Católica, aparece lo siguiente: “*Un problema básico en el Tercer Mundo (político) es que las clases educadas tienden a ser los hijos de los ricos, interesados en el statu quo, o bien no acostumbrados a trabajar con sus manos o a poner en duda la sabiduría convencional. La ciencia se ha arraigado allí con mucha lentitud*” (Sagan, 1980).

¿Pero realmente estamos transformando nuestro entorno? A pesar de los rápidos avances en el desarrollo de la clase media en Chile, no se observa un compromiso por parte de las élites en el ámbito del poder y la economía para asumir el papel de vanguardia intelectual que se requiere. La inversión en ciencia y educación en el país continúa siendo insuficiente. (González, J. A. P. (2006)). Vivimos en una era en la que los cambios ocurren a una velocidad cada vez mayor. Si no logramos cultivar la capacidad de adaptación necesaria, corremos el riesgo de regresar a un modelo en el que dejamos pasar las oportunidades que el mundo nos presenta. (Revista N° 154 - La Astronomía en Chile: brillar en el firmamento)

Varios factores contribuyen a la limitada comprensión de la astronomía en Chile. En primer lugar, la educación sobre ciencias astronómicas puede no recibir la debida atención en los programas educativos, lo que resulta en una falta de recursos y enfoque en este campo (Mario Campos, 2020). Además, la formación de los docentes puede no estar completamente alineada con

las últimas tendencias y descubrimientos en astronomía, lo que repercute en su capacidad para transmitir conocimientos actualizados.

La disponibilidad de recursos educativos, como observatorios o programas interactivos, podría ser limitada en algunas regiones, lo que afecta la exposición de los estudiantes a experiencias prácticas y atractivas en el campo de la astronomía. Además, las preconcepciones culturales y sociales arraigadas pueden influir en la percepción de la importancia de la astronomía como disciplina educativa.

Abordar estas limitaciones requeriría un enfoque integral que incluya la actualización de programas educativos, la capacitación continua de los docentes, la inversión en recursos educativos y la promoción de la importancia de la astronomía en la sociedad chilena.

Relevancia: La conexión entre el ser humano y la astronomía ha existido desde los albores de nuestra especie, y aún en la actualidad, la astronomía presenta diversos desafíos a la humanidad. Explorar esta relación entre el ser humano y el universo brinda a los estudiantes una valiosa oportunidad para acercarse al mundo de la ciencia. (Palomar Fons, Rafael 2001).

Para propiciar y potenciar la investigación sobre alguna disciplina científica, es necesario en primera instancia comprender las necesidades que surgen de entender la misma, analizar los resultados que van arrojando sus tratamientos en el transcurso del tiempo y, por último, transmitir este conocimiento a la sociedad, puesto que el desarrollo de ésta es el fin último de la ciencia. Evitar que este último punto sea crítico, es labor de los agentes directos que llevan a cabo los estudios, y de aquellos que se han comprometido a educar científicamente.

Explora señala que, el avance de Chile como potencia astronómica, con la participación de astrónomos nacionales y extranjeros, da pie para motivar el estudio de las ciencias astronómicas. (Valdés, C., Peliowski, A., Booth, R., & Montalbán, M. (2019).)

El Dr. José Maza, señaló lo siguiente: “Los cielos del desierto de Atacama son de lo mejor que la naturaleza nos ha entregado para realizar la investigación del cosmos”, afirmó el astrónomo, que participó en el conversatorio online “Explorando el cielo y la tierra en la Región de Antofagasta”; en el marco de la actividad “Astrogeo” del PAR Explora Antofagasta, del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, ejecutado por la Universidad Católica del

Norte (UCN). Además, destaco, que el desierto de Atacama posee los cielos más privilegiados del planeta y los tiene abiertos al mundo para que desde aquí los científicos puedan descubrir los misterios del universo. Pero el interés por la astronomía no es sólo de los científicos, sino también, para toda la comunidad, quienes han comenzado a mirar hacia el firmamento, incentivado por fenómenos naturales, como los eclipses (tanto lunares como solares).

En este aumento de interés, los docentes chilenos juegan un rol preponderante para enseñar con propiedad a sus estudiantes, aunque la malla curricular no profundice en esta área en específico. Quien opta por Pedagogía General Básica sólo con la mención en Ciencias Naturales, de UCM, según su malla curricular, se acerca un poco más al tema del universo. Es por esto, que los docentes interesados, buscan permanentemente capacitaciones (Camargo, 2004).

Es importante recalcar que las ciencias naturales se han dividido para un estudio más sencillo, pero en el fondo son una sola, la astronomía tiene la capacidad de permitir integrar las ciencias (y muchas otras asignaturas más) en el aula.

Cabe destacar que la divulgación de la astronomía cuenta con un amplio número de seguidores. Los estantes de las librerías dedican un espacio generoso a esta, y es sin duda la rama de la ciencia con más aficionados no profesionales y en su mayoría autodidactas. Esta situación es digna de mención dado el poco interés que despierta la ciencia en los estudiantes, convirtiéndose este desinterés en un abandono de los talleres y carreras científicas, en particular, de la modalidad de matemáticas y física, que produce una reducción, especialmente de mujeres, en las titulaciones de Ingeniería, Físicas, etc. (Solbes, J., & Palomar, R., 2013).

Por lo descrito anteriormente, es claro que Chile y la zona del norte tiene un altísimo desarrollo astronómico, que siendo así, el saber asociado a ello debiera ser parte de la alfabetización científica de las personas, luego, justamente, existe GIA que propone 11 ideas esenciales en esa materia y que no están debidamente difundidas y apropiadas por la población.

Sería pues un error no aprovechar esta rama de la ciencia, que cautiva por sí sola, para despertar el interés por la ciencia en los estudiantes. Es por esta razón, el motivo de esta investigación, **que se plantea en el objetivo general.**

2.2 - Hipótesis de trabajo.

Se considera previamente, como hipótesis que, tanto los docentes de ciencias y los estudiantes, poseen poca cantidad de conocimiento relacionado con las grandes ideas de astronomía, una de las razones principales es que los docentes no incluyen la temática de astronomía en sus cátedras, se elucubra que esto podría ser por el poco manejo de contenidos. Pero existe la presunción que hay gran interés en aprender y capacitarse, tanto profesores, como estudiantes, en el área de astronomía, en la región de Atacama. No obstante, en dicha zona, el tema es importante y las posibilidades de tratarlo son positivas.

2.2.1 - Antecedentes.

Según “Memoria Chilena”, que es un centro de recursos digitales, nuestro país, debido a sus excelentes condiciones climáticas y geográficas, es un lugar privilegiado para observar el cielo del hemisferio sur. El norte de Chile, y en especial el desierto de Atacama, dada su sequedad y la poca contaminación lumínica, cuenta con una gran cantidad de días al año de óptima visibilidad del cielo austral.

La primera actividad astronómica científica en Chile de la cual se tiene antecedentes ocurrió en 1849 con la llegada de James Melville Gillis a Santiago. Por otra parte, a fines del siglo XIX, el astrónomo estadounidense William W. Campbell decidió instalar en Chile un observatorio con el fin de obtener las velocidades radiales de las estrellas brillantes. A partir del año 1950, en gran medida gracias a la gestión del astrónomo y del entonces director del OAN, Federico Rutllant, comenzó un periodo de desarrollo sostenido para la astronomía en Chile. Este cambio se debió en parte a la divulgación a nivel mundial de las cualidades geográficas y climáticas de Chile, que situaron a nuestro país como un lugar ideal para instalar grandes observatorios. En este contexto importantes centros de investigación internacional establecieron observatorios en Chile. Entre estos destacaron el Observatorio Interamericano de Cerro Tololo, y el Observatorio La Silla, ambos inaugurados en 1969. A su vez la astronomía ha concentrado importantes premios nacionales, en donde distinguidos científicos se han destacado por el desarrollo de importantes estudios, por su actividad docente, y por la creación de importantes centros de estudios. Además, dos de las instituciones astronómicas más importante del mundo, la organización Europea para la Investigación Astronómica (ESO), y la Asociación de Universidades para la Investigación en

Astronomía de Estados Unidos (AURA), instalaron sus observatorios en nuestro país. Asimismo, hay variada divulgación astronómica en la región de Atacama y el país. Por consiguiente, hay proyectos de ciencias con niños y adolescentes con relación a la astronomía (Neto, M., & Sèves, B. 2018).

En base a lo expuesto anteriormente, se propone el desarrollo de una investigación en base a lo siguiente.

2.3 - Objetivos generales

El primer objetivo de la investigación es establecer el nivel de conocimientos sobre astronomía en docentes y estudiantes de la Región de Atacama, en relación con las 11 Grandes Ideas de Astronomía (GIA),

2.4 - Objetivos específicos

- 1) Identificar, en los Planes y programa de estudio de 1ro básico a 4to medio, los contenidos de astronomía, o aquellos que se asocian al contenido de las GIA.
- 2) Establecer el nivel de conocimiento sobre las 11 Ideas-GIA, en docentes de ciencia de enseñanza básica y media de Atacama.
- 3) Establecer el nivel de conocimiento sobre las 11 Ideas-GIA, en estudiantes de la enseñanza media de Atacama.
- 4) Conocer el grado de interés de aprendizaje referente al área de la astronomía, por parte de los docentes y estudiantes de la Región de Atacama.

CAPITULO III: Marco Teórico.

En este capítulo abordaremos los referentes teóricos que se consideró relevantes, para la realización de esta tesis, y que cumplen la función de sustentar los procesos de conformación del problema de investigación, el análisis de los resultados de la exploración del terreno y, al final, todo cuanto concierne la discusión de los resultados y las conclusiones de la investigación.

Se incluyen varios temas en este apartado. En primer término, tratamos la **alfabetización en astronomía**, luego el **conocimiento científico** y, seguidamente, el concepto de **Astronomía**, también abordando su **fundamentación histórica**, para pasar a un apartado de la aplicación de la astronomía y su historia en la sala de clases, finalizando con la **Grandes Ideas de la Astronomía**. Los primeros temas, mencionados, se vinculan en tanto dan cuenta de los requisitos que se exige para ser considerado ciencia, y la divulgación que exige el conocimiento científico, por su parte, los demás temas, se refieren al concepto actual de astronomía, también, un pequeño vistazo de la historia del estudio del universo, finalizando con las grandes ideas de la Astronomía, Dichas ideas fueron recopiladas por trece autores de seis países distintos como una propuesta para que sean discutidas, evaluadas y modificadas. La idea fundamental es que estas ideas eventualmente puedan servir para la enseñanza y la divulgación de la astronomía, así como el desarrollo de recursos para estos fines.

3.1 – Alfabetización Científica

En primera instancia, se hace necesario precisar las concepciones que se tiene sobre la alfabetización científica en un contexto general, de esta abstracción M. Furman (2004) define a un individuo que tiende a aspirar a una condición de ser un alfabetizado “Estar alfabetizado científicamente tiene que ver con, por una parte, la comprensión profunda de las características y leyes básicas del mundo que nos rodea. Y, por otra, con el desarrollo de ciertas capacidades relacionadas con el “modo de hacer” de la ciencia: el pensamiento crítico y autónomo, la formulación de preguntas, la interpretación de evidencias, la construcción de modelos explicativos y la argumentación, la contrastación y el debate como herramientas para la búsqueda de consensos, por citar sólo algunas.”

En el mundo en que nos encontramos hoy en la actualidad, señala González Weil (2009), “no podemos separar la alfabetización científica y tecnológica del concepto de alfabetización general ya que la cultura científica contribuye a la formación ciudadana, al desarrollo social y económico de las sociedades y por lo tanto a la inclusión y la equidad social”, esto es un indicio que la alfabetización es un elemento importante y necesario para el desarrollo de los países, en especial para los cuales tengan el interés de alcanzar dicha condición.

De la alfabetización científica en general, Furman, distingue tres tipos de alfabetización científica, las cuales son:

1. *Alfabetización científica práctica: Este tipo de alfabetización implica el uso de los conocimientos de la vida diaria, con el fin de mejorar la calidad de vida.*
2. *Alfabetización Científica cívica: Este abarca a toda la sociedad, lo que implica que puede intervenir aplicando criterios científicos en decisiones políticas.*
3. *Alfabetización científica cultural: Se relaciona con los niveles de la naturaleza de las ciencias, con el significado de las ciencias y la tecnología y su incidencia en la configuración social.*

De las tres mencionadas se denota un claro enfoque de la integración de la sociedad hacia la alfabetización. Lo de alguna manera corresponde a ser otorgar un grado de compromiso social para estas, con relación a esto Gil (2004) plantea:

“En definitiva, participación ciudadana en la toma de decisiones es hoy un hecho positivo (...) se apoya en una creciente sensibilidad social frente a las aplicaciones del desarrollo tecnocientífico que puedan riesgos para las personas o el medio ambiente. Dicha información, hemos de insistir, reclama en un mínimo de formación científica que haga posible la comprensión de los problemas y de las opciones – que se pueden ver en un lenguaje accesible – y no ha de verse rechazada con el argumento de que problemas como el cambio climático o la manipulación genética sean de una gran complejidad.”

En otras palabras, la importancia de la alfabetización científica, en particular del área de la educación es “el desarrollo de actitudes científicas y tecnológicas, tiene que ver con las habilidades

que son necesarias para enfrentarse a un ambiente que cambia rápidamente y que son útiles para resolver problemas, proponer soluciones y tomar decisiones sobre la vida diaria”. (UNESCO: 2005)

Para resaltar más aún la importancia de la alfabetización científica se cita lo siguiente: “Para que un país esté en condiciones de atender a las necesidades fundamentales de su población, la enseñanza de las ciencias y la tecnología es un imperativo estratégico (...) Hoy más que nunca es necesario fomentar y difundir la alfabetización científica en todas las culturas y en todos los sectores de la sociedad, (...) a fin de mejorar la participación de los ciudadanos en la adopción de decisiones relativas a la aplicaciones de los nuevos conocimientos” (Declaración de Budapest, 1999)

En términos globales la importancia de la alfabetización científica y coincidiendo con lo que señala CONICYT (2015):

“La ciencia y la tecnología son pilares del desarrollo social y económico de los países. Son caminos necesarios para el entendimiento de los vertiginosos cambios que se están produciendo en nuestra sociedad, y de los efectos que inevitablemente tendrán en su desarrollo, en la independencia intelectual de sus protagonistas y en el ejercicio de la libertad de los seres humanos. Asimismo, el cultivo de las humanidades, de la ciencia y de la tecnología, es condición imprescindible para hacer frente a los retos, tanto culturales que el propio desarrollo científico y tecnológico va imponiendo, como a los de la economía cuya productividad y competitividad dependen, ante todo, de la calidad de los recursos humanos del país.”

En relación a lo que señala Polanco (2017);

La astronomía estelar en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias posibilita espacios que permiten la reflexión sobre la comprensión del universo y la integración de las ciencias. La observación directa del cielo nos orienta y nos muestra figuras imaginarias llamadas constelaciones, que nos sirven para ubicar objetos como cúmulos y nebulosas que, al indagar sobre cada una de ellas, permiten un entendimiento sobre como las estrellas evolucionan y de qué manera esa transformación en ellas está vinculada con nuestro planeta y nosotros mismos.

Es inherente al ser humano la indagación sobre sí mismo y sobre el universo al cual pertenece, por lo tanto, siempre habrá un espacio para construir representaciones que le permitan interpretar el mundo y su existencia misma, esa construcción se forja tanto de manera intuitiva, como por la información que vaya ingresando a través del tiempo. Así que todos tenemos ideas y representaciones sobre el mundo físico, pero con frecuencia la intuición nos juega una mala pasada por ejemplo con la sola observación de unos dos o tres días podríamos asegurar que estamos en el centro del universo y que todo por fuera de la Tierra gira en torno a ella.

Es deber tanto del gobierno por parte del Ministerio de Educación, así como también de los docentes de aula, generar espacios para no solamente la reflexión sobre aspectos astronómicos, sino también de fomentar proyectos educativos que lleven a los estudiantes a la investigación en astronomía.

Los docentes de ciencias, sus estudiantes y docentes en formación no escapan a las representaciones alternativas para explicar diversos fenómenos astronómicos. Estudios realizados en varios países muestran que existe una gran variedad de temas de astronomía **(fuentes)** en los cuales un alto porcentaje de los futuros docentes de las escuelas, presentan representaciones alternativas, por ejemplo, en conceptos relacionados con el ciclo día/noche, fases de la Luna, estaciones, composición y forma del Sistema Solar entre otros. (Gangui, 2008).

Los descubrimientos científicos se revelan al común de la humanidad de manera casi simultánea a sus avances, por lo tanto, la astronomía como tal ya no es ajena a nadie, además, lo nuevo que se está publicando o informando, no es de la comprensión de toda la comunidad en general, es allí donde los científicos deben contribuir a la formación del docente para que a su vez este tenga los elementos apropiados para generar en sus estudiantes modelos más reales y actualizados de la concepción del mundo físico, esto se extrapola por uno de los programas del CPEIP “Academia de ciencias para profesores y directivos”, cuyo propósito es que estos podrán capacitarse con científicos chilenos y estadounidenses. De esta manera, adquirirán innovadores conocimientos relacionados al mundo de la ciencia y la vida cotidiana.

Es fundamental mencionar que las potencialidades astronómicas de la región de Atacama deberían ser parte de la identidad regional. La valoración de la astronomía va de la mano con la divulgación de ésta, ya que dar a conocer este patrimonio, tanto económico como científico, tiene que hacerse bajo el concepto de una divulgación comprometida con la identidad regional. Como menciona Fog (2004), generar una cultura científica iría más allá de la mera transmisión de resultados y avances de la ciencia.

3.3 - Conocimiento Científico.

En la actualidad, en un mundo globalizado, la ciencia y la tecnología progresan rápidamente. Por ello, es crucial que la educación en las escuelas prepare a los estudiantes para enfrentar situaciones cada vez más complicadas que demandan respuestas ágiles para resolver los problemas que surgen en su entorno diario. (Espinoza Freire, & Campuzano Vásquez, 2019).

En la actualidad, la ciencia y la tecnología desempeñan un papel fundamental en la cultura. Tanto las estructuras educativas formales, como las no formales e informales (según la clasificación de Aguirre & Vásquez en 2004, donde las formales son impartidas en instituciones y son de carácter curricular, las no formales son extracurriculares, y las informales son aprendizajes casuales entre personas y el entorno), comparten el objetivo de cultivar el pensamiento científico entre la ciudadanía. Este enfoque busca concientizar a la sociedad sobre el potencial de la ciencia y la tecnología para contribuir al bienestar socioeconómico.

Según Bachelard (2000), el conocimiento científico tiene sus cimientos en experiencias cotidianas, como señala Camilloni, A. (2001). La resolución de experiencias significativas busca estimular al estudiante para que desarrolle una nueva perspectiva de su entorno. Así, el estudiante puede observar fenómenos, identificar patrones y organizar de manera secuencial los eventos clave de una experiencia. Este proceso constituye la primera tarea en la que se cimienta su pensamiento científico.

Según Mouriño, Espinosa, y Moreno (1983):

“El conocimiento científico y el empírico difieren de varias maneras y las desigualdades giran en torno al control y sistematización de su obtención. El primero utiliza esquemas conceptuales y de estructuras teóricas, verifica su

coherencia externa y somete a prueba empírica algunos de sus aspectos teóricos o hipótesis. Los conocimientos cotidianos o empíricos se limitan a la constancia de los hechos y a su descripción”

Este conocimiento práctico es relevante para iniciar el desarrollo del pensamiento científico en los niños, utilizando la astronomía como una herramienta didáctica y la observación como un medio para obtener información sobre su entorno. A través de esto, se busca obtener una explicación e interpretación que se integre en el conjunto de conceptos generales de una ciencia específica.

Instruir a los estudiantes implica mostrarles que la ciencia transforma el conocimiento ordinario, que suele ser vago e impreciso, en algo preciso. La ciencia da forma y precisión a lo que el sentido común percibe de manera difusa. Es importante destacar que la ciencia va más allá de ser simplemente sentido común organizado; su objetivo es lograr la máxima precisión. Aunque nunca está completamente libre de ambigüedades y errores, la ciencia constantemente busca mejorar su exactitud. Además, cuenta con técnicas para identificar y aprovechar los errores en su búsqueda continua de conocimiento preciso. (Bocanegra Caro, G. 2018).

El conocimiento científico no se limita a simplemente observar hechos; más bien, implica descartar, generar y explicar conocimientos y eventos. En este proceso, se analiza la realidad para ir más allá de los hechos observados. Se seleccionan y contrastan los datos considerados relevantes, y en la medida de lo posible, se reproducen. Los científicos no aceptan nuevos hechos a menos que puedan demostrar su autenticidad al mostrar que son coherentes con el conocimiento existente. Además, valoran no solo su propia experiencia, sino que se basan en la experiencia colectiva y en las teorías para fundamentar sus conclusiones.

Esta experiencia no solo describe la realidad, sino que la interpreta mediante la formulación de hipótesis y sistemas de hipótesis, que luego se desarrollan en teorías.

En la misma línea, Mario Augusto Bunge sostiene que el conocimiento para ser considerado científico debe someterse al escrutinio de la experiencia. Para explicar un fenómeno, se formulan conjeturas o suposiciones basadas en el conocimiento existente. Estas conjeturas pueden ser tanto audaces como complejas, pero en todos los casos deben ser sometidas a prueba. La forma de hacerlo es a través de la observación y la experimentación. La experimentación se considera más

concluyente que la observación, ya que no solo registra variaciones, sino que también modifica eventos.

El pensamiento científico implica seguir un proceso sistematizado para adquirir conocimientos. A este enfoque se le llama método, y cuando se combina con la teoría y la técnica, da lugar a la metodología de la investigación. (Torrente Díaz, M., & Guevara Calderón, W. 2014).

La inclusión de la astronomía en la educación escolar nos brinda la oportunidad de desarrollar un conocimiento científico que facilita la exploración y comprensión de diversas categorías de conocimiento, como el cotidiano, el precientífico y el científico, así como el conocimiento empírico y teórico.

La astronomía nos posibilita comprender ese conocimiento empírico, común, difuso e impreciso. A través de la interdisciplinariedad con áreas como las matemáticas, fortalecemos la comprensión de los estudiantes en este campo y estimulamos su interés y pensamiento científico.

Chile se presenta como un lugar idóneo para la exploración del Universo, ya que se proyecta que en menos de diez años concentrará el 70% de la capacidad de observación astronómica mundial, según la Oficina de la Protección de la Calidad del Cielo del Norte de Chile (OPCC) en 2019. Las condiciones climáticas y geográficas favorecen los avances en esta ciencia. La investigación astronómica formal en Chile comenzó en 1849 con la instalación del primer observatorio astronómico en Latinoamérica, liderado por el científico estadounidense James Melville Gillis, ubicado en el cerro Santa Lucía, Santiago. Este mismo lugar fue utilizado por las culturas mapuches e incas para la observación astronómica a simple vista. (Contreras et al, 2011).

3.4 - Astronomía.

El astrónomo Jorge Melendez Moreno, señala que la astronomía se reconoce como la ciencia natural que estudia el universo.

La astronomía se enfoca en examinar los movimientos de los cuerpos celestes, así como las formas, dimensiones, masas y características de sus superficies. Además, estudia la naturaleza, composición, condiciones físicas y químicas de estos astros, así como los efectos que generan.

También se interesa en investigar el probable pasado histórico y el posible desarrollo futuro de estos cuerpos celestes. (Dr. W. H. Kegel, 1987)

La Astronomía figura como una de las ciencias naturales más cautivadoras; aquellos que se dedican a observar y estudiarla se denominan aficionados a la astronomía. Al intentar compartir con niños y adultos lo que descubrimos sobre el universo mediante nuestro trabajo, sugerimos que, para lograr una mejor comprensión, todos simplemente dirijamos la mirada hacia el cielo.

Se subraya que los astrónomos utilizan la palabra "cielo" para referirse a la apariencia del espacio exterior, tal como la percibiría cualquier observador desde la superficie terrestre. El propósito es explorar respuestas a las preguntas que han surgido desde tiempos antiguos al observar el firmamento. (Gerardo Botteri, 2015)

3.5 - Fundamentación histórica.

La astronomía es la ciencia que estudia los cuerpos celestes, como planetas, estrellas, galaxias y otros objetos del universo. A lo largo de la historia, los científicos han desarrollado diversas teorías y conceptos fundamentales que han contribuido a nuestro entendimiento del cosmos.

Estos son algunos de los grandes apartados, del campo de la astronomía:

- **Modelo heliocéntrico:** El modelo heliocéntrico propuesto por Nicolás Copérnico en el siglo XVI revolucionó nuestra comprensión del sistema solar al postular que la Tierra y los demás planetas orbitan alrededor del Sol. Este reemplazó al modelo geocéntrico en el que se creía que la Tierra era el centro del universo.
- **Leyes de Kepler:** Johannes Kepler descubrió tres leyes del movimiento planetario, conocidas como las leyes de Kepler. Estas leyes establecen que los planetas describen órbitas elípticas alrededor del Sol, que la velocidad de un planeta varía a lo largo de su órbita y que el cuadrado del período orbital de un planeta es proporcional al cubo de su distancia promedio al Sol.
- **Gravitación universal:** La teoría de la gravitación universal desarrollada por Isaac Newton en el siglo XVII establece que todos los objetos en el universo se atraen entre sí con una fuerza proporcional a sus masas y al inverso del cuadrado de la distancia que los separa. Esta teoría

permitió explicar las órbitas planetarias y sentó las bases para entender la interacción de los objetos celestes.

- **Expansión del universo:** El descubrimiento de que el universo está en constante expansión es una de las ideas más importantes en astronomía. Edwin Hubble fue quien observó en la década de 1920 que las galaxias se alejan unas de otras, lo que implica que el espacio en sí se está expandiendo. Esta idea condujo al desarrollo de la teoría del Big Bang, que sostiene que el universo tuvo un origen hace aproximadamente 13.8 mil millones de años.
- **Materia oscura y energía oscura:** Se estima que la materia visible en el universo solo constituye alrededor del 5% de su contenido total. La existencia de la materia oscura y la energía oscura, aunque aún no se comprenden en su totalidad, ha sido propuesta para explicar las observaciones que indican que hay más masa y energía de las que podemos detectar directamente. Estas dos formas de materia y energía constituyen aproximadamente el 96% del universo y juegan un papel fundamental en su evolución.

Estos son solo algunos ejemplos de las importantes ideas en astronomía que han aportado a nuestra comprensión del universo. A lo largo de la historia, los científicos han efectuado numerosos descubrimientos y formulado teorías que han inaugurado nuevas oportunidades de investigación, contribuyendo así a la constante expansión de nuestro conocimiento sobre nuestra posición en el cosmos.

La evolución de la astronomía a lo largo de la historia ha sido un proceso extremadamente complejo en la trayectoria de la ciencia. Alcanzar el nivel de conocimiento actual ha requerido miles de años de esfuerzo, involucrando hipótesis, observaciones, experimentos y mucho más.

A lo largo de los años, las mentes más brillantes de la humanidad han tejido una serie de ideas desde los primeros estudios centrados en un universo donde la Tierra era el epicentro, hasta las concepciones más descentralizadoras como la de Copérnico. Personajes como Giordano Bruno propusieron que el universo estaba poblado por miles de soles alrededor de los cuales orbitaban miles de mundos, mientras que William Herschel identificó la Vía Láctea como una galaxia en sí misma. Finalmente, hemos llegado al principio cosmológico actual que sugiere que el universo está compuesto por innumerables galaxias, ninguna de las cuales ocupa una posición central. Incluso, algunos cosmólogos más audaces han planteado teorías de multiversos, insinuando que nuestro universo es solo uno de una infinidad de universos posibles.

Por lo enunciado anteriormente, la fundamentación histórica se encuentra dividida en varias partes:

- Primeras cosmologías: Se comienza presentando las ideas que las primeras civilizaciones tuvieron sobre el cosmos. Cada apartado comienza con una breve presentación de los éxitos astronómicos de cada civilización para acabar con una breve exposición de cómo entendían el universo estas civilizaciones de la antigüedad.
- La astronomía griega: La ciencia dio sus primeros pasos con los comienzos de la civilización griega. En este apartado aparecen los primeros modelos del universo basados en observaciones como el de Tales y Anaximandro, que precedieron a los más elaborados de Aristóteles y Ptolomeo, este último vigente durante casi 20 siglos.
- Astronomía árabe y de otras civilizaciones: En la Edad Media, otras grandes culturas desarrollaron la astronomía fuera del continente europeo, los árabes que, si conocieron los descubrimientos griegos, y los mayas y chinos que la desarrollaron de forma más aislada. En este apartado se describen algunos de los hechos astronómicos más destacados de estas tres civilizaciones.
- La revolución científica: El despertar de la ciencia en Grecia quedó atascado para occidente en el modelo de Ptolomeo, y hubo que esperar al siglo XVI para que comenzara a cuestionarse. En este apartado se describe el proceso que llevó a desplazar la Tierra del centro del universo mediante las ideas de Copérnico, Kepler y Galileo. Como conclusión al trabajo realizado en el siglo anterior, Newton propone su Ley de la Gravitación Universal, que unificaría las mecánicas celeste y terrestre explicando la dinámica de los cuerpos celestes. Los sucesivos pasos que llevaron a enunciar esta ley y la dificultad de su verificación experimental se tratan en este apartado. En este apartado aparecen los éxitos de la Ley de la Gravitación Universal, que proporcionó explicación a fenómenos aparentemente tan dispares como las mareas o las trayectorias de los cometas.
- Imagen actual del universo: Con el desarrollo de la astronomía, la astrofísica y la Teoría de la Relatividad General, la ciencia ha podido enfrentarse a algunas de las preguntas más difíciles a las que se ha enfrentado el ser humano. ¿Tuvo un origen el universo o por el contrario siempre ha existido? ¿Tendrá un final? En este apartado se muestra como estas preguntas han sido abordadas de forma rigurosa durante el todo el siglo XX.

Este último apartado de la fundamentación histórica también contiene un repaso de la física estelar. Comprender los ciclos de vida estelar nos ayuda a entender como este universo ha sido capaz de albergar vida, respondiendo a las preguntas sobre la procedencia de los elementos químicos y la formación de sistemas planetarios.

A lo largo de la historia, varias civilizaciones antiguas han mirado hacia el cielo, pero en su mayoría, su interés tenía un enfoque más práctico que cósmico. Buscaban predecir los momentos adecuados para sembrar, cosechar o cazar. Esta perspectiva se reflejaba en sus modelos cosmológicos, que a menudo se basaban en mitos y supersticiones en lugar de observaciones concretas.

Sin embargo, fue en la antigua Grecia cuando estos modelos comenzaron a fundamentarse en observaciones concretas, dejando atrás las creencias míticas. La primera astronomía observacional se considera que comenzó en la región conocida como el "Creciente Fértil," una zona con forma de luna creciente que se extiende desde el Golfo Pérsico hasta Egipto, pasando por el Mar Muerto. En este lugar, se desarrolló el primer sistema sexagesimal, se identificaron los planetas y muchas de las constelaciones. Además, en este contexto histórico, surgió la astrología, que se convirtió en una especie de "hija aborrecida" de la astronomía alrededor del siglo V a.C. a. n. e. (Belmonte, 1999) (a. n. e. “**antes de nuestra era**”)

3.5.1 - La visión del universo según los babilonios

En la antigua Babilonia, durante la primera mitad del segundo milenio a.n.e, se llevaron a cabo observaciones astronómicas muy tempranas. Estas observaciones incluyeron eventos como eclipses solares, los movimientos de Venus al amanecer y al atardecer, así como representaciones de algunas constelaciones que reconocemos hoy en día, como El Águila, Acuario, Leo y Tauro, junto con la creación de un calendario lunisolar.

En los posteriores períodos babilónicos, se realizaron observaciones astronómicas de diversa índole, que abarcaron la creación de un catálogo de estrellas con sus salidas y puestas, el seguimiento de conjunciones planetarias, eclipses lunares, y las primeras representaciones de las constelaciones que conocemos en la actualidad. También se desarrolló un calendario solar y se comenzó a utilizar el gnomon para medir el tiempo.

Hacia el siglo VII antes de nuestra era, los babilonios ya estaban asignando las posiciones de la Luna y los planetas a 18 constelaciones, sentando las bases para el desarrollo de las constelaciones zodiacales. Aunque posteriormente redujeron estas constelaciones a 15, asignándolas a cada uno de los 12 meses del año. Finalmente, en el siglo V antes de nuestra era, se estableció un zodiaco de 12 constelaciones que serviría como base para el zodiaco grecorromano. Estos desarrollos tenían el propósito de emitir juicios, controlar el ciclo estacional y adaptarlo al calendario lunisolar oficial.

A pesar de todas estas observaciones astronómicas, los babilonios no desarrollaron un modelo cosmológico científico. Su concepción del universo estaba arraigada en la religión y los mitos. Según sus creencias, el universo estaba formado por una Tierra plana con forma de disco que flotaba en las aguas inferiores, cubierta por una semiesfera de la que colgaban las estrellas. Los cielos estaban rodeados por las aguas superiores, y los astros aparecían en el borde de este mundo para cruzar el cielo y ocultarse en la parte opuesta.

3.5.2 - La visión del universo según los egipcios

La astronomía en el antiguo Egipto era principalmente practicada por los sacerdotes egipcios, ya que les otorgaba control sobre los ciclos de tiempo y, por lo tanto, poder. Esto llevó a la falta de información astronómica en los jeroglíficos egipcios. Los egipcios asociaron a sus dioses con diferentes astros, lo que a veces resulta en identificaciones múltiples y contradictorias. A pesar de estas dificultades, lograron desarrollar un calendario civil que sirvió de base para nuestro calendario actual. Además, utilizaron observaciones astronómicas para determinar momentos clave en la agricultura, como el desbordamiento del Nilo, que coincidía con el orto helíaco de la estrella Sirio. Esta observación llevó a la creación de un calendario de 365 días, aunque la duración real del año es de 365 días y 6 horas. También orientaron algunos de sus templos y monumentos de acuerdo con eventos astronómicos importantes, como el solsticio de invierno. Los egipcios tenían una visión del universo en la que la Tierra se consideraba un disco cóncavo rodeado de montañas y flotando en las aguas del abismo Nun, con las estrellas y los planetas asociados a sus dioses.

3.5.3 - La visión del universo según los chinos

La astronomía china se desarrolló de manera independiente en comparación con la astronomía occidental, en parte debido a la distancia geográfica entre las diferentes culturas. Las

primeras observaciones astronómicas documentadas parecen remontarse alrededor del 4000 a.C. y estaban impulsadas por la creencia de que las posiciones de los astros podrían predecir el futuro.

Los astrónomos chinos lograron crear un catálogo que incluía 1464 estrellas agrupadas en 283 constelaciones, organizadas en 28 sectores del cielo llamados "Xiu" y clasificados en los cuatro puntos cardinales.

En cuanto a las observaciones del Sol, los astrónomos chinos fueron capaces de detectar las manchas solares desde tiempos antiguos, con los primeros registros durante la dinastía Shang (1700-1027 a.C.). La predicción de eclipses desempeñaba un papel crucial, ya que se creía que estos eventos tenían significados auspiciosos o infaustos, y predecirlos tenía un gran poder. La primera predicción registrada de un eclipse data de alrededor del 2137 a.C.

El calendario chino es de naturaleza lunisolar y se creó tanto por motivos prácticos como astrológicos. Se le atribuyó una supuesta capacidad predictiva que otorgaría poder a la dinastía gobernante, lo que llevó a un fuerte respaldo de la astronomía por parte de las dinastías chinas.

La concepción del universo en la antigua China estaba más relacionada con la mitología que con la observación científica del cosmos. En una de las cosmologías chinas, se imaginaba que la Tierra era esférica y suspendida en aguas, dentro de otra esfera ahusada que contenía agua y vapor, con las estrellas flotando en su interior.

3.5.4 - La visión del universo según los mayas

La llegada de los conquistadores al Nuevo Mundo resultó en la destrucción de gran parte de la herencia escrita de los mayas, lo que ocultó una parte significativa de su conocimiento astronómico. Al igual que en otras culturas, la práctica de la astronomía entre los mayas estaba relacionada con la búsqueda de poder por parte de los gobernantes, a través de la predicción, pero también tenía aplicaciones prácticas, especialmente en la agricultura.

La medición del tiempo y los ciclos astronómicos desempeñaron un papel esencial en la astronomía maya. Se han encontrado evidencias de hasta diecisiete calendarios diferentes, siendo dos de los más destacados el calendario de 260 días, utilizado exclusivamente para predicciones astrológicas, y el calendario de 365 días, con aplicaciones más prácticas. En este último calendario, los mayas introdujeron un año bisiesto de 366 días para ajustarlo a las observaciones astronómicas.

Ambos calendarios coincidían cada 73 años rituales o 52 años solares, en un período llamado "gavilla de años".

En la concepción maya del cosmos, la Tierra se representa como un caimán, con trece niveles del cielo sobre él y nueve niveles del inframundo debajo. En el centro se encuentra la Ceiba, un árbol que simboliza la Tierra, y en cada punto cardinal se sitúan los Bacab, divinidades que sostienen la capa de los cielos.

3.5.5 – La visión del universo Mapuche-Pewenche (Etnoastronomía).

La cosmovisión Mapuche-Pehuenche, engloba a dos grupos indígenas, los Mapuche y los Pehuenche, es una perspectiva única arraigada en la región de los Andes en Chile y Argentina. Estos pueblos comparten similitudes culturales, pero también tienen particularidades que enriquecen su cosmovisión. Para los Mapuche-Pehuenche, la relación con la naturaleza es central. El "Pewma", que significa "sueño" en su lengua, es un concepto importante. Creen que los sueños son mensajes de la naturaleza y de sus antepasados. Consideran que la tierra, los ríos y las montañas son seres vivos con espíritus, y que deben mantener una armonía constante con ellos.

El Pehuén, o "araucaria", es un árbol sagrado para los Pehuenche. Su recolección es un evento ceremonial que simboliza la relación entre la humanidad y la naturaleza.

La cosmovisión Mapuche, proveniente de uno de los pueblos originarios más grandes de Chile y Argentina, es una perspectiva profundamente arraigada en la naturaleza y la comunidad. Para los Mapuche, la tierra, conocida como el "Wallmapu", es el corazón de su identidad. Consideran que la naturaleza y los seres humanos están intrínsecamente conectados y que ambos comparten un espíritu vital llamado "Ngen".

La relación con la tierra es un pilar fundamental en su cosmovisión. La tierra es vista como una madre que provee sustento y espiritualidad. Los ciclos naturales y estaciones son celebrados en ceremonias como el "We Tripantu" (el año nuevo Mapuche), la comunidad también es esencial. La organización social Mapuche gira en torno a las familias extendidas o "lof" y la autoridad es distribuida de manera horizontal, con líderes conocidos como "loncos". La solidaridad, la reciprocidad y el apoyo mutuo son principios rectores en la vida Mapuche.

La cosmovisión Mapuche-Pehuenche es un testimonio de la profunda conexión con la naturaleza, la espiritualidad y la comunidad en los Andes. Es una perspectiva rica y significativa que merece un profundo respeto y comprensión. El arte del pueblo mapuche también contiene elementos inspirados por las observaciones astronómicas. Por ejemplo, la alfarería mapuche antigua incluye piezas marcadas con objetos celestes, como la Cruz del Sur, y posibles representaciones del cálculo asociado con el sistema calendárico mesoamericano (González 1984: 72-92). Otro ejemplo prominente de la simbología astronómica mapuche es la presencia de la estrella Wünelve en el kultrun, así como en las banderas tanto chamánicas como históricas “Estrella de la bandera chilena” (Kuramochi 1994: 41). Por último, los objetos astronómicos aparecen en los tejidos mapuches e incluso se les produce hoy en día. Un tejido proveniente de la comunidad de Trapa Trapa, yuxtapone dos estrellas brillantes sobre un fondo de estrellas más tenues. (v. g. Erize 1960; Grebe et al. 1972).

3.5.6 - La astronomía griega en sus primeras etapas

Desde sus inicios, el estudio de los fenómenos celestes estuvo estrechamente relacionado con la religión y la astrología. Como Carl Sagan señala en 2004, durante miles de años, la humanidad vivió bajo la creencia de que el universo era controlado por dioses invisibles e inescrutables, como si fuera una marioneta. Sin embargo, un cambio fundamental comenzó en Jonia, donde algunos individuos empezaron a cuestionar esta perspectiva.

En Jonia, se gestó la idea de que todo en la Tierra estaba compuesto por átomos, que la Tierra era solo un planeta orbitando alrededor del Sol y que las estrellas estaban a una gran distancia de nosotros. Este cambio de paradigma llevó a la creencia de que el universo era comprensible, ya que obedecía leyes y regularidades que podían ser estudiadas científicamente, sin necesidad de recurrir a mitos y leyendas.

¿Pero por qué esta noción de un universo ordenado surgió en Jonia y no en otras civilizaciones que también observaban los cielos? La ventaja de los jonios radicaba en su dispersión geográfica y diversidad de pensamientos. Además, la alfabetización era común, y los mercaderes que detentaban el poder estaban interesados en la prosperidad, lo que fomentó el estudio de la tecnología. Jonia también se encontraba en una encrucijada cultural entre Egipto y Mesopotamia, civilizaciones avanzadas en tecnología, de las cuales los sabios jónicos extrajeron muchas de sus

ideas iniciales, depurándolas de elementos astrológicos. Esta revolución intelectual tuvo lugar en el siglo VI a.C. y sentó las bases del pensamiento científico tal como lo conocemos hoy en día.

3.5.7 - El modelo geocéntrico

La antigua astronomía griega se basó en la observación de fenómenos celestes, como el movimiento del Sol y la Luna, así como las estrellas, y se sustentó en el modelo geocéntrico. Según este modelo, la Tierra era el centro del universo y permanecía inmóvil, mientras que el Sol y otros astros se movían alrededor de ella. Esta perspectiva no parecía tan inverosímil en aquel momento, ya que se apoyaba en observaciones cotidianas y en el sentido común.

Aristóteles fue uno de los pioneros en desarrollar este modelo. Organizó los cuerpos celestes en un orden que iba desde la Tierra hacia afuera: Luna, Mercurio, Venus, Sol, Marte, Júpiter y Saturno. La esfera exterior de estrellas fijas se consideraba impulsada por un "Primer Motor". Aristóteles también distinguió entre la física terrestre y la celestial, ya que creía que los cielos estaban compuestos por un quinto elemento, el éter, mientras que todo lo que estaba por debajo de la Luna estaba formado por los cuatro elementos terrestres.

Otros pensadores griegos contribuyeron significativamente a la astronomía, como Aristarco, quien propuso un sistema heliocéntrico, Eratóstenes, que calculó el radio de la Tierra, Hiparco, que registró las posiciones de numerosas estrellas, y Claudio Ptolomeo, cuyo trabajo se recopiló en el "Almagesto" y respaldó el modelo geocéntrico.

Durante la Edad Media, los árabes continuaron utilizando el modelo geocéntrico y se convirtieron en observadores excepcionales debido a la importancia de la astronomía en la práctica del Islam. Sus mediciones solo se superaron siglos después con Tycho Brahe.

La astronomía griega y su posterior evolución marcaron un período crucial en el desarrollo del pensamiento científico y en la comprensión de nuestro lugar en el universo.

3.5.8 - La revolución científica (Del modelo geocéntrico al modelo heliocéntrico)

Los astrónomos de la época se enfrentaron a un desafío importante: explicar los movimientos de los planetas, el Sol y la Luna en relación con las estrellas fijas en la esfera celeste.

En ese momento, se sostenía la idea del modelo geocéntrico, donde la Tierra ocupaba el centro del universo, y todos los demás cuerpos celestes giraban a su alrededor. Sin embargo, este modelo se encontró con obstáculos debido a la variación en las posiciones de los planetas, el Sol y la Luna a lo largo del año.

Aristarco de Samos, varios siglos antes, ya había sugerido una solución que simplificaría este problema: considerar el Sol en el centro del universo y la Tierra en órbita alrededor de él. A pesar de esta idea innovadora, el modelo heliocéntrico de Aristarco no recibió una amplia aceptación debido a la aparente contradicción con las creencias comunes de la época y las concepciones filosóficas que colocaban a la Tierra en un lugar especial en el universo.

El modelo geocéntrico, que tenía a la Tierra como centro, se mantuvo durante casi 20 siglos, desde los tiempos de Aristóteles hasta que Nicolás Copérnico publicó su obra "De las revoluciones de las esferas celestes" en 1543, presentando el modelo heliocéntrico. Copérnico desplazó a la Tierra del centro del universo en beneficio del Sol, aunque no proporcionó motivos explícitos para este cambio. Este modelo se enfrentó a oposición tanto científica como ideológica, ya que chocaba con las creencias religiosas y sociales de la época.

El astrónomo alemán Johannes Kepler, trabajando con datos de Tycho Brahe, perfeccionó el sistema heliocéntrico, formulando las tres leyes que llevan su nombre. También, Galileo Galilei, con sus observaciones a través del telescopio, respaldó el modelo heliocéntrico, aunque enfrentó fuerte oposición y persecución por parte de la Iglesia. El libro "Sidereus Nuncius" (el mensajero celestial) de Galileo mostró que los cuerpos celestes no eran perfectos, que no todos giraban en torno a la Tierra y que las estrellas estaban a distancias inmensas.

La Iglesia y otros detractores del modelo heliocéntrico argumentaron en contra de esta teoría basándose en una interpretación literal de la Biblia y en supuestas evidencias físicas. Sin embargo, estas objeciones no resistieron el avance de la observación y el conocimiento científico. A pesar de la oposición, la teoría heliocéntrica de Copérnico (previamente de Aristarco) sentó las bases para una nueva comprensión del universo y la astronomía moderna.

3.5.9 - Gravitación universal

Durante los cincuenta años siguientes, los científicos continuaron abordando el problema de la gravitación. En el siglo XVII, René Descartes tenía una visión particular de la materia, en la que negaba la existencia del vacío y proponía tres clases de materia en el universo. Según su teoría, el fuego constituía el Sol y las estrellas, el espacio interestelar estaba compuesto por un elemento etéreo (aire), y los planetas y satélites formaban la tercera clase de materia, la tierra. Según esta concepción, el Sol ocupaba el centro de un vórtice o remolino creado por la primera clase de materia, y este vórtice rotatorio arrastraba a la Tierra y a los planetas. Incluso los vórtices más pequeños de la Tierra y Júpiter influían en la Luna y los satélites de Júpiter.

En ese contexto, destacan los trabajos de Christiaan Huygens en astronomía, quien construyó un telescopio y descubrió el satélite Titán de Saturno, además de esclarecer que las protuberancias laterales de Saturno, previamente observadas y dibujadas por Galileo, eran en realidad los anillos de Saturno.

Sin embargo, la figura más destacada de este período fue Isaac Newton (1642-1727), quien formuló su hipótesis sobre la fuerza de la gravedad. Newton supuso que la misma fuerza que hacía caer una piedra en la Tierra era la que retenía a la Luna en su órbita alrededor de nuestro planeta. En 1687, publicó los "Principia Mathematica" en latín, una obra influyente que revolucionó la ciencia. En esta obra, Newton estableció las bases de la física moderna y formuló las leyes de la dinámica, abordó el movimiento de los cuerpos en medios con rozamiento, y trató la gravedad y el movimiento de los cuerpos celestes.

Newton demostró que cualquier cuerpo que no tenga un movimiento rectilíneo y uniforme debe estar sometido a fuerzas. Además, estableció que la fuerza gravitatoria entre dos objetos es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa. También postuló que la gravedad actúa debido a las masas de los cuerpos. Para respaldar su teoría, Newton desarrolló el cálculo integral y diferencial, conocido como cálculo de fluxiones.

La verificación experimental de la ley de la Gravitación era un desafío, ya que no se conocían las masas exactas de los objetos celestes. Newton utilizó una verificación indirecta al considerar las órbitas planetarias como círculos y deducir la relación entre el período de un planeta y su distancia al Sol, que coincidía con la tercera ley de Kepler. A pesar de la dificultad de la

verificación experimental en ese momento, Newton sentó las bases de la física y la astronomía modernas y abrió el camino para una comprensión más profunda del universo. Esta ley proporcionó una explicación para varios fenómenos astronómicos. En primer lugar, permitió comprender las perturbaciones en la órbita de la Luna causadas por la influencia gravitatoria de otros cuerpos en el sistema solar. Además, ayudó a entender el fenómeno de las mareas oceánicas, ya que la Luna (y en menor medida el Sol) ejercen fuerzas de atracción en la parte más cercana del océano, lo que provoca la elevación de las aguas. También explicó por qué los planetas tienen una forma de esferoide achatado, debido a la combinación de la gravedad (que tiende a formar esferas con la materia inicialmente dispersa) y la rotación alrededor de su eje (lo que provoca un ensanchamiento en el ecuador y un achatamiento en los polos).

Además, esta ley contribuyó a comprender las diferentes trayectorias de los cometas. Si los cometas son periódicos, su órbita es una elipse altamente excéntrica, y uno de los ejemplos más conocidos es el cometa Halley, que fue estudiado por Halley cuando apareció en 1682, y predijo su regreso cada aproximadamente 75 años. Este cometa ha regresado varias veces desde entonces, siguiendo una elipse que se extiende más allá del último planeta, lo que se consideró un logro significativo de la mecánica newtoniana.

Si los cometas no son periódicos, su órbita es abierta y puede ser una hipérbola o una parábola. A lo largo de los años, se han realizado una serie de descubrimientos astronómicos relacionados con la ley de gravitación, que han demostrado su aplicabilidad universal. Estos descubrimientos incluyen el hallazgo de nuevos planetas debido a las perturbaciones en las órbitas de los planetas ya conocidos. Por ejemplo, las irregularidades en la órbita de Urano, descubierto en 1781 por Herschel, llevaron al descubrimiento de Neptuno en 1846 por Leverrier y Adams. Además, pequeñas perturbaciones en la órbita de Mercurio se atribuyeron a la influencia de un planeta aún no detectado, hasta que la teoría general de la relatividad de Einstein explicó estas perturbaciones.

En cuanto a la estructura del universo, el astrónomo William Herschel mostró en 1784 que las estrellas observables forman una especie de sistema con forma de lente, lo que significa que estamos mirando en la dirección del plano de nuestra galaxia, la Vía Láctea. Herschel también observó que algunas parejas de estrellas cercanas giran una, alrededor de la otra, lo que se conoce como estrellas binarias, y este fenómeno se rige por la ley de la gravedad. Además, se ha observado que las estrellas tienden a agruparse debido a la gravedad, formando cúmulos globulares y cúmulos

abiertos. Finalmente, desde que Edwin Hubble demostró en 1923 la existencia de otras galaxias aparte de la Vía Láctea, se ha observado que estas galaxias se agrupan en cúmulos y supercúmulos galácticos.

3.6 - Imagen actual del universo

3.6.1 - Cosmología

Con los avances en la astronomía y la astrofísica, así como la introducción de la Teoría de la Relatividad General, los científicos han tenido la oportunidad de buscar una explicación al universo. Gamow formuló el desafío de la cosmogonía científica, que consiste en comprender la evolución que ha llevado al universo desde sus inicios simples hasta la complejidad actual que nos rodea.

Este problema ha sido abordado por los físicos desde 1917, cuando Einstein intentó encontrar una solución a sus ecuaciones de la teoría de la relatividad general para describir la geometría del universo. Inicialmente, supuso que el universo era estático, pero sus ecuaciones no lo respaldaban, lo que lo llevó a introducir la constante cosmológica para equilibrar la atracción gravitatoria con una repulsión entre las galaxias debido a la expansión del espacio. Más tarde, lamentó este paso como "el peor error de mi vida".

Einstein también sugirió que el espacio podría curvarse de tal manera que el universo fuera cerrado pero infinito, ya que la luz se curvaría al pasar cerca de la materia y eventualmente regresaría a su punto de partida. Esto implicaba que el universo tenía un radio, pero carecía de un centro o un límite definido. Otros científicos, como William de Sitter y Alexander Friedmann, obtuvieron soluciones alternativas a las ecuaciones de Einstein, que sugerían un universo en expansión o contracción.

La relevancia de estas ideas matemáticas aumentó cuando Edwin Hubble, usando el telescopio en el Observatorio Palomar en Estados Unidos, observó que las "nebulosas" eran en realidad galaxias externas a la Vía Láctea y notó que sus líneas espectrales se desplazaban hacia el rojo. Esto se explicó mediante el efecto Doppler y demostró que las galaxias se alejaban de la Tierra con una velocidad proporcional a su distancia, conocida como la Ley de Hubble.

La constante de Hubble, H , que es inversamente proporcional a la edad del universo, se convirtió en un indicador crucial para estimar la edad del universo y su tamaño observable. Los datos sugieren que la expansión del universo comenzó hace aproximadamente 13,700 millones de años, y el tamaño del universo observable se ha expandido a alrededor de 46,000 millones de años luz debido a la expansión continua del espacio desde su origen. (Davis & Lineweaver, 2004; Davis & Lineweaver, 2005).

En 1946, Georges Gamow, quien había estudiado con Alexander Friedmann, junto con sus colaboradores Ralph Alpher y Robert Herman, desarrollaron una teoría que explicaba el origen del universo a partir de la explosión de un núcleo primordial que contenía toda la materia y energía del universo actual. Esta teoría fue inicialmente apodada "big bang" (Gran Explosión) de manera burlona por Fred Hoyle, pero este nombre es el que finalmente prevalece para describir la teoría. El núcleo primordial tenía condiciones extremas de densidad, temperatura y gravedad.

La Gran Explosión marcó el inicio de la expansión del universo, donde no se trata de que el núcleo expulsara la materia hacia afuera de manera violenta, sino que el espacio mismo se expandió, lo que resultó en una disminución de la temperatura y la densidad. A medida que el universo se expandía, se formaron partículas elementales, átomos simples como el hidrógeno, el deuterio y el helio, seguidos por la formación de galaxias, estrellas, sistemas solares y, finalmente, la vida. Dos años después de esta teoría, los científicos predijeron la existencia de una radiación de fondo con una temperatura de alrededor de 5 Kelvin.

En la década de los 50, la idea de un universo en expansión que se originó a partir de un núcleo primordial compitió con la teoría de un universo estacionario para convertirse en la más aceptada. Georges Gamow enfatizó la importancia de acumular datos sobre la edad de varias partes y eventos fundamentales que caracterizan el estado actual de nuestro universo para resolver esta cuestión.

Estos datos sobre la edad se obtuvieron a través de diversos métodos que abarcan desde la datación de átomos, rocas, océanos, la Luna, el Sol y las estrellas, hasta cúmulos galácticos y la Vía Láctea. Los valores obtenidos coincidieron aproximadamente, lo que llevó a la conclusión de que los elementos fundamentales del universo tal como los conocemos hoy son el resultado de un proceso evolutivo que comenzó hace miles de millones de años.

La predicción de Hubble sobre la expansión del universo se mantuvo en segundo plano hasta 1964, cuando los investigadores Arno Penzias y Robert Wilson, que trabajaban en los Laboratorios Bell y buscaban ondas de radio de la galaxia fuera del plano de la Vía Láctea, descubrieron un ruido que provenía de todas las direcciones del espacio con una longitud de onda de 7,35 cm (microondas). Tras descartar varias fuentes posibles de ruido, como interferencias electrónicas o excrementos de palomas en su antena, descubrieron que estas microondas tenían una temperatura de alrededor de 3 Kelvin, lo que coincidía con la predicción hecha por Robert H. Dicke y James Peebles ese mismo año. Estos físicos habían llegado a la misma conclusión que Gamow, Alpher y Herman, respaldando la idea de que el universo primitivo emitió radiación, que, debido a la expansión del espacio, ahora se encuentra muy desplazada hacia el rojo. La noticia del descubrimiento de Penzias y Wilson llegó antes de que Dicke y Peebles pudieran verificar su predicción teórica.

En resumen, la teoría de la Gran Explosión se considera confirmada por esos tres hechos: 1) La existencia de la radiación de fondo de microondas. 2) La separación de las galaxias o su desplazamiento hacia el rojo. 3) El análisis de la abundancia relativa de dichos núcleos ligeros: aproximadamente tres cuartas partes de hidrógeno, una cuarta de helio y pequeñas cantidades de deuterio y tritio. La solución de las ecuaciones de la Teoría General de la Relatividad de Einstein, que Alexander Friedmann elaboró en 1922 ofrece tres modelos de evolución del universo (Figura 3.1). Es una situación análoga a cuando se lanza desde la Tierra un proyectil hacia el cielo a una velocidad menor, mayor o igual a la velocidad de escape, 11,2 km/s (considerando despreciable el rozamiento con la atmósfera). Si es menor, caerá de regreso a la Tierra. Si es igual, empezará a escapar y no regresará. Si es mayor escapa con facilidad.

El primer modelo predice un universo que se expande indefinidamente. La cantidad de materia que contiene no es suficiente para equilibrar la expansión por medio de la fuerza gravitatoria. El universo es, por tanto, abierto e infinito. Corresponde a una geometría espacio-tiempo de curvatura negativa como la de una silla de montar.

En el segundo modelo, la evolución del universo corresponde a una expansión en la que la velocidad de separación de las galaxias disminuye gradualmente, aunque no llega a ser nula. Como consecuencia, el universo es infinito. La geometría espacio-tiempo pertenece al tipo plano: geometría euclídea.

En el tercer tipo evolutivo de Friedmann la fuerza de atracción gravitatoria de la materia del universo alcanza un valor lo suficientemente grande como para detener la expansión y volver, mediante una Gran Implosión, al estado original y, tal vez, originar nueva Gran Explosión. La geometría que implica este modelo corresponde a una de curvatura positiva como la de una esfera. El universo tiene un volumen infinito, pero es cerrado.

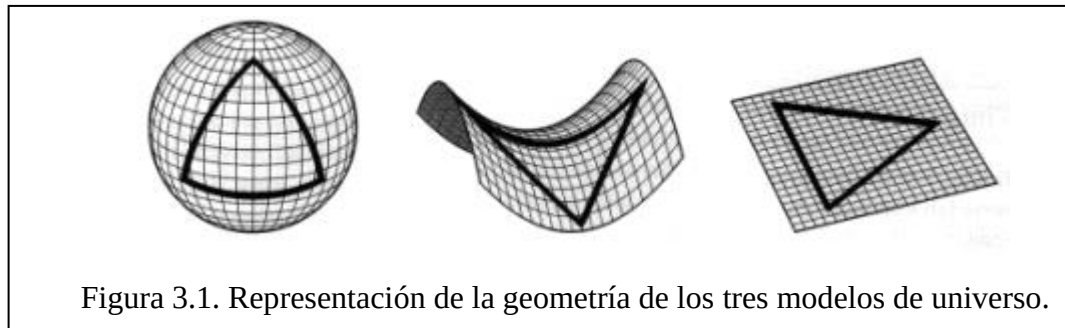


Figura 3.1. Representación de la geometría de los tres modelos de universo.

De acuerdo con lo anterior se puede concluir que la masa que contiene el universo determina su evolución de acuerdo con uno de los tres modelos citados. En Cosmología se acostumbra a no utilizar la masa sino la relación entre la densidad de la materia del universo y la llamada "densidad crítica". Dicha relación se simboliza por la letra Ω . La "densidad crítica" se refiere a la que tendría un universo que evolucionara de acuerdo con el segundo modelo de Friedmann. Según la Teoría General de la Relatividad, dicha "densidad crítica" tiene un valor de unos 10^{-30} g/cm³. Por tanto, si Ω es menor que 1, el universo tendrá una evolución como la descrita por el modelo uno y si el valor de Ω es mayor que 1, la evolución será la correspondiente al modelo tercero.

Después de realizar medidas reales de la masa de las galaxias contenidas en un volumen determinado del universo, se ha obtenido para Ω un valor de 0,1 lo cual implica que nuestro universo evolucionaría de acuerdo con el modelo uno, es decir se expandiría indefinidamente. Otros datos suministrados por el telescopio espacial Hubble apoyan la teoría de que el universo nunca dejará de estar en expansión. En efecto, los datos de su espectrógrafo, cuyo funcionamiento no se ha visto afectado por el defecto en el espejo, indican que la cantidad de deuterio (isótopo del hidrógeno) es de 15 partes por un millón de partes de hidrógeno, inferior a la prevista. Esto indica que no existe suficiente materia en el universo para llevarlo hacia un colapso final.

Sin embargo, investigaciones posteriores han puesto de manifiesto la existencia de "materia oscura" que no se había computado con anterioridad por sus efectos gravitacionales. Algunos cosmólogos explican dicha materia oscura a partir de la masa de los neutrinos, otros, como Stephen

Hawking mediante agujeros negros microscópicos y otros con partículas exóticas aún no detectadas. Recientemente, datos sobre la velocidad de alejamiento de supernovas lejanas parecen poner de manifiesto que la velocidad de expansión del universo se está acelerando, debido a una expansión del propio espacio. Si dos partículas se separan, no se conserva la energía del sistema, por lo cual se ha introducido una energía del vacío (u oscura), recuperando así la constante cosmológica de Einstein. Estos 3 ingredientes, materia ordinaria y oscura y energía oscura harían que $\Omega = 1$. Pero lo cierto es que en la actualidad no se conoce con exactitud el valor de Ω y no se puede asegurar si nuestro universo es abierto, cerrado o plano ni su evolución futura.

Volviendo al descubrimiento de la radiación de fondo de microondas, el hecho de que se observe con igual intensidad y con un grado de precisión muy elevado, indica que el universo tenía una temperatura y densidad casi uniformes. Esto sugiere que en algún momento las regiones que emiten esta radiación estuvieron en equilibrio, pero el tiempo transcurrido entre el Big Bang y este momento fue demasiado pequeño para que alguna interacción se propagara, como máximo a la velocidad de la luz. Este es el llamado “Problema del horizonte”.

Existe otro problema que surge de la teoría del Big Bang, y radica en el delicado equilibrio entre la potencia del estallido y la fuerza de gravedad. Este equilibrio puede decantarse por un modelo de universo u otro, tal y como se señala antes, de entre las posibles soluciones obtenidas por Friedmann. El conocido como “Problema de la planitud del universo”, es un problema porque cualquier mínima desviación en la densidad del universo respecto a la densidad crítica, habría supuesto un universo muy distinto al que conocemos. Un 1% por encima habría formado un universo que en poco más de tres minutos se hubiera vuelto a contraer, y un 1% por debajo un universo sin la densidad necesaria para formar las galaxias.

La teoría de la inflación propuesta por Alan Guth en 1981, resuelve ambos problemas sugiriendo que muy poco después del nacimiento del universo (10^{-35} s), este experimentó un aumento de su tamaño de 1050 veces durante un breve intervalo de tiempo (10^{-20} s). La idea de Guth es que el universo primigenio contenía una materia singular capaz de ejercer una fuerza antigravitatoria. Desde la física de partículas vio respaldada su idea con el concepto de falso vacío (Vilenkin, 2006).

3.6.2 - Astrofísica. Evolución de las estrellas

En el siglo XIX, Lord Kelvin y Hermann Von Helmholtz plantearon las primeras teorías sobre la fuente de energía en las estrellas, sugiriendo que provenía de la contracción gravitatoria de las estrellas. Sin embargo, en 1920, Arthur Eddington propuso que la energía se generaba a través de reacciones nucleares en el núcleo estelar. Fue en 1938 cuando el físico Hans Bethe descubrió el proceso de nucleosíntesis estelar, conocido como el ciclo del carbono, que explicaba cómo las estrellas producían su energía a través de reacciones nucleares. Por este descubrimiento, Bethe recibió el Premio Nobel en 1967.

Las estrellas se originan a partir de la agregación de núcleos de hidrógeno y helio bajo la influencia de la gravedad, formando una acumulación de gas estelar. A medida que esta fuerza atrae a los núcleos, se produce un calentamiento del gas. Cuando la temperatura alcanza entre 10 y 20 millones de grados, comienzan las reacciones de fusión nuclear del hidrógeno, generando helio. Durante esta fase, la estrella se encuentra en la llamada secuencia principal, y en el caso del Sol, esta etapa dura aproximadamente diez mil millones de años.

Con el tiempo, la fusión del hidrógeno agota este elemento en el núcleo de la estrella y aumenta la concentración de helio, lo que provoca que el núcleo se contraiga y se caliente aún más. El aumento de temperatura permite que se desarrollen reacciones nucleares del helio, creando elementos más pesados como el carbono y el oxígeno. Esto hace que la estrella aumente su tamaño y se convierta en una gigante roja.

Una vez que se agota el helio, las reacciones nucleares continúan, produciendo elementos aún más pesados. Sin embargo, cuando se forma hierro, estas reacciones de fusión nuclear cesan, ya que requerirían más energía de la que pueden generar.

La evolución posterior de una estrella depende de su masa. Si la masa de la estrella es inferior a 1.5 veces la masa del Sol (el límite de Chandrasekhar), la estrella colapsa bajo la influencia de la gravedad y se convierte en una enana blanca, un cuerpo extremadamente denso y frío.

Cuando la masa de la estrella está entre 1.5 y 2.5 veces la masa del Sol (límite de Landau-Oppenheimer), el colapso gravitatorio provoca la formación de neutrones y neutrinos a partir de

electrones y protones en el núcleo, convirtiéndose en una estrella de neutrones con una densidad extrema y emitiendo pulsos de radio, lo que da lugar a los pulsares.

Si la masa de la estrella es superior a 2.5 veces la masa del Sol, el colapso gravitatorio es tan intenso que ni los neutrones pueden detenerlo, resultando en la formación de un agujero negro. Los agujeros negros son objetos de una densidad tan elevada que incluso la luz no puede escapar de su atracción gravitatoria, lo que lleva al nombre de "agujero negro". La idea de agujeros negros surgió a partir de la Teoría General de la Relatividad de Einstein y fue propuesta por Karl Schwarzschild en 1916. La densidad de un agujero negro es tan grande que su radio de Schwarzschild puede ser de tan solo unos pocos kilómetros, lo que ilustra la magnitud de su gravedad.

3.6.3 – Evidencia de Agujeros Negros

Debido a su tamaño reducido y a la ausencia de emisión de radiación, la existencia de un agujero negro resultaba difícil de aceptar. Todo cambio, debido a la fotografía de los agujeros negros, lo cual ha sido un logro sobresaliente en la exploración del cosmos. Gracias a tecnologías avanzadas, han logrado capturar imágenes de estos fenómenos cósmicos previamente invisibles. Estas imágenes ofrecen una visión directa de la intensa gravedad que distorsiona el espacio y el tiempo a su alrededor. La fotografía de agujeros negros no solo valida las teorías científicas, sino que también inspira a futuras generaciones de científicos y nos conecta con la asombrosa belleza y complejidad del universo. Es un hito significativo en la exploración del espacio profundo.

3.6.3.1 – Agujero Negro, Galaxia M87

En una serie de conferencias de prensa internacionales simultáneas, celebrados el día 10 de abril, por todo el planeta, investigadores del EHT han revelado que han tenido éxito y han mostrado la primera evidencia visual directa de un agujero negro supermasivo y de su sombra. El Telescopio Horizonte de Sucesos (EHT por sus siglas en inglés), un telescopio de escala planetaria, constituido por ocho radiotelescopios y forjado gracias a una colaboración internacional, fue diseñado con el objetivo de capturar las primeras imágenes de agujeros negros.

Este hito aparece anunciado en una serie de seis artículos científicos publicados en una edición especial de la revista *Astrophysical Journal Letters*.



Figura 3.2: Primera imagen de la sombra de un agujero negro

La figura 3.2, muestra el agujero negro en el centro de Messier 87 (M87), una galaxia masiva situada en el cercano cúmulo de galaxias Virgo. Este agujero negro se encuentra a 55 millones de años luz de la Tierra y es 6.500 millones de veces más masivo que el Sol. Los astrofísicos, gracias a las pruebas las aportó el telescopio espacial Hubble puesto en órbita en abril de 1990, que ha tomado imágenes de la galaxia (mejores que las obtenidas hasta ahora), dichas imágenes mostraron que las estrellas de esta galaxia se encuentran muy concentradas en su centro, como si fueran siendo atraídas hacia el centro y retenidas por el campo de gravedad de un agujero negro con una masa 2600 millones de veces mayor que la del Sol.

El hallazgo, presentado por el Telescopio del Horizonte de Sucesos, un proyecto que involucra la cooperación de radiotelescopios ubicados en distintas partes del mundo, nos muestra una región central oscura que está rodeada por un anillo brillante de forma característica. En esta imagen, la luz se dobla debido a los efectos de la gravedad del objeto en el centro, creando este impactante fenómeno visual.

3.6.3.2 – Agujero Negro Sagitario A*

La imagen del agujero negro Sagitario A* representa un hito en la exploración espacial, revelando su sombra rodeada por un anillo brillante, lo que destaca su enorme masa y su cercanía a la Tierra. Este logro subraya el poder de la colaboración científica global y los avances tecnológicos en la comprensión de fenómenos cósmicos.

El mismo equipo de científicos que en 2019 presentó la primera imagen de la sombra de un agujero negro, logra nuevamente este hito. Aunque el horizonte de eventos del agujero negro es

invisible debido a la falta de emisión de luz, el gas circundante brilla intensamente, revelando una región central denominada "sombra", rodeada por un anillo luminoso con características únicas. Esta observación nos permite confirmar que este objeto es de unos cuatro millones de veces más masivo que nuestro Sol y se encuentra a una distancia de tan solo 27000 años luz de la Tierra.

Durante años, los científicos habían inferido la presencia de Sagitario A* en el centro de la galaxia, basándose en el movimiento de los objetos a su alrededor, pero esta es la primera vez que se obtiene una imagen directa de su sombra.

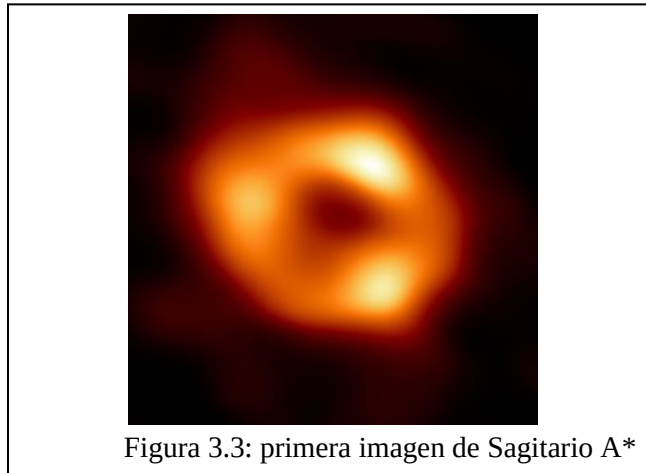


Figura 3.3: primera imagen de Sagitario A*

3.7 - Aplicación en el aula de la historia de la astronomía.

El desarrollo histórico de la astronomía constituye un proceso complejo que ha experimentado cambios a lo largo del tiempo, influido por observaciones fundamentales. Para comprender nuestra perspectiva actual, es crucial examinar la historia de la ciencia, que nos conduce desde las concepciones iniciales de un universo centrado en la Tierra, pasando por la evolución hacia el modelo heliocéntrico propuesto por Copérnico, Kepler, Galileo y Newton, hasta llegar a la visión contemporánea de un universo conformado por innumerables galaxias, sin una centralidad específica. Además, resulta esencial tener una comprensión sólida de conceptos fundamentales de la física, tales como fuerzas, gravitación, óptica, ondas, espectro electromagnético, física nuclear y relatividad. (Solbes & Traver, 2003; Mathews, 1994)

Explorar los obstáculos históricos en la ciencia ofrece conocimientos valiosos sobre los desafíos que los estudiantes encuentran al aprender acerca de estos conceptos. A pesar de ello, hay

quienes cuestionan la noción de que el proceso de aceptación de teorías en la historia de la ciencia sea directamente comparable al cambio conceptual experimentado por los estudiantes. (Mathews, 1994; Driver, Guesne, & Tiberghien, 1992; Saltiel & Viennot, 1985)

Las dificultades que los estudiantes enfrentan durante su proceso de aprendizaje pueden originarse en los desafíos reveladores que surgieron en la historia de la construcción de la ciencia. La relevancia del desarrollo histórico de la ciencia reside en los problemas significativos que surgieron en su evolución, brindando a los estudiantes la oportunidad de abordarlos. La astronomía, como componente esencial de las ciencias naturales, ha influido en la cosmovisión cultural y ha evolucionado en conjunto con otras disciplinas científicas.

Explorar la historia de la astronomía nos brinda una perspectiva valiosa para examinar cómo ha evolucionado el conocimiento científico y cómo las comunidades han enfrentado preguntas fundamentales a lo largo del tiempo mediante la ciencia. (Camino N., 1999)

3.7.1 - Aprendizaje significativo (Aplicado a la astronomía).

El aprendizaje significativo, conforme a la teoría de Ausubel (1976), es un mecanismo esencial en la educación que posibilita a las personas adquirir y retener una amplia variedad de ideas y conocimientos en distintas áreas. Esta teoría se concentra en el proceso de aprendizaje en el entorno educativo, examinando la naturaleza, las condiciones y los resultados del mismo.

Pozo (1989), según lo citado por Rodríguez (2008), sostiene que el aprendizaje significativo implica conectar los nuevos conocimientos de manera no arbitraria con la estructura cognitiva previamente adquirida. Este proceso se fundamenta en la interacción con ideas o conceptos previos denominados subsumidores. A medida que esta interacción tiene lugar, los nuevos contenidos adquieren significado y modifican los subsumidores en la estructura cognitiva, haciéndolos más diferenciados y estables.

Para que se dé un aprendizaje significativo, resulta crucial que se cumplan dos condiciones: la existencia de una disposición potencialmente significativa por parte del estudiante para aprender y la presentación de material potencialmente significativo. Este material debe poseer un significado lógico y ser relacionable con la estructura cognitiva del aprendiz, además de contar con

subsumidores adecuados en el estudiante que posibiliten la interacción con la nueva información. (Ausubel, 1976; Moreira, 1997)

La función del educador radica en inspirar a los estudiantes y crear un entorno en el cual el proceso de aprendizaje sea atractivo y significativo para ellos. En el aula, la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel encuentra aplicación, y los docentes desempeñan el papel de mediadores entre el conocimiento y los estudiantes. Fomentan la participación activa de los estudiantes y establecen conexiones entre los nuevos conceptos y sus conocimientos previos. (Ausubel, 1976; Moreira, 1997)

La astronomía juega un papel significativo en esta teoría, ya que puede funcionar como una herramienta interdisciplinaria para enseñar acerca de los fenómenos naturales y el entorno que nos rodea, lo cual potencia la relevancia del aprendizaje. La historia de la astronomía también brinda la oportunidad de reflexionar sobre cómo hemos avanzado en nuestra comprensión del universo y nuestra posición en él, promoviendo una mayor conciencia sobre la importancia de vivir en armonía y respeto con nuestro entorno.

3.7.2 - Astronomía en colegio y escuela.

Es crucial tener en cuenta que, al llegar a la escuela, los niños ya poseen ideas previas y preconcepciones acerca de la astronomía y los fenómenos celestes, los cuales están fundamentados en sus experiencias cotidianas. Los docentes deben considerar este nivel de conceptualización al desarrollar actividades de aprendizaje que faciliten a los estudiantes profundizar y mejorar su comprensión de los conceptos relacionados con la astronomía.

Estas concepciones iniciales suelen originarse a partir de las preguntas que los niños formulan al observar el cielo tanto de día como de noche. Interrogantes como si hay vida en otros planetas, la naturaleza de los puntos luminosos en el cielo nocturno, el color del cielo, el movimiento de los planetas y la razón por la cual la luna parece seguirnos son comunes. Todas estas inquietudes ofrecen un punto de partida valioso para la enseñanza de la astronomía en el ámbito escolar.

Es relevante señalar que los docentes también poseen sus propias ideas preexistentes, las cuales se fundamentan en su conocimiento diario y en su experiencia profesional, que está en

constante desarrollo. Por lo tanto, resulta crucial que los educadores sean conscientes de sus propias ideas previas y cómo se conectan con el conocimiento científico que deben impartir en el aula. La comprensión de las ciencias, incluida la astronomía, puede ampliar su perspectiva y fortalecer su capacidad para enseñar de manera efectiva a los estudiantes. (Kaufman & Fumagalli, 1999)

3.8 – Astronomía en el currículo nacional

En el sistema educativo de Chile, se sigue un enfoque positivista conocido como "pedagogía por objetivos" en el diseño del currículo. Este método implica la categorización de los estudiantes según su rendimiento académico y los prepara para participar en exámenes estandarizados que con frecuencia están relacionados con incentivos económicos y la oportunidad de continuar sus estudios en niveles educativos superiores.

Las ciencias naturales comprenden áreas como biología, química, física, botánica, geología y astronomía, que se dedican al estudio de la naturaleza y sus diversos fenómenos. Estas disciplinas investigan una amplia variedad de temas, que van desde los seres vivos y sus interacciones con el entorno hasta la materia, la energía, el sistema solar y la Tierra.

El Ministerio de Educación de Chile ha implementado una propuesta conocida como "Las Grandes Ideas de la Ciencia" en el currículo nacional, bajo la dirección de la profesora Wynne Harlen de la Universidad de Bristol en Inglaterra. Este enfoque tiene como objetivo ayudar a los estudiantes a entender y apreciar el mundo natural, contrarrestando una percepción negativa de la ciencia. Estas "Grandes Ideas" son conceptos fundamentales que deben ser tratados en el currículo y que posibilitan a los estudiantes comprender las relaciones abstractas entre fenómenos y propiedades observadas. Se espera que esta comprensión facilite la predicción de fenómenos, la evaluación crítica de la evidencia científica y el entendimiento de la conexión entre la ciencia y la sociedad.

Para alcanzar este objetivo, resulta crucial que los estudiantes se involucren con diversas fuentes de información para comprender el contenido de estas "Grandes Ideas" y su impacto en varios aspectos de la naturaleza. Esto fomenta una educación científica más rica y significativa. (Guía para Indagación Astronómica Escolar, Explora Coquimbo, 2019)

3.9 - Grandes Ideas de la Astronomía (GIA)

La alfabetización científica aboga por una formación mínima en ciencias para todos los individuos como parte de su desarrollo en la sociedad. Esta perspectiva se presenta como una vía para fomentar el pensamiento crítico y empoderar a los ciudadanos, capacitándolos para abordar y resolver cuestiones tanto personales como sociales. De esta manera, se convierten en posibles agentes de cambio.

Hay acuerdo en cuanto a la alfabetización científica, pero hasta hace poco no se había establecido un consenso sobre lo que significa ser un ciudadano alfabetizado en astronomía. Por esta razón, en junio de 2019, astrónomos pertenecientes a la Unión Internacional Europea publicaron las "Grandes Ideas en Astronomía" [GIA], con la intención de servir como guía para educadores y divulgadores científicos. (Retre et al, 2019) (<http://www.astronomos.org/once-ideas-principales-en-la-astronomia/>).

En ese documento, se presentan y explican once ideas fundamentales del conocimiento astronómico que se considera que toda persona educada en la materia debe conocer.

Un grupo de trece autores provenientes de seis países distintos se encargó de recopilar estas ideas como una propuesta abierta a discusión, evaluación y posibles modificaciones. La intención principal es que estas ideas puedan ser utilizadas eventualmente en la enseñanza y divulgación de la astronomía, además de contribuir al desarrollo de recursos con este propósito.

Las Grandes Ideas de la Astronomía encapsulan conceptos fundamentales que han transformado nuestra comprensión del universo. Desde el heliocentrismo de Copérnico hasta la relatividad de Einstein, estas ideas han sido hitos cruciales en la historia de la astronomía. Exploran la estructura y evolución del cosmos, la naturaleza de la luz, la relatividad del tiempo y el espacio, así como la búsqueda de vida extraterrestre. Además, abordan temas como la expansión del universo, la formación de estrellas y galaxias, y la exploración de objetos celestes distantes. Estas grandes ideas despiertan la curiosidad humana y fomentan la investigación constante en el vasto y misterioso mundo del espacio. La astronomía, a través de estas ideas, sigue siendo una fuente inagotable de asombro y conocimiento.

Tabla 3.1 Grandes Ideas de Astronomía (GIA), propuestas por Retrê et al (2019).

Gran Idea en Astronomía
1) La Astronomía es una de las más antiguas ciencias de la historia humana.
2) Los fenómenos astronómicos pueden ser experimentados en nuestra vida diaria.
3) El cielo nocturno es rico y dinámico.
4) Astronomía es una ciencia que estudia los cuerpos celestes y fenómenos del universo.
5) La astronomía se beneficia y estimula del desarrollo tecnológico.
6) La cosmología es la ciencia que explora el universo como un todo.
7) Todos vivimos en un pequeño planeta dentro del sistema solar.
8) Estamos todos hechos de polvo de estrellas.
9) Hay cientos de billones de galaxias en el universo.
10) Podríamos no estar solos en el universo.
11) Debemos preservar la tierra, nuestro único hogar en el universo

CAPITULO IV: Aspectos Metodológicos.

4.1 - Procedimientos metodológicos.

En primera instancia se leyeron y analizaron los textos ministeriales, entregados por el gobierno y la relación que tiene los contenidos con las grandes ideas de la astronomía.

En segunda instancia, se construyó y aplicó un cuestionario que contiene preguntas sobre los aspectos más importantes de la astronomía estelar a docentes y estudiantes, para identificar si los objetivos específicos 2 y 3 de esta investigación (establecer el nivel de conocimiento sobre las 11 Ideas-GIA, en docentes de ciencia de enseñanza básica y media de Atacama - establecer el nivel de conocimiento sobre las 11 Ideas-GIA, en estudiantes de la enseñanza media de Atacama.)

Los cuestionarios fueron adaptados de investigaciones similares, obtenidos del estado del arte, dicha adaptación fue intencionada para obtener información sobre cada GIA.

Los instrumentos aplicados a los estudiantes y profesores de la región de Atacama fueron revisados y validados por los profesionales Daniela Fernández Rosso (Licenciada en Astronomía) Paul Palma Gálvez (Magister en gestión educativa y proyectos), Leandro Núñez Arratia (Doctor en física), Alfredo Navarro Lisboa (Magister en enseñanza de las ciencias) y Javier Vergara (Doctor en currículo). Además, se aplicó a un grupo de prueba arrojando los siguientes valores de Alfa de Cronbach:

Estudiantes $\alpha = 0,79575995$

Docentes $\alpha = 0,82793616$

Lo cual indica que la consistencia interna se considera aceptable, dado que el valor se encuentra entre 0,70 y 0,90. (Rev. salud pública. 10)

4.1.1 - Cuestionario aplicado a docentes de la región de Atacama.

El siguiente cuestionario se diseñó con la intención de identificar en los docentes de la región de Atacama, el nivel de conocimiento sobre las 11 GIA's, cada pregunta está relacionada a un GIA en específico (ver tabla 2.1), el cual se señala a un lado de cada pregunta.

A continuación, se presentan las preguntas y sus justificaciones, para analizar el conocimiento de las GIA's, también la profundidad de los objetivos de aprendizaje, entregados por el currículo nacional.

- Pregunta 1: (GIA 4) ¿Cómo se explican las observaciones del universo, a partir del modelo de Ptolomeo?
- ✓ Respuesta considerada correcta:
 - Basado en sus observaciones de los equinoccios y los solsticios, Ptolomeo encontró la duración de las estaciones y, basándose en ello, propuso un modelo sencillo para el Sol, que era un movimiento circular con velocidad angular uniforme

Con esta cuestión se pretende localizar la profundidad del conocimiento de la explicación de algunas observaciones mediante el modelo ptolemaico: Sol, Luna, planetas y estrellas giran alrededor de la Tierra.

Movimiento de retrogradación de los planetas exteriores.

- Pregunta 2: (GIA 2) ¿Cuál de los siguientes esquemas, representa las fases lunares en nuestro país?
- ✓ Respuesta considerada correcta:
 - Secuencia de figuras II

Con esta cuestión se trata de ver si los docentes tienen manejo de la observación de las fases de la Luna, desde nuestro país, debido a las preconcepciones generadas por los libros ministeriales y los medios de comunicación.

Para mejor comprensión de la pregunta, las imágenes se colocaron de manera vertical en el cuestionario aplicado.

- Pregunta 3: (GIA 1) Previamente existió el modelo Geocéntrico de Ptolomeo, que fue la visión del universo predominante, hasta el siglo XVI, cuando fue reemplazado por la teoría heliocéntrica de Copérnico ¿Por qué costó adoptar el modelo heliocéntrico?
- ✓ Respuesta considerada correcta:

- No aceptaban el modelo Heliocéntrico porque las posturas con respecto al movimiento de la tierra habían sido descritas por Aristóteles y no se discutía sobre su veracidad.

El cambio de paradigma astronómico que supuso el abandono del modelo geocéntrico, vigente durante casi 20 siglos no estuvo exento de dificultades. Esta cuestión trata de poner en relieve, la importancia que cada texto ha dedicado a la oposición que sufrió la ciencia al enfrentarse a las concepciones del universo de feudo y clero, cuyos dogmas defendían la jerarquización así en la Tierra como en los cielos.

La condena a Giordano Bruno por defender la existencia de muchos mundos parecidos al nuestro.

El juicio a Galileo por sus afirmaciones sobre el orden del sistema solar, desplazando a la Tierra por primera vez del centro del universo.

La reticencia a aceptar la imperfección de los objetos celestes, tanto en movimiento como en forma.

- Pregunta 4: (GIA 6) A partir de las observaciones de la Vía Láctea ¿Cómo se llega al concepto de galaxia?
- ✓ Respuesta considerada correcta:
 - El concepto de galaxia nace a partir de la observación de una franja lechosa en el cielo, correspondiente al plano de la Vía Láctea.

Desde las primeras veces que se enseña astronomía, se explica cómo el sistema solar es uno de los muchos sistemas estelares que pueblan nuestra galaxia, la Vía Láctea. Sin embargo, no hay que olvidar que la astronomía es una ciencia observacional, y que cuando se realiza una afirmación, esta debe estar respaldada por los hechos. Se pretende con esta cuestión buscar el conocimiento sobre el concepto de galaxia a partir de la observación de una franja lechosa en el cielo, correspondiente al plano de la Vía Láctea.

- Pregunta 5: (GIA 4) ¿Cuál de los siguientes dibujos, se asemeja a escala, los diámetros orbitales del sistema solar?
- ✓ Respuesta considerada correcta:

▪ Figura III

La relación entre los diámetros de los planetas es igualmente difícil de valorar desde el punto de vista de la escala humana. Esta cuestión busca encontrar si conocen y/o aplican modelos de escala, por lo menos entre distancias planetarias, o si también, utilizan dibujos o fotografías, a escala de diámetros con el fin de poder compararlos entre sí.

- Pregunta 6: (GIA 5) Con respecto al crecimiento del conocimiento astronómico ¿Conoce y explica la influencia que ha tenido el desarrollo de la técnica en la astronomía y como este ha influido en la tecnología utilizada en nuestra sociedad?
 - a) La conozco y la explico
 - b) La conozco, pero no la explico
 - c) No conozco ninguna relación entre astronomía y tecnología

En el mundo actual, ciencia y tecnología mantienen complicadas relaciones más allá de entender la segunda como aplicación de la primera en la sociedad.

Utilizando esta cuestión, se han buscado en los textos algunas de estas relaciones: Telescopios de cualquier longitud de onda. Satélites, naves espaciales, robots de exploración. Instrumentos de orientación como el gnomon, astrolabio, cuadrante, etc.

- Pregunta 7: (GIA 3) ¿Qué es la evolución estelar?
 - ✓ Respuesta considerada correcta:
 - Secuencia de cambios que experimenta una estrella.

Al contemplar el cielo nocturno lo encontramos repleto de puntos que parecen fijos e inmutables, estando esta observación de acuerdo con la imagen aristotélica del universo. A pesar de que había indicios de que esta inmutabilidad no fuera tal (supernova SN 1054, estrellas fugaces, manchas en el Sol, etc.), no fue hasta el siglo XIX cuando Kelvin y Helmholtz dieron una primera explicación a la fuente de energía de las estrellas, abriendo la puerta a conocer la evolución estelar.

Esta cuestión explora los conocimientos obtenidos por parte de los docentes, que dan cuenta de esta vida de las estrellas, bien sea mediante un texto o esquema, bien con el más complejo diagrama de Hertzsprung-Russell.

- Pregunta 8: (GIA 8) Teóricamente, ¿cuándo las estrellas serían capaces de sintetizar los elementos más pesados?

✓ Respuesta considerada correcta:

- Según la Teoría los elementos más pesados, se sintetizan, un poco después del Big Bang, debido a que protones y neutrones primordiales fueron capaces de unirse debido a las reacciones internas, como la fusión.

Una de las frases que aparecen en el currículo de la asignatura en el correspondiente documento oficial es “La génesis de los elementos: polvo de estrellas”. La última parte pertenece a Carl Sagan que expresa, de manera poética y científica, la idea de que el final violento de algunas estrellas es capaz de crear los elementos más pesados que el hierro.

- Pregunta 9: (GIA 6) De acuerdo a la teoría del Big Bang, ¿Cómo se concibe la materia, el espacio y el tiempo?

✓ Respuesta considerada correcta:

- Es la teoría que da el punto inicial en la que se formó la materia, el espacio y el tiempo.

El sonoro nombre de Big Bang, utilizado de manera peyorativa, por uno de sus detractores, ha conseguido que esta teoría sea conocida, al menos de forma nominal, como la principal en la formación del universo. Las pruebas de la teoría son, sin embargo, menos conocidas. Esta cuestión examina el conocimiento del docente, de algunas de estas pruebas: Desplazamiento al rojo de la luz de las galaxias, radiación de fondo, además de abundancia de los núcleos más ligeros.

- Pregunta 10: (GIA 9) ¿De dónde nace la idea o concepto de materia oscura?

✓ Respuesta considerada correcta:

- La materia oscura fue propuesta, ante la evidencia de una "masa no visible" que influye en las velocidades orbitales de los cúmulos en las galaxias.

- Pregunta 11: (GIA 9) ¿De dónde nace la idea o concepto de energía oscura?

✓ Respuesta considerada correcta:

- Nace como una respuesta a la observación de la expansión acelerada del Universo, donde ésta actúa como una presión.

Nace para tratar de explicar una forma de energía menos frecuente que está constituida por antipartículas, en contraposición a la materia común.

La densidad de materia en el universo puede medirse bien mediante la cantidad de materia que emite luz, bien mediante la cantidad de materia que ejerce influencia gravitatoria. La discrepancia entre estos dos datos originó la idea de la existencia de materia oscura. Además, del estudio de las inhomogeneidades de la radiación cósmica de fondo también puede determinarse esta densidad, obteniendo de nuevo una discrepancia con la suma de los datos obtenidos para la materia brillante (4%) y para la materia oscura (26%). Esta diferencia se explica con la existencia de una llamada energía oscura (70%). En las preguntas 10 y 11, busca la actualización de los conocimientos que poseen los docentes con respecto a este tema en particular y si ofrecen alguna explicación y/o valoración de esos porcentajes.

- Pregunta 12: (GIA 5) ¿Qué indican las observaciones cosmológicas actuales sobre el Universo?
- ✓ Respuesta considerada correcta:
 - Las observaciones cosmológicas actuales, guían la especulación teórica alrededor del origen, evolución y composición del universo.

Las observaciones cosmológicas actuales comienzan a guiar la especulación teórica alrededor del origen, evolución y composición del universo. Esta cuestión trata de descubrir si los docentes si están actualizados con los últimos descubrimientos, debido a la observación del espacio profundo.

- Pregunta 13: (GIA 7) Hoy, de vez en cuando saltan a los titulares instituciones educativas de prestigio que deciden acoger u organizar cursos y congresos dedicados a la astrología, no desde un punto de vista histórico y crítico, sino para la promoción de sus prácticas adivinatorias. En base al conocimiento que usted posee en Astronomía ¿Se descartaría la astrología como ciencia?
- ✓ Respuesta considerada correcta:
 - Si, porque carece de rigor, base y sustento, que otras ciencias poseen.

Pese a vivir en una sociedad científica y tecnológica, la constante aparición en medios de comunicación de la astrología puede llegar a confundir al alumnado y al público en general. Esta

cuestión trata de descubrir si los docentes hacen hincapié en señalar la diferencia entre astronomía y astrología, señalando a esta última como pseudociencia.

- Pregunta 14: (GIA 10) ¿Cuál es la definición de Biomarcador?
- ✓ Respuesta considerada correcta:
 - Se puede definir como una sustancia, compuesto químico o patrón cuyo origen requiere específicamente la presencia de vida.

Deben llamarse biomarcadores aquellos compuestos orgánicos que procedan inequívocamente de la actividad biológica de un organismo. Ni siquiera tenemos una definición clara de lo que es la vida, pero podemos hacer una lista de requisitos mínimos, sesgada, eso sí, por la única vida que conocemos, la de nuestro planeta. Esta pregunta está orientada a localizar las preconcepciones existentes de la búsqueda de vida en otros planetas.

- Pregunta 15: (GIA 7) ¿Cuál de los siguientes postulados se considera correcto, en relación con la astronomía?
- ✓ Respuesta considerada correcta:
 - El vislumbrar el movimiento del Sol y los planetas fue uno de los primeros intentos de comprender nuestro entorno.

Dada la importancia en la historia de la física de las unificaciones de teorías en principio desconectadas, se intenta averiguar en esta cuestión si la una de las grandes unificaciones, la visión relación y diferencia, entre astronomía y cosmología.

- Pregunta 16: (GIA 2) ¿Cuál de las siguientes secuencias, representa la vista de un eclipse solar total, en nuestro país?
- ✓ Respuesta considerada correcta:
 - Secuencia de figuras II.

Se debe tener en cuenta que existe diferencia de cómo se percibe el cielo, las constelaciones, fases lunares, etc., entre el hemisferio norte y hemisferio sur, esto se debe a que, en el hemisferio sur, el Sol sale por el Este (si bien no exactamente por el Este), recorre el cielo por el lado norte, y se pone por el Oeste. En invierno más bajo, en verano más alto. Pero en el hemisferio norte, el recorrido del Sol en el cielo es al revés, sale también por el horizonte del Este, por supuesto. Pero

viaja por el lado sur del cielo, así que el recorrido es de izquierda a derecha cuando uno enfrenta el Sol del mediodía. Esta pregunta hace hincapié en que existe una preconcepción de como se ve un eclipse solar, desde nuestro país, debido a que, en los textos ministeriales y los medios de comunicación, muestran fotos del eclipse, pero visto desde el hemisferio norte, lo mismo pasa también con las fases de la luna.

Para mejor comprensión de la pregunta, las imágenes se colocaron de manera vertical en el cuestionario aplicado.

- Pregunta 17: (GIA 1) De los siguientes enunciados, es (son) correcta(s):
 - ✓ Respuestas consideradas correctas:
 - La Astronomía es una de las ciencias más antiguas de la historia humana.
 - Antiguas culturas creían que la Tierra era el centro del universo

Dada la importancia en la historia de la física de las unificaciones de teorías en principio desconectadas, se intenta averiguar en esta cuestión si la primera de estas grandes unificaciones, la visión de conjunto de la mecánica celeste y de la mecánica terrestre que surgió a partir de la teoría de Newton.

En esta pregunta, el encuestado podía marcar más de una opción en el formulario aplicado.

- Pregunta 18: (GIA 8) ¿Cuál de las siguientes afirmaciones se considera correcta?
 - ✓ Respuesta considerada correcta:
 - La vida terrestre, está formada por átomos que se remontan a estrellas anteriores.

Dada la importancia en la historia de la física de las unificaciones de teorías en principio desconectadas, se intenta averiguar en esta cuestión si realiza la analogía a la frase “Somos polvo de estrellas”, de Carl Sagan.

- Pregunta 19: (GIA 10) ¿Cuál de las siguientes opciones, se considera un biomarcador, para la búsqueda de vida en otros planetas?
 - ✓ Respuesta considerada correcta:
 - La existencia de agua.

Deben llamarse biomarcadores aquellos compuestos orgánicos que procedan inequívocamente de la actividad biológica de un organismo. Ni siquiera tenemos una definición clara de lo que es la vida, pero podemos hacer una lista de requisitos mínimos, sesgada, eso sí, por la única vida que conocemos, la de nuestro planeta. Esta pregunta está orientada a relacionar el concepto de vida, con el agua en cualquiera de sus estados.

- Pregunta 20: (GIA 11) Sobre la Polución, debido a la contaminación Lumínica, se podría decir que,
 - ✓ Respuesta considerada correcta:
 - Impide ver y estudiar las estrellas.
 - Afecta la migración de las aves y vida de animales nocturnos.
 - Afecta la calidad de vida de las personas.

En términos científicos, por contaminación lumínica se entiende la alteración de la oscuridad natural del medio nocturno producida por la emisión de luz artificial, Por otro lado, la luz difundida por la atmósfera causa también otros perjuicios al medio pues ilumina el suelo de modo no despreciable en la vecindad de áreas urbanas, provocando un efecto importante en la luminosidad ambiental percibida por los animales en sus hábitats naturales, originalmente oscuros, dado que el cielo ocupa una fracción apreciable del campo de visión de un animal. Esto tiene efectos muy diversos según las longitudes de onda predominantes y las especies de que se traten. Esta pregunta está orientada a saber, si los docentes saben el cómo afecta este tipo de polución a la flora y fauna en general y no solo a la observación astronómica.

En esta pregunta, el encuestado puede marcar más de una opción en el formulario aplicado.

- Pregunta 21: (GIA 3) ¿Cuál de los siguientes enunciados, no se considera correcto actualmente?
 - ✓ Respuesta considerada correcta:
 - El Sistema Solar tiene 9 planetas.

Dada la importancia en la historia de la física de las unificaciones de teorías en principio desconectadas, se intenta averiguar en esta cuestión si se encuentra actualizado con los cambios conceptuales realizados en nuestro sistema solar.

- Pregunta 22: (GIA 11) ¿Cuál de los siguientes enunciados, se considera correcto?
- ✓ Respuesta considerada correcta:
 - El clima y la atmósfera están fuertemente afectados por la actividad humana.

Actualmente, se da mucha importancia a la bioética, como una “ciencia de la vida” esencialmente interdisciplinar y preocupada por la supervivencia de la especie y por la emergencia de una nueva calidad de vida humana. Es decir, como los avances de la ciencia, además, trata de hacer juicios de valor sobre lo biológico, en el sentido más amplio del término, y obrar en consecuencia. La pregunta está orientada a conocer si los docentes conocen las practicas actuales sobre monitoreo y limpieza espacial, como parte del cuidado del medio ambiente, de nuestro planeta.

En esta pregunta, el encuestado puede marcar más de una opción en el formulario aplicado.

4.1.2 - Cuestionario aplicado a estudiantes de enseñanza media de la región de Atacama.

El siguiente cuestionario se diseñó con la intención de identificar en los estudiantes de 3° medio, de la región de Atacama, el nivel de conocimiento sobre las 11 GIA's, cada pregunta está relacionado a un GIA en específico (ver tabla 2.1), el cual se señala a un lado de cada pregunta.

- Pregunta 1: (GIA 2) ¿Cuál es el significado de: “El Sol sale por el Este y se pone por el Oeste”?
- ✓ Respuesta considerada correcta:
 - Significa que nos encontramos en uno de los dos días que se llaman equinoccios

Existe la preconcepción, que, en el hemisferio sur, el Sol sale por el Este, recorre el cielo por el lado norte, y se pone por el Oeste. En invierno más bajo, en verano más alto. Esto no es del todo cierto, dado que no sale exactamente por el Este, excepto los días del año, conocido como equinoccios. Esta pregunta está orientada a saber si los estudiantes conocen los conceptos de solsticio y equinoccio y que conlleva dichos conceptos.

- Pregunta 2: (GIA 7) ¿Cómo podemos determinar astronómicamente las estaciones del año?

✓ Respuesta considerada correcta:

- Se determinan por los equinoccios y los solsticios, debido a la inclinación del eje terrestre

La sucesión de las estaciones no se debe a que en su movimiento elíptico la Tierra se aleja y acerca al Sol. Esto tiene un efecto menor.

Una definición más técnica sería la que enuncia que “La Estación del año es el tiempo que aparentemente tarda el sol en recorrer la eclíptica desde cualquiera de los puntos equinociales y los dos puntos solsticiales”. Esta pregunta está orientada a conocer si el estudiante maneja dichos conceptos.

- Pregunta 3: (GIA 3) ¿Cuántas fases o cambios aparentes de iluminación, posee la Luna?

✓ Respuesta considerada correcta:

- 8 fases

Con esta cuestión se trata de ver si los estudiantes tienen manejo de la explicación de las fases de la Luna.

- Pregunta 4: (GIA 1) ¿Cuáles son los principales hechos que pusieron en cuestionamiento el modelo geocéntrico de Ptolomeo?

✓ Respuesta considerada correcta:

- A los desfases en el calendario que eran bastante notorios en relación a la teoría.

El cambio de paradigma astronómico que supuso el abandono del modelo geocéntrico, vigente durante casi 20 siglos no estuvo exento de dificultades. Esta cuestión trata de poner en relieve, la importancia que cada texto ha dedicado a la oposición que sufrió la ciencia al enfrentarse a las concepciones del universo de feudo y clero, cuyos dogmas defendían la jerarquización así en la Tierra como en los cielos.

La condena a Giordano Bruno por defender la existencia de muchos mundos parecidos al nuestro.

El juicio a Galileo por sus afirmaciones sobre el orden del sistema solar, desplazando a la Tierra por primera vez del centro del universo.

La reticencia a aceptar la imperfección de los objetos celestes, tanto en movimiento como en forma. Esta pregunta está orientada a conocer si los estudiantes saben los respaldos observacionales que llevaron a cambiar de paradigma astronómico.

- Pregunta 5: (GIA 9) A partir de las observaciones de la Vía Láctea ¿Cómo se llega al concepto de galaxia?
- ✓ Respuesta considerada correcta:
 - El concepto de galaxia nace a partir de la observación de una franja lechosa en el cielo, correspondiente al plano de la Vía Láctea.

Desde las primeras veces que se enseña astronomía, se explica cómo el sistema solar es uno de los muchos sistemas estelares que pueblan nuestra galaxia, la Vía Láctea. Sin embargo, no hay que olvidar que la astronomía es una ciencia observacional, y que cuando se realiza una afirmación, esta debe estar respaldada por los hechos. Se pretende con esta cuestión buscar el conocimiento sobre el concepto de galaxia a partir de la observación de una franja lechosa en el cielo, correspondiente al plano de la Vía Láctea.

- Pregunta 6: (GIA 6) ¿Qué pruebas hay de la expansión del universo?
- ✓ Respuesta considerada correcta:
 - La mayor prueba de la expansión del universo es el corrimiento al rojo del espectro electromagnético de las estrellas en las galaxias.

Una de las pruebas de la teoría del Big Bang, es el alejamiento de las galaxias que sugiere el corrimiento al rojo observado en la luz que nos llega de estas. Este corrimiento al rojo es similar al observado debido a la velocidad relativa entre foco y fuente, pero no es el mismo. El corrimiento al rojo cosmológico es causado por la propia expansión del espacio donde se propagan los fotones, dando como resultado una “expansión” de estos. Esta cuestión examina los saberes de esta distinción entre corrimientos al rojo.

- Pregunta 7: (GIA 5) ¿Qué instrumento es mejor para la observación y estudio del universo?
- ✓ Respuesta considerada correcta:
 - Telescopio.
 - Cámara fotográfica.

Cabe destacar que, dentro de la mayoría de la población, asocian solo el telescopio con la observación del universo, sin percatarse que la astrofotografía es la parte de la fotografía dedicada a captar los objetos y fenómenos astronómicos. Comenzó a emplearse como una técnica observacional destinada a obtener documentos científicos y complementar los datos obtenidos mediante otros procedimientos de observación.

Este cuestionamiento, se realizó con el propósito de saber si los estudiantes también relacionan el estudio del universo con la fotografía y no solo con el telescopio.

En esta pregunta, el encuestado podía marcar más de una opción en el formulario aplicado.

- Pregunta 8: (GIA 4) ¿Cómo se produce un eclipse Solar?
- ✓ Respuesta considerada correcta:
 - Se produce cuando la Luna se interpone entre la Tierra y el Sol.

La palabra griega *ἔκλειψις* (ékleipsis) que significa “desaparición” es el nombre que se le da al fenómeno astronómico donde 3 cuerpos celestes; estrella, planeta y satélite se alinean en un punto de sus órbitas, interponiéndose uno de estos en el camino de la luz del Sol. La pregunta esta orienta a saber si los estudiantes conocen el orden de los astros en dicho fenómeno.

- Pregunta 9: (GIA 8) ¿Cuál es la teoría más aceptada que explica el origen de los agujeros negros?
- ✓ Respuesta considerada correcta:
 - Por la teoría que explica la muerte una estrella de alta masa o supermasiva.

Un agujero negro es una región del espacio que tiene tanta masa concentrada en ella que un objeto cercano no puede escapar de su campo gravitatorio, según la teoría actual, una de las causas de la formación de un agujero negro, es cuando un objeto alcanza cierta densidad crítica, y su gravedad hace que se colapse hasta volverse un punto casi infinitamente pequeño. La pregunta apunta a saber si los estudiantes conocen el proceso teórico de vida y muerte de una estrella.

- Pregunta 10: (GIA 11) Sobre la Polución, debido a la contaminación Lumínica, se podría decir que,
- ✓ Respuesta considerada correcta:
 - Impide ver y estudiar las estrellas.

- Afecta la migración de las aves y vida de animales nocturnos.
- Afecta la calidad de vida de las personas.

En términos científicos, por contaminación lumínica se entiende la alteración de la oscuridad natural del medio nocturno producida por la emisión de luz artificial, Por otro lado, la luz difundida por la atmósfera causa también otros perjuicios al medio pues ilumina el suelo de modo no despreciable en la vecindad de áreas urbanas, provocando un efecto importante en la luminosidad ambiental percibida por los animales en sus hábitats naturales, originalmente oscuros, dado que el cielo ocupa una fracción apreciable del campo de visión de un animal. Esto tiene efectos muy diversos según las longitudes de onda predominantes y las especies de que se traten. Esta pregunta está orientada a saber, si los estudiantes conocen, el cómo afecta este tipo de polución a la flora y fauna en general y no solo a la observación astronómica.

En esta pregunta, el encuestado puede marcar más de una opción en el formulario aplicado.

- Pregunta 11: (GIA 10) ¿Qué hallazgo podría principalmente justificar la idea de la existencia de vida primitiva en Marte?
- ✓ Respuesta considerada correcta:
 - La existencia de agua.

Deben llamarse biomarcadores aquellos compuestos orgánicos que procedan inequívocamente de la actividad biológica de un organismo. Ni siquiera tenemos una definición clara de lo que es la vida, pero podemos hacer una lista de requisitos mínimos, sesgada porque cada área de la ciencia tiene su propia definición de vida, eso sí, por la única vida que conocemos, la de nuestro planeta. Esta pregunta está orientada a relacionar el concepto de vida como la conocemos, con el agua en cualquiera de sus estados.

CAPITULO V: Análisis y resultados por cada objetivo específico.

En la estructura básica para la enseñanza de la astronomía, debe tener un soporte en las demás áreas del conocimiento las cuales se encasillan, bajo los parámetros que el Ministerio de Educación Nacional nos reglamenta, son las bases curriculares, las cuales, son el nuevo documento principal del Currículum Nacional. Establecen un listado único de objetivos mínimos de aprendizaje. Desde el 2012 se encuentran vigentes las bases de las asignaturas de Lenguaje y Comunicación, Matemática, Historia, Geografía y Ciencias Sociales, Ciencias Naturales de 1° a 6° Básico e Idioma Extranjero Inglés de 5° y 6° Básico. En el 2013 se incorpora Artes Visuales, Música, Educación Física, Tecnología y Orientación de 1° a 6° Básico y constituyen, de acuerdo con la Ley General de Educación, el documento principal del currículum nacional. El concepto de base curricular enfatiza su significado de apoyo o cimiento sobre el cual se construyen nuevos aprendizajes. Las bases permiten, mediante la selección y definición cuidadosa de aprendizajes esenciales, que los estudiantes puedan avanzar en el desarrollo de competencias necesarias para su mejor inserción en el ámbito laboral y social. El foco de las Bases se sitúa en lo que los estudiantes deben aprender, en términos de habilidades, actitudes y conocimientos. Por una parte, cumple la misión de ofrecer una base cultural común para todo el país, mediante Objetivos de Aprendizaje establecidos para cada año o nivel. Así mismo, entrega a las instituciones educativas la libertad de expresar su diversidad, construyendo, sobre ella, propuestas propias de acuerdo con las necesidades y características de su proyecto educativo.

Actualmente, debido a la pandemia producida por el Covid 19 (corona virus), se separa en:

Aprendizajes Basales: que son los Objetivos de Aprendizaje (OA), considerados base o fundamento para cada asignatura, nivel y ciclo.

Aprendizajes Complementarios: que pueden ser los objetivos de aprendizaje (OA) integrados y/o articulados con los basales.

Aprendizajes Transversales: Los OAT priorizados de los ámbitos de convivencia, bienestar, salud mental y formación ética.

En este sentido, resulta esencial para el ministerio de educación, fortalecer la efectividad de la educación a distancia, evaluar los aprendizajes que deben recuperarse, desarrollar medidas académicas y pedagógicas para remediar las pérdidas de aprendizaje una vez que el sistema educativo se reestablezca y apoyar el bienestar socioemocional de la comunidad escolar.

5.1 - Descripción de los contenidos del currículo nacional asociados a las GIA.

Para resolver el primer objetivo específico de esta investigación (Identificar, en los Planes y programa de estudio de 1° básico a 4° medio, los contenidos de astronomía, o aquellos que se asocian al contenido de las GIA), esta indagación surge debido a que resulta evidente la necesidad de un espacio para la evaluación y análisis de los textos escolares. Asimismo, para cuestiones de este estudio y de la asignatura de astronomía en Ciencias Naturales es valioso corroborar si en los textos están presentes, algunas de las grandes ideas de la astronomía, dado que es el propósito principal de esta investigación.

Este análisis, se basa en premisas tales como que el texto escolar de Ciencias Naturales es uno de los más usados en clases y el alto costo que invierte el Estado en su construcción y distribución.

También se sustenta en que: Los Textos del Estudiante son una herramienta clave en el proceso de enseñanza aprendizaje, y vehículo de transmisión curricular pertinente para acceder de manera progresiva, tanto a los y las estudiantes, a las niñas y los niños de nuestro país, a las habilidades, conocimientos y actitudes propias de las asignaturas, como lo señalan los documentos curriculares de cada nivel. (Vidal, 2016)

Se establece la comparación de los contenidos con una o más de una de las grandes ideas de astronomía (ver tabla 3.1) que dicho contenido aborda, según los objetivos que exige el currículo nacional.

A continuación, se desglosan los contenidos por nivel, extraídos de la página web www.curriculumnacional.cl, también se menciona a que GIA podría estar asociado cada contenido.

5.1.1 – 1° Básico

Unidad 4: El Sol y las estaciones del año

El Sol y sus efectos en la vida en la Tierra. El ciclo diario y las estaciones del año. Sus efectos en los seres vivos y el ambiente. GIA 2-3

Tabla 5.1 Ciencias Naturales 1° Básico

Nivel 1	CN01 OA 01 Reconocer y observar, por medio de la exploración, que los seres vivos crecen, responden a estímulos del medio, se reproducen y necesitan agua, alimento y aire para vivir, comparándolos con las cosas no vivas.	CN01 OA 11 Describir y registrar el ciclo diario y las diferencias entre el día y la noche, a partir de la observación del Sol, la Luna, las estrellas y la luminosidad del cielo, entre otras, y sus efectos en los seres vivos y el ambiente.
Profundización	CN01 OA 11 Describir y registrar el ciclo diario y las diferencias entre el día y la noche, a partir de la observación del Sol, la Luna, las estrellas y la luminosidad del cielo, entre otras, y sus efectos en los seres vivos y el ambiente.	CN01 OA 12 Describir y comunicar los cambios del ciclo de las estaciones y sus efectos en los seres vivos y el ambiente.

5.1.2 – 2° Básico

Unidad 4: El agua y el tiempo atmosférico

Características del agua (ciclo del agua, ahorro y mal uso), el tiempo atmosférico (cambios de temperatura, precipitaciones, vientos) y las estaciones del año. GIA 2-5-6

Tabla 5.2 Ciencias Naturales 2° Básico

Nivel 1	CN02 OA 11 Describir el ciclo del agua en la naturaleza, reconociendo que el agua es un recurso preciado y proponiendo acciones cotidianas para su cuidado.	CN02 OA 14 Describir la relación de los cambios del tiempo atmosférico con las estaciones del año y sus efectos sobre los seres vivos y el ambiente.
---------	---	--

Nivel 1 Profundización	CN02 OA 11 Describir el ciclo del agua en la naturaleza, reconociendo que el agua es un recurso preciado y proponiendo acciones cotidianas para su cuidado.	CN02 OA 14 Describir la relación de los cambios del tiempo atmosférico con las estaciones del año y sus efectos sobre los seres vivos y el ambiente.
Nivel 3 Profundización	CN02 OA 12 Reconocer y describir algunas características del tiempo atmosférico, como precipitaciones (lluvia, granizo, nieve), viento y temperatura ambiente, entre otras, y sus cambios a lo largo del año.	CN02 OA 13 Medir algunas características del tiempo atmosférico, construyendo y/o usando algunos instrumentos tecnológicos útiles para su localidad, como termómetro, pluviómetro o veleta.

5.1.3 – 3° Básico

Unidad 2: El Sistema solar

El sistema solar, movimientos de la Tierra, sucesión de las fases de la Luna. Diseño de modelos que expliquen fenómenos como eclipses de Sol y Luna y otros. GIA 7

Tabla 5.3 Ciencias Naturales 3° Básico

Nivel 1	CN03 OA 12 Explicar, por medio de modelos, los movimientos de rotación y traslación, considerando sus efectos en la Tierra.	
Nivel 1 Profundización	CN03 OA 12 Explicar, por medio de modelos, los movimientos de rotación y traslación, considerando sus efectos en la Tierra.	
Nivel 3 Profundización	CN03 OA 11 Describir las características de algunos de los componentes del Sistema Solar (Sol, planetas, lunas, cometas y asteroides) en relación con su tamaño, localización, apariencia y distancia relativa a la Tierra, entre otros.	CN03 OA 13 Diseñar y construir modelos tecnológicos para explicar eventos del Sistema solar, como la sucesión de las fases de la Luna y los eclipses de Luna y de Sol, entre otros.

5.1.4 – 1° Medio

Unidad 4 - Física: Estructuras cósmicas

Conocer el universo, desde los micrometeoroides hasta los cúmulos de galaxias. Los movimientos de la Tierra, las fases de la Luna, los eclipses, el Sistema Solar, los asteroides y los cometas. GIA 2-3-5-6-7

Tabla 5.4 Ciencias Naturales 1° Medio

Nivel 1	CN1M OA 16 Investigar y explicar sobre la investigación astronómica en Chile y el resto del mundo, considerando aspectos como: El clima y las ventajas que ofrece nuestro país para la observación astronómica. La tecnología utilizada (telescopios, radiotelescopios y otros instrumentos astronómicos). La información que proporciona la luz y otras radiaciones emitidas por los astros. Los aportes de científicas chilenas y científicos chilenos.	
Nivel 1 Profundización	CN1M OA 16 Investigar y explicar sobre la investigación astronómica en Chile y el resto del mundo, considerando aspectos como: El clima y las ventajas que ofrece nuestro país para la observación astronómica. La tecnología utilizada (telescopios, radiotelescopios y otros instrumentos astronómicos). La información que proporciona la luz y otras radiaciones emitidas por los astros. Los aportes de científicas chilenas y científicos chilenos.	
Nivel 3 Profundización	CN1M OA 14 Crear modelos que expliquen los fenómenos astronómicos del sistema solar relacionados con: Los movimientos del sistema Tierra-Luna y los fenómenos de luz y sombra, como las fases lunares y los eclipses. Los movimientos de la Tierra respecto del Sol y sus consecuencias, como las estaciones climáticas. La comparación de los distintos planetas con la Tierra en	CN1M OA 15 Describir y comparar diversas estructuras cósmicas, como meteoros, asteroides, cometas, satélites, planetas, estrellas, nebulosas, galaxias y cúmulo de galaxias, considerando: Sus tamaños y formas. Sus posiciones en el espacio. Temperatura, masa, color y magnitud, entre otros.

	cuanto a su distancia al Sol, su tamaño, su período orbital, su atmósfera y otros.	
--	--	--

5.1.5 – 2° Medio

Unidad 4 - Física: El Universo

El origen, forma y dinámica del Universo. Los modelos, geocéntrico, heliocéntrico y la teoría del Big-Bang. Los aportes de científicos como Galileo, Brahe, Kepler y otros. GIA 1-5-6

Tabla 5.5 Ciencias Naturales 2° Medio

Nivel 1	CN2M OA 13 Demostrar que comprenden que el conocimiento del Universo cambia y aumenta a partir de nuevas evidencias, usando modelos como el geocéntrico y el heliocéntrico, y teorías como la del Big-Bang, entre otros.
Nivel 2	CN2M OA 14 Explicar cualitativamente por medio de las leyes de Kepler y la de gravitación universal de Newton: -El origen de las mareas. -La formación y dinámica de estructuras cósmicas naturales, como el sistema solar y sus componentes, las estrellas y las galaxias. -El movimiento de estructuras artificiales como sondas, satélites y naves espaciales.
Nivel 1 Profundización	CN2M OA 13 Demostrar que comprenden que el conocimiento del Universo cambia y aumenta a partir de nuevas evidencias, usando modelos como el geocéntrico y el heliocéntrico, y teorías como la del Big-Bang, entre otros.
Nivel 2 Profundización	CN2M OA 14 Explicar cualitativamente por medio de las leyes de Kepler y la de gravitación universal de Newton: -El origen de las mareas. -La formación y dinámica de estructuras cósmicas naturales, como el sistema solar y sus componentes, las estrellas y las galaxias. -El movimiento de estructuras artificiales como sondas, satélites y naves espaciales.

5.1.6 - 3ro y 4to medio Física (Nuevo Currículo)

Unidad 1 - Cosmos: ¿en qué momento y lugar del universo nos encontramos?

Desarrollar criterios para la investigación, reflexión y el debate sobre la construcción del conocimiento acerca del origen y evolución del universo en diversas culturas y momentos de la historia. GIA 1-2-3-4-5-6

5.2 - Análisis de Currículo

La importancia de la astronomía queda reflejada en los documentos oficiales que dan cuenta de los currículos.

En Chile la astronomía se enseña en la educación básica, en la asignatura de Ciencias naturales. En primero básico, se tratan: orientación de elementos del medio físico en relación con el sol; percepción y descripción de algunos elementos y fenómenos naturales: la luna, las estrellas y el sol, el día y la noche. En segundo básico: los puntos cardinales; movimientos de la tierra y fases de la luna; las estaciones del año. Y, en tercero básico: el universo; el sistema solar.

Después de esta presentación temprana desaparece la astronomía del currículo, reapareciendo en la enseñanza media, también aparece en la asignatura de Ciencias Naturales, pero en primero y segundo medio, se separan en tres sub ramos, las cuales a fin de semestre se promedian las notas, como una sola asignatura, la parte de astronomía lo toma la asignatura de Física (sub ramo de ciencias naturales).

En primero medio: el universo, estrellas y galaxias, Vía Láctea, sistema solar; estaciones, día y noche, eclipses; utilización de técnicas de orientación; observación del cielo diurno y nocturno; el paso del geocentrismo al heliocentrismo. En segundo medio: donde se introduce el modelo heliocéntrico desarrollado por Copérnico y las aportaciones de Kepler, Galileo y Newton.

Después desaparece nuevamente la astronomía del currículo, salvo en los temas de gravitación que se cursan en materias optativas como la Física electivo (H-C) de tercero medio, en ella aparece un tema, denominado “Nuestro lugar en el universo”, en el que se tratan aspectos astrofísicos y cosmológicos como el origen del universo; la génesis de los elementos; polvo de estrellas; la exploración del sistema solar.

La política pública del Estado chileno, en materia de textos escolares, establece la entrega sistemática y gratuita de libros de texto de calidad, para los sectores prioritarios del currículum, a

todos los estudiantes y profesores de los establecimientos educacionales municipales y subvencionados del país. De acuerdo con el ministerio de educación, los textos escolares son una herramienta clave en el proceso de enseñanza aprendizaje y vehículo de transmisión curricular pertinente para acceder de manera progresiva, tanto a los y las estudiantes, a las niñas y los niños de nuestro país, a las habilidades, conocimientos y actitudes propias de las asignaturas, como lo señalan los documentos curriculares de cada nivel.

En los nuevos libros de esta asignatura unas pocas editoriales han encargado a científicos profesionales (algunos de ellos astrónomos) que redactasen divulgativamente los temas de su especialidad.

Dentro de las expectativas del MINEDUC, se consideran que los estudiantes sean capaces de crear modelos que expliquen los fenómenos astronómicos del sistema solar, relacionados con: los movimientos del sistema Tierra-luna y los fenómenos de luz y sombra, como las fases lunares y los eclipses, los movimientos de la Tierra respecto del Sol y sus consecuencias, como las estaciones climáticas, la comparación de los distintos planetas con la Tierra en cuanto a su distancia al sol, su tamaño, su período orbital, su atmósfera y otros.

El expresidente del Consejo de CONICYT, premio nacional de Ciencias Exactas 2015 y presidente de la Fundación Chilena de Astronomía (FuChAs), doctor Mario Hamuy, destacó el hecho de que la astronomía en nuestro país se ha desarrollado de manera vertiginosa, traspasando incluso la esfera de esta disciplina. “Ha permitido también activar nuevos campos de trabajo en áreas como la ingeniería y la informática. También es materia importante para el turismo y, especialmente, para la educación”, señaló, destacando durante su intervención los esfuerzos del Programa Explora de CONICYT por introducir estos temas en el aula.

En Chile solo un 6,3 % de los objetivos de Ciencias Naturales, tanto enseñanza Básica como enseñanza media en las Bases Curriculares, abordan temas relacionados con la astronomía (Mario Campos, 2020).

5.3 - Análisis de los cuestionarios aplicados.

A continuación, presentamos los resultados obtenidos mediante los cuestionarios aplicados a los dos perfiles en estudio: docentes y estudiantes. Primeramente, presentamos los resultados

obtenidos del perfil docente, el cual se presenta, primeramente, indicando la validez del instrumento, luego se presenta los resultados obtenidos por parte de los estudiantes encuestados.

5.3.1 - Análisis instrumento docentes.

El cuestionario se realizó a 46 docentes, los docentes estaban repartidos entre colegios científico-humanista (HC), técnico profesional (TP), colegios polivalentes (HC + TP) y colegios básicos. También se consideró el tipo de financiamiento de las instituciones (Municipal, particular y particular subvencionado).

El 59,6% de los encuestados pertenece a instituciones municipales, que actualmente se conoce como Servicio local de educación “SLEP Atacama”.

Los docentes encuestados, son de distintas comunas de la 3° región de Atacama, de los cuales son; 31 de Copiapó, 2 de Caldera, 4 de Chañaral, 1 de Diego de Almagro, 1 de Freirina, 2 de Tierra Amarilla y 5 de Vallenar.

El cuestionario aplicado a los docentes, arrojo la siguiente validez.

Alpha Cronbach: $\alpha \cong 0,83$, con un total de 22 ítems.

Cabe destacar que el promedio obtenido de los encuestados es de 14 preguntas correctas de 22 preguntas en total, dando un 63,6 % de asertividad.

De manera general se aprecia que las preguntas con mayor cantidad de respuestas correctas están asociadas con GIA's 3, 5, 9, 10, 11. Estas preguntas refieren a la evolución estelar y las observaciones cosmológicas actuales sobre el Universo, entre otras.

También se puede apreciar que las preguntas con la mayor cantidad de errores asociados a preconcepciones están asociadas a GIA's 2, 6 (b), 8 (a), 9. Entre esas preguntas, figuran, preguntas sobre la sintetización de los elementos más pesados, de las estrellas, además relacionada con la percepción del cielo nocturno en el hemisferio sur, entre otras.

En la Tabla 5.6., siguiente, se muestra los porcentajes de aciertos y desaciertos según cada una de las preguntas, de acuerdo con el total obtenido y de acuerdo a la variable dependencia:

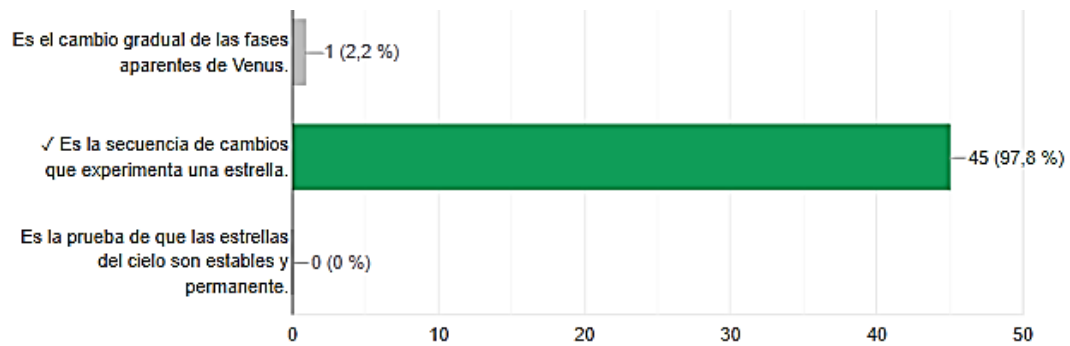
Tabla 5.6.: Porcentajes totales de acierto y desaciertos según preguntas y dependencia.

	Totales		Totales aciertos según Dependencia		
Preguntas	Aciertos	Desaciertos	Slep	Part-Sub	Particular
1	32	14	18	13	1
2	28	18	20	6	2
3	31	15	26	4	1
4	35	11	27	6	2
5	26	20	15	9	2
7	45	1	27	18	1
8	12	34	6	5	1
9	13	33	7	5	1
10	30	16	20	8	2
11	18	28	10	6	2
12	32	14	20	10	2
13	27	19	19	8	0
14	42	4	26	18	2
15	25	21	15	10	0
16	19	27	10	7	2
17	20	26	18	1	1
18	36	10	25	9	2
19	44	2	27	15	2
20	19	27	10	7	2
21	38	8	27	9	2
22	41	5	27	12	2

5.3.1.1 - Análisis por ítems.

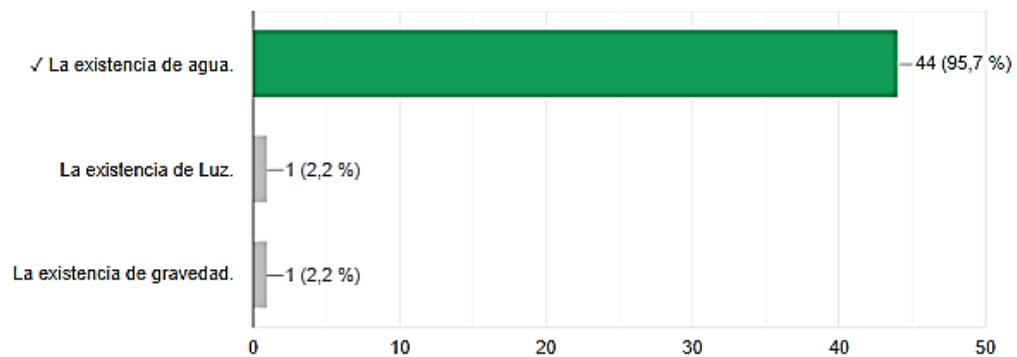
Se muestra a continuación los resultados de cada ítem, ordenados de mayor cantidad de aciertos a menor asertividad por pregunta.

- (P-7) (GIA 3) ¿Qué es la evolución estelar?



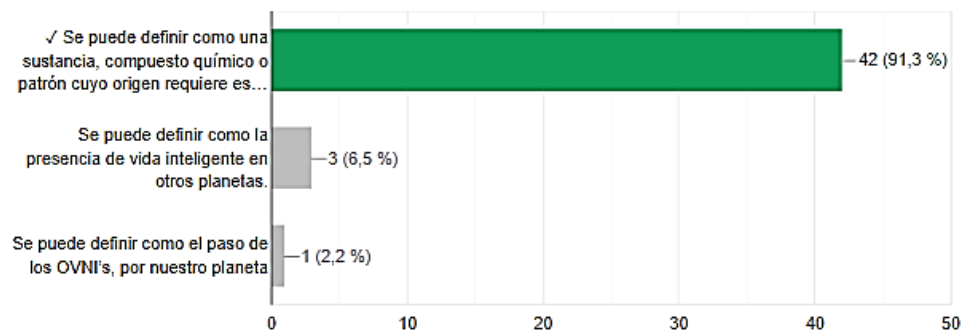
Esta pregunta, es la que tiene mayor cantidad de respuestas correctas, dado que solo uno de los docentes encuestados, relaciono la evolución estelar, con las fases de Venus.

- (P-19) (GIA 10) ¿Cuál de las siguientes opciones, se considera un biomarcador, para la búsqueda de vida en otros planetas?



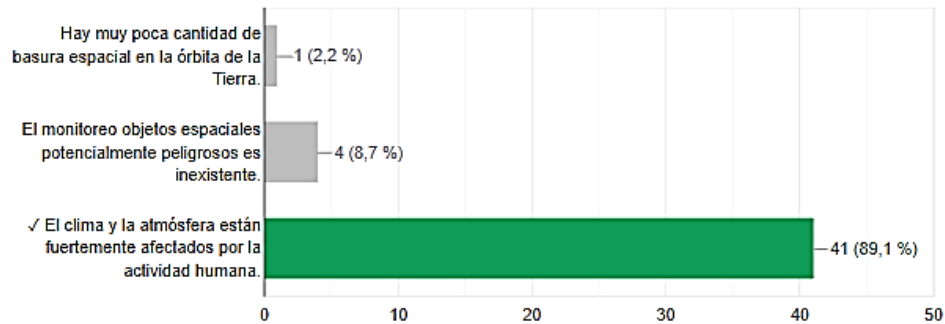
Esta pregunta también posee una gran cantidad de asertividad, por parte de los docentes encuetados (95,7%)

- (P-14) (GIA 10) ¿Cuál es la definición de Biomarcador?



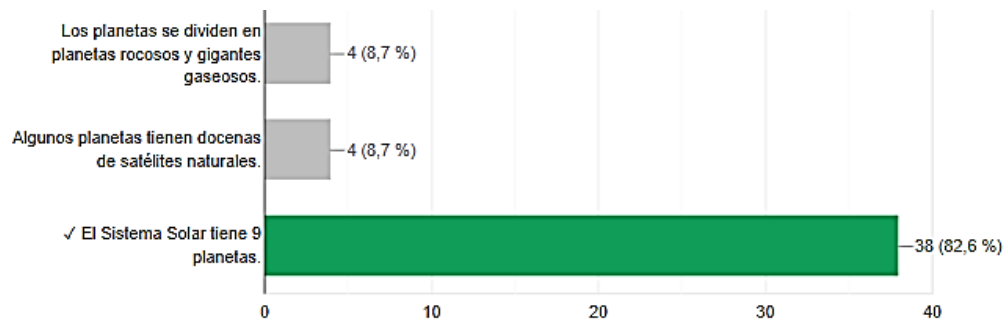
Esta pregunta también posee una gran cantidad de asertividad, por parte de los docentes encuestados (91,3%)

- (P-22) (GIA 11) ¿Cuál de los siguientes enunciados, se considera correcto?



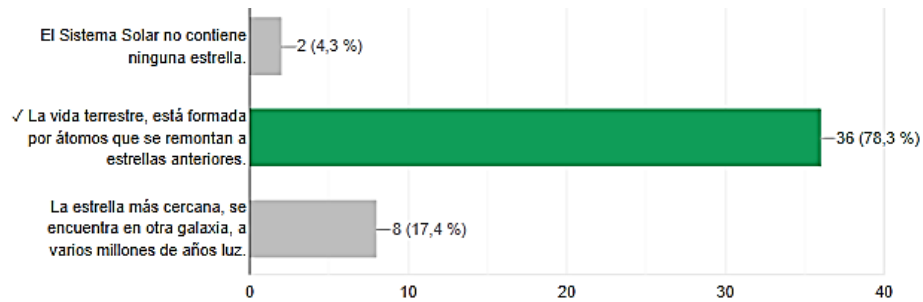
Esta es una de las preguntas con mayor cantidad de asertividad por parte de los docentes encuestados (89,1%), cabe destacar que un 8,7% de los docentes encuestados no sabe de la existencia de programas de limpieza espacial.

- (P-21) (GIA 3) ¿Cuál de los siguientes enunciados, NO se considera correcto actualmente?



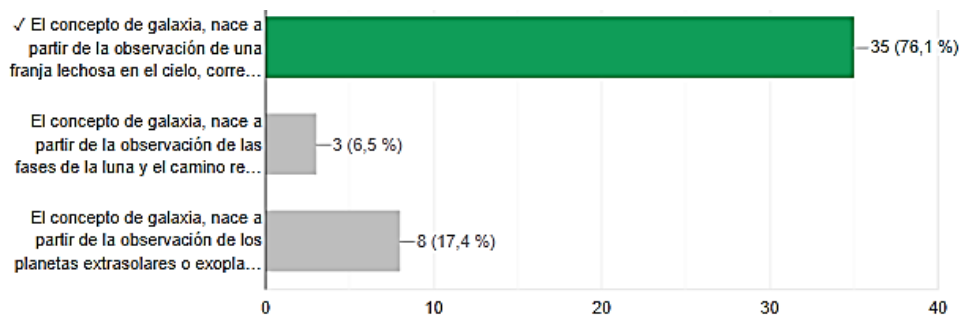
Esta pregunta, es una de las que tiene mayor cantidad de respuestas correctas, dado que, en la actualidad, el sistema Solar solo tiene 8 planetas, después del acuerdo tomado el año 2006 por la Unión Astronómica Internacional (IAU).

- (P-18) (GIA 8) ¿Cuál de las siguientes afirmaciones se considera correcta?



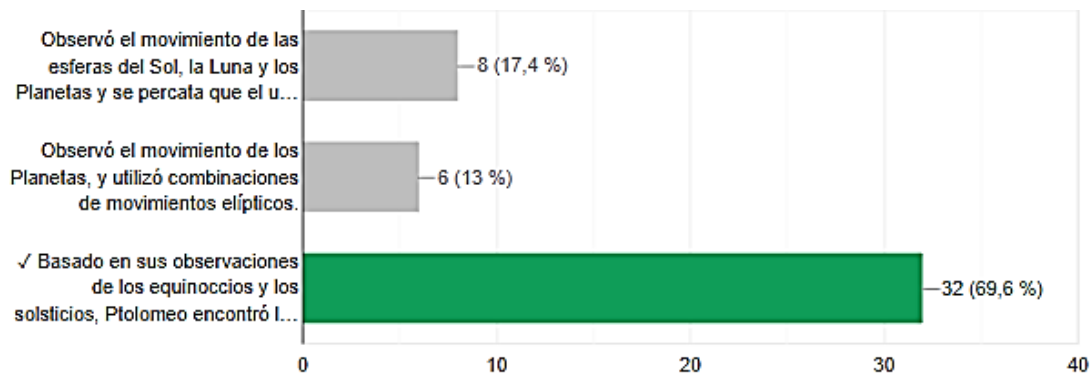
Esta pregunta fue una de las que tuvo mayor cantidad de asertividad por parte de los docentes encuestados (78,3%), también se observa que el 17,4% de los encuestados asume que la estrella más cercana se encuentra en otra galaxia.

- (P-4) (GIA 6) A partir de las observaciones de la Vía Láctea ¿Cómo se llega al concepto de galaxia?



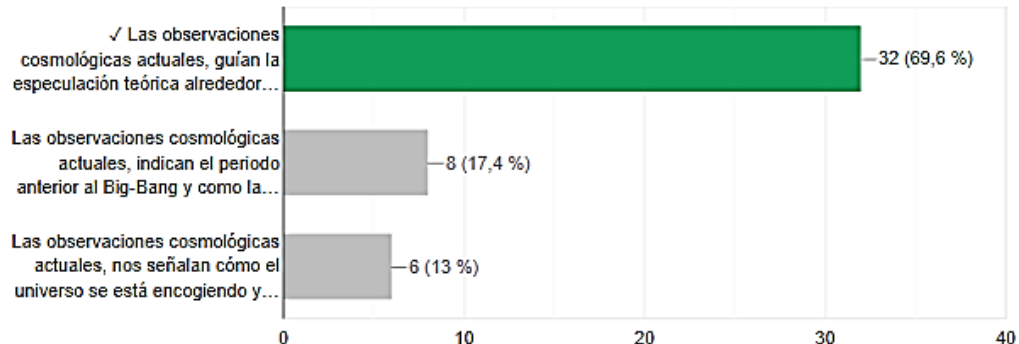
Se aprecia que el 76,1% de los docentes encuestados, tienen la correcta noción del concepto de galaxia, relacionado con la Vía Láctea, que es el nombre de nuestra Galaxia, además, se menciona que el 17,7% de los encuestados, confunden el concepto de Galaxia, con los exoplanetas.

- (P-1) (GIA 4) ¿Cómo se explican las observaciones del universo, a partir del modelo de Ptolomeo?



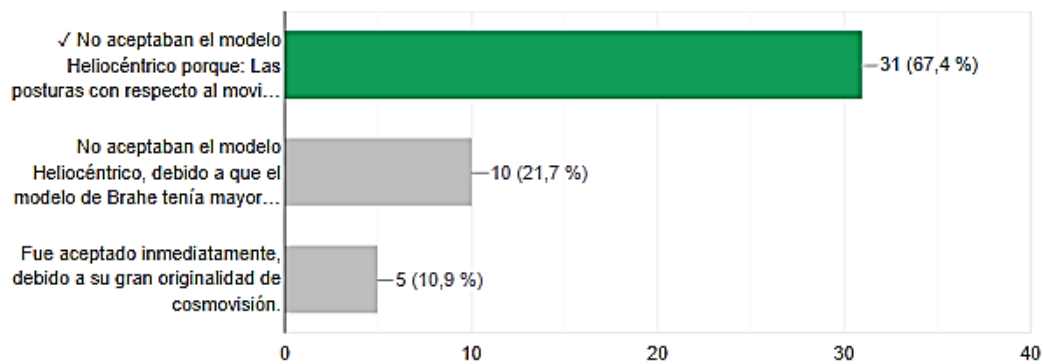
El 69,6% de los docentes encuestados, marco la alternativa considerada correcta, relacionando de manera acertada los conceptos de ese tiempo considerados verdaderos, cabe destacar que un 17,4% de los docentes encuestados, confunde el modelo de Ptolomeo, con la expansión acelerada del universo, y un 13 % de los docentes encuestados, confunde la teoría geocéntrica, con los postulados de Kepler.

- (P-12) (GIA 5) ¿Qué indican las observaciones cosmológicas actuales sobre el Universo?



Destaca que el 69,6% de los docentes encuestados marco la opción considerada como verdadera, de las observaciones actuales sobre el Universo, también se percibe que el 17,4% de los docentes encuestados establece que las observaciones actuales indican el periodo anterior al Big-Bang, de lo cual no es considerado.

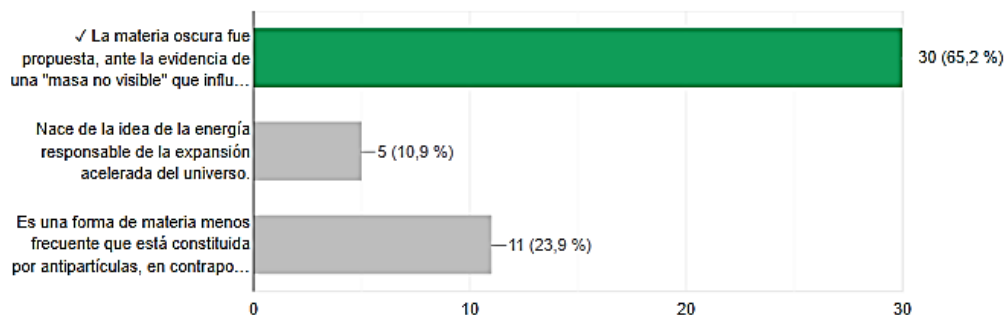
- (P-3) (GIA 1) Previamente existió el modelo Geocéntrico de Ptolomeo, que fue la visión del universo predominante, hasta el siglo XVI, cuando fue reemplazado por la teoría Heliocéntrica de Copérnico ¿Por qué costó adoptar el modelo heliocéntrico?



Se observa que la mayor tendencia (67,4%) en las respuestas, tiene la percepción considerada correcta.

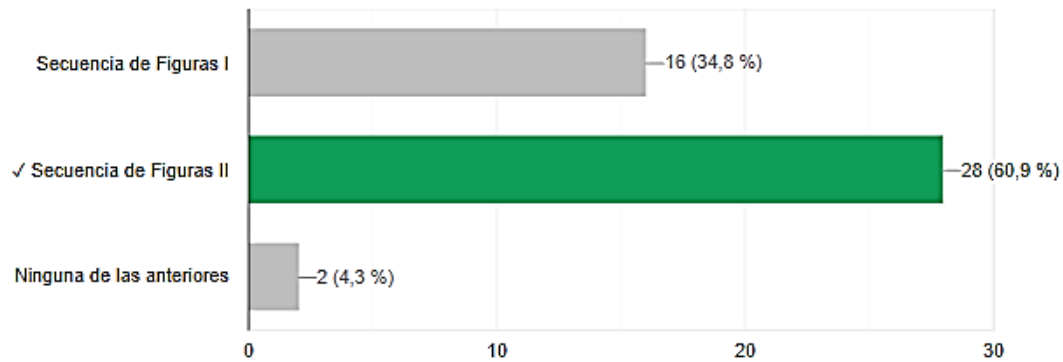
Aunque un porcentaje significativo (21,7%), asume que la dificultad está relacionada con el modelo de Tycho Brahe, pero igual destaca que un porcentaje, aunque menor (10,9%), cree que el modelo fue aceptado inmediatamente, sin tomar en cuenta la perspectiva de visión impuesta por la iglesia en ese tiempo.

- (P-10) (GIA 9) ¿De dónde nace la idea o concepto de materia oscura?



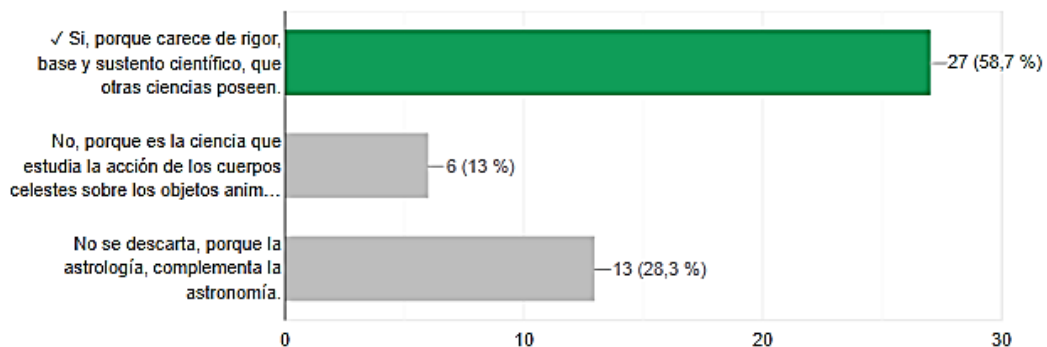
Fue una de las preguntas con mayor cantidad de asertividad por parte de los docentes encuestados (65,2%), Se observa que el 23,9% de los docentes encuestados confunde la materia oscura con la antimateria y el 10,9% de los encuestados, confunde materia oscura con energía oscura.

- (P-2) (GIA 2) ¿Cuál de las siguientes secuencias de figuras, representa las fases lunares en nuestro país?



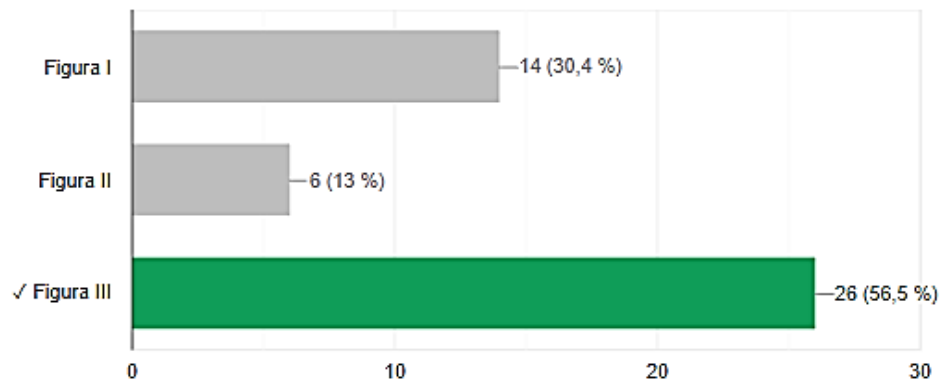
Se aprecia que el 60,9 % de los encuestados, respondió de manera acertada, de igual manera, destaca que un 34 % de los docentes encuestados escogió la secuencia de las fases de la luna, del hemisferio norte.

- (P-13) (GIA 7) Hoy, de vez en cuando saltan a los titulares instituciones educativas de prestigio que deciden acoger u organizar cursos y congresos dedicados a la astrología, no desde un punto de vista histórico y crítico, sino para la promoción de sus prácticas adivinatorias. En base al conocimiento que posee en Astronomía ¿Se descartaría la astrología como ciencia?



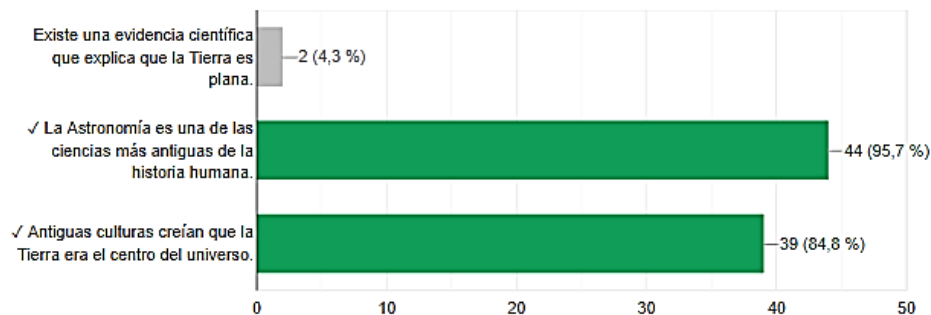
Se observa que el 58,7% de los docentes encuestados, descarta la astrología como ciencia, por la falta de rigurosidad que la ciencia exige, cabe destacar que el 41,3% de los encuestados, no descarta la astrología como ciencia y el 13% asume que estudia la acción de los astros y cuerpos celestes, sobre los seres humanos y el 28,3% asume que son un complemento entre astrología y astronomía.

- (P-5) (GIA 4) ¿Cuál de los siguientes dibujos, se asemeja a escala, las distancias orbitales del sistema solar?



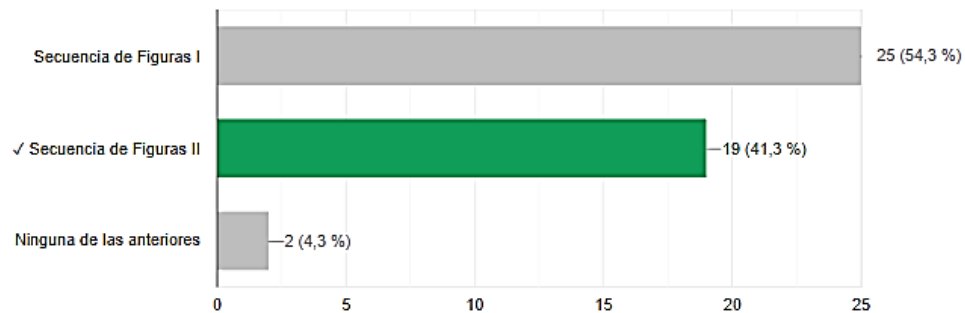
Esta pregunta de tipo visual que entrega esquemas del sistema solar, solo el 56,5 % de los docentes encuestados, asoció de manera correcta las distancias a escala de las orbitas de los planetas alrededor del Sol, cabe destacar que un 43,4% de los docentes encuestados, no supo relacionar las dimensiones a escalas del sistema solar. Para ayudar al profesorado, se anexa una actividad relacionada con este típico, para trabajar en el aula.

- (P-17) (GIA 1) De los siguientes enunciados, es (son) correcta(s) (Puede marcar más de uno)



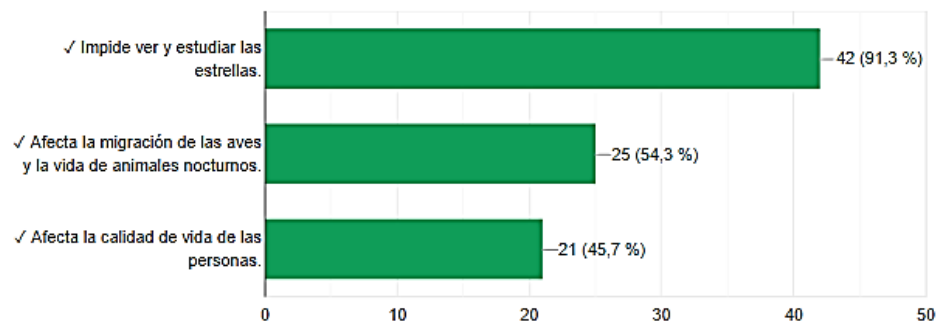
Se observa que la mayor tendencia (95,7%) en las respuestas, tiene una correcta idea de que la astronomía, es considerada una de las ciencias más antiguas de la humanidad, también se destaca que solo el 84,8 %, considero la idea inicial del movimiento planetario.

- (P-16) (GIA 2) ¿Cuál de las siguientes secuencias, representa la vista de un eclipse solar total, en nuestro país?



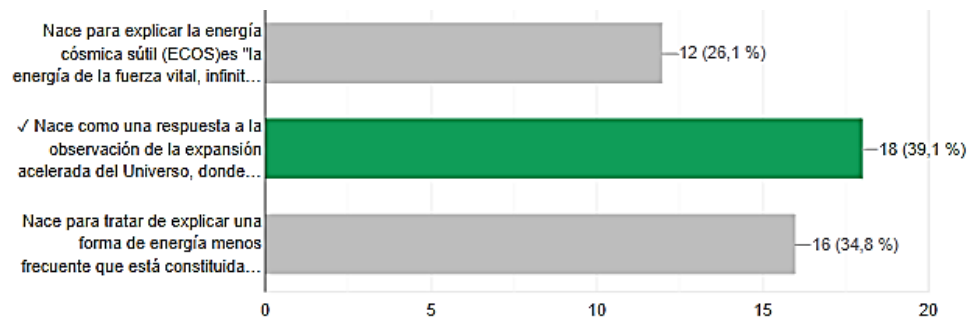
Es una de las preguntas que tiene mayor cantidad de errores, se destaca que el 54,3% de los docentes encuestados, marco la secuencia de la Figura I (en gris), que es la que corresponde al hemisferio norte, y solo un 41,3% de los docentes encuestados, selecciono la secuencia correcta (en verde), correspondiente al hemisferio sur.

- (P-20) (GIA 11) Sobre la polución, debido a la contaminación Lumínica, se podría decir que, (Puede marcar más de uno)



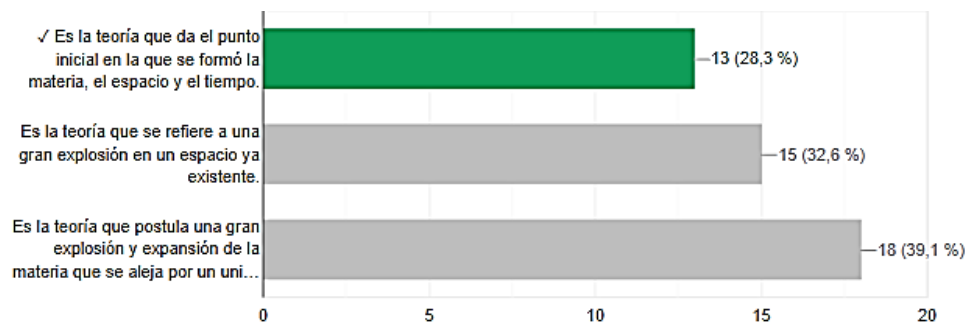
De esta pregunta se puede observar que el 26,1% de los encuestados marco todas las opciones como correcta, también se destaca que el 91,3% de los docentes encuestados relaciona la contaminación lumínica con la observación del espacio, además se percibe que el 54,3% de los docentes encuestados, relaciona la contaminación lumínica con la fauna silvestre, también es notorio destacar que solo el 45,7% de los docentes encuestados, relaciona la polución de la luz y como ésta afecta la calidad de vida del ser humano.

- (P-11) (GIA 9) ¿De dónde nace la idea o concepto de energía oscura?



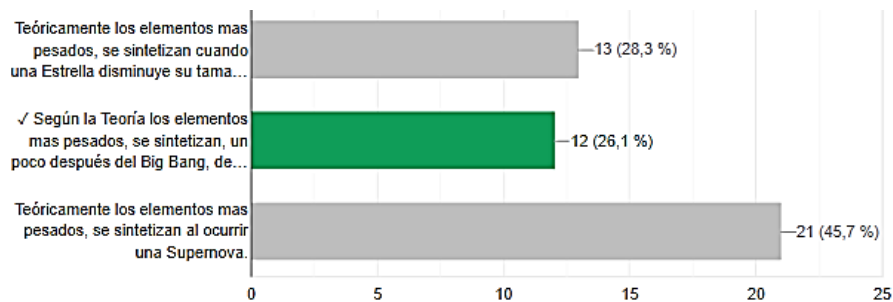
Se observa que el 39,1% de los docentes encuestados asume de manera correcta de que la energía oscura está relacionada con la expansión acelerada del universo, también se observa que el 34,8% de los docentes encuestados, confunde el concepto de energía oscura con antimateria, por otra parte, el 26,1% de los encuestados, confunde el concepto de energía oscura con energía taquiónica.

- (P-9) (GIA 6) De acuerdo con la teoría del Big-Bang, ¿Cómo se concibe la materia, el espacio y el tiempo?



Esta es una de las preguntas con menor cantidad de asertividad, se observa que el 73,7% de los docentes encuestados relacionaron Big-Bang, con su traducción “Gran Explosión”, que inicialmente esa teoría fue llamada de manera peyorativa como “Big-Bang”, cuando realmente es la teoría que da el punto inicial de la materia, tiempo y espacio, también cabe destacar que confunden el concepto “la Nada”, con “el Vacío”.

- (P-8) (GIA 8) Teóricamente, ¿cuándo las estrellas serían capaces de sintetizar los elementos más pesados?

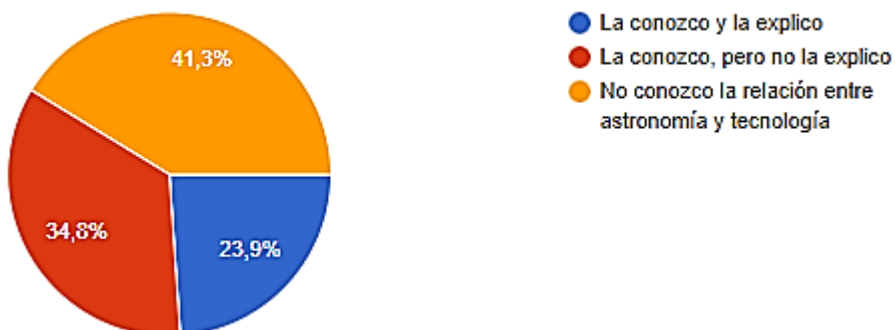


Esta es una de las preguntas con mayor cantidad de error asociado, solo el 26,1% de los docentes encuestados vislumbraron que los elementos más pesados de la tabla periódica se sintetizan un poco después del Big-Bang, en un proceso llamado nucleosíntesis, que teóricamente ocurre aproximadamente a tres minutos después del Big-Bang.

Se observa que el 45,7% de los docentes encuestados asume que los elementos más pesados de la tabla periódica se sintetizan solo al ocurrir una supernova y el 28,3% de los docentes encuestados, asume que dichos elementos se sintetizan cuando una estrella se convierte en enana blanca.

La siguiente pregunta destaca sobre las demás, debido a que no tiene una alternativa considerada correcta, su propósito es tener la noción del conocimiento que poseen, sobre la relación existente entre astronomía y el desarrollo tecnológico que este conocimiento ha traído a la humanidad.

- (P-6) (GIA 5) De acuerdo con sus saberes con respecto al crecimiento del conocimiento astronómico ¿Conoce y explica la influencia que ha tenido el desarrollo de la técnica en la astronomía y como ha influenciado en la tecnología utilizada en nuestra sociedad?



Se destaca de las respuestas obtenidas que un 41,3% de los docentes encuestados, no tienen conocimiento sobre la relación antes mencionada y del resto de los encuestados, solo un 23,9% explica entre sus estudiantes, la relación que existe entre astronomía y desarrollo tecnológico.

5.3.2 - Análisis instrumento estudiantes.

El cuestionario se realizó a 95 estudiantes de enseñanza media, los estudiantes estaban repartidos entre estudiantes de colegios científico-humanista (HC), técnico profesional (TP) y colegios polivalentes (HC+TP), también se consideró el tipo de financiamiento de los colegios (Municipal, particular y particular subvencionado).

Los estudiantes encuestados, son de distintas comunas de la 3° región de Atacama, de los cuales son; 25 de Copiapó, 23 de Caldera, 34 de Chañaral, 11 de Vallenar, 2 de Huasco.

El 57,9% de los estudiantes encuestados, pertenece a instituciones municipales, que actualmente se conoce como Servicio local de educación “SLEP Atacama”.

En la información recopilada destaca que El 76,8 % de los encuestados tienen interés en seguir en carreras científicas o ingenieriles y el 54,7 % de los encuestados, está interesado en recibir charlas periódicas sobre astronomía, y una de las respuestas más comunes es “La Astronomía siempre me ha llamado la atención”. Esta última parte está ligada con el cuarto objetivo específico de esta investigación (Conocer el grado de interés de aprendizaje referente al área de la astronomía, por parte de los docentes y estudiantes de la Región de Atacama.)

El cuestionario aplicado a los estudiantes, arrojó la siguiente validez.

Alpha Cronbach: $\alpha \cong 0,80$, con un total de 11 ítems.

Cabe destacar que el promedio obtenido de los encuestados es de 14 preguntas correctas de 22 preguntas en total, dando un 63,6 % de asertividad.

De manera general se aprecia que las preguntas con mayor cantidad de respuestas correctas están asociadas con GIA's 4 (P-8), 7 (P-2), 10 (P-11). Estas preguntas refieren al eclipse solar, estaciones del año, biomarcadores, entre otras.

También se puede apreciar que las preguntas con la mayor cantidad de errores asociados a preconcepciones están asociadas a GIA's 2 (P-1), 5 (P-7), 11 (P-10). Entre esas preguntas, figuran, preguntas sobre, la eclíptica del Sol, instrumentos de observación, polución lumínica, entre otras.

En la Tabla 5.7., siguiente, se muestra los porcentajes de aciertos y desaciertos según cada una de las preguntas, de acuerdo con el total obtenido y de acuerdo con la variable tipo de educación:

Tabla 5.7.: Porcentajes totales de acierto y desaciertos según preguntas y tipo de educación.

Preguntas	Totales		Totales aciertos según tipo de educación			
	Aciertos	Desaciertos	Enseñanza Básica- Media	HC	TP	HC+TP Polivalente
1	36	59	8	6	10	12
2	69	26	15	13	17	24
3	52	43	11	9	14	18
4	42	53	9	8	11	14
5	49	46	11	9	11	18
6	48	47	10	10	12	16
7	9	86	3	1	2	3
8	79	16	18	15	21	25
9	53	42	15	8	14	16
10	24	71	2	8	7	7
11	82	13	22	15	20	25

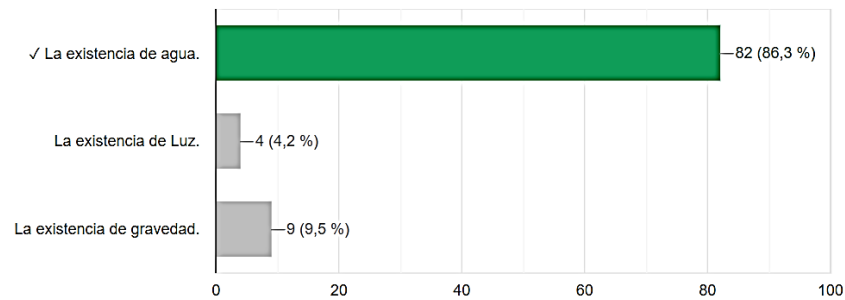
5.3.2.1 - Análisis por ítems.

Se muestra a continuación los resultados de cada ítem, ordenados de mayor cantidad de aciertos a menor asertividad por pregunta.

- (P-11) (GIA 10) ¿Qué hallazgo podría principalmente justificar la idea de la existencia de vida primitiva en Marte?

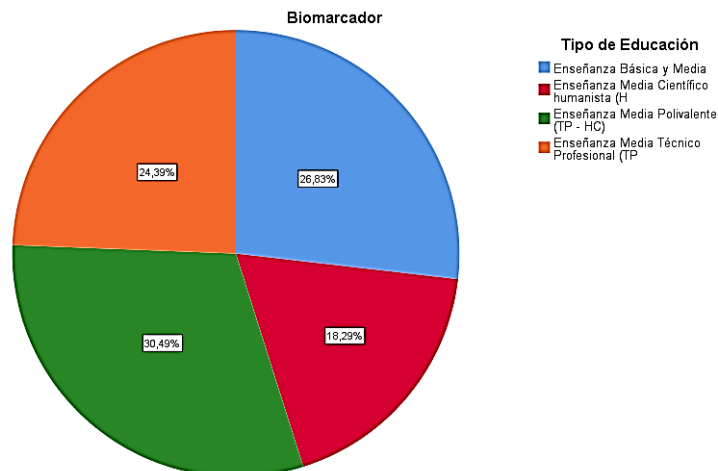
¿Qué hallazgo podría principalmente justificar la idea de la existencia de vida primitiva en Marte?

82 de 95 respuestas correctas



De este gráfico, destaca que la mayoría de los encuestados (86,3 %), relacionan el agua con la vida y por ende lo consideran como un biomarcador.

Esta es la pregunta que obtuvo una mayor cantidad de respuestas correctas.

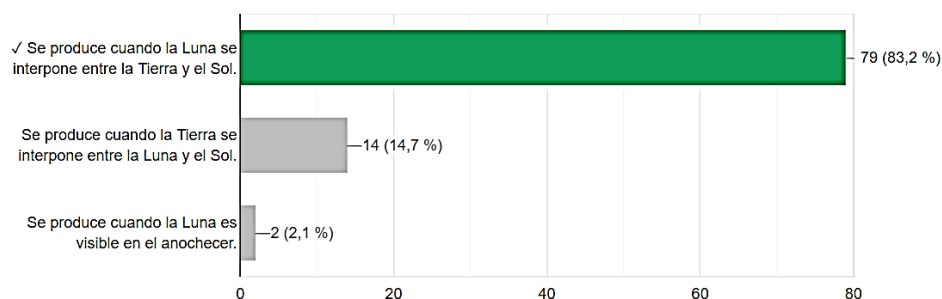


Además, se puede percibir que la enseñanza media Polivalente, tiene un 30,49% de respuestas correctas, pero, destaca la cercanía porcentual entre los colegios que tienen básica y media, y la enseñanza media Técnico Profesional.

- (P-8) (GIA 4) ¿Cómo se produce un eclipse Solar?

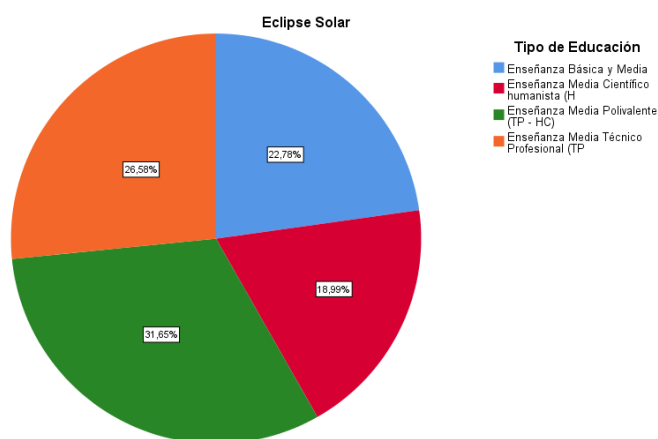
¿Cómo se produce un eclipse Solar?

79 de 95 respuestas correctas



Se observa que la mayor tendencia (83,2%) en las respuestas tiene la percepción considerada correcta.

Esta es una de las preguntas que obtuvo una mayor cantidad de respuestas correctas.

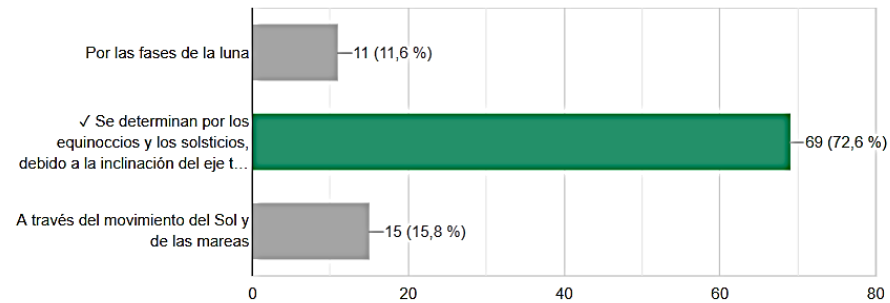


Se puede percibir que la enseñanza media polivalente, tiene un 31,65% de respuestas correctas, pero destaca la cercanía porcentual entre la enseñanza media científico humanista y la enseñanza media técnico profesional.

- (P-2) (GIA 7) Cómo podemos determinar astronómicamente las estaciones del año.

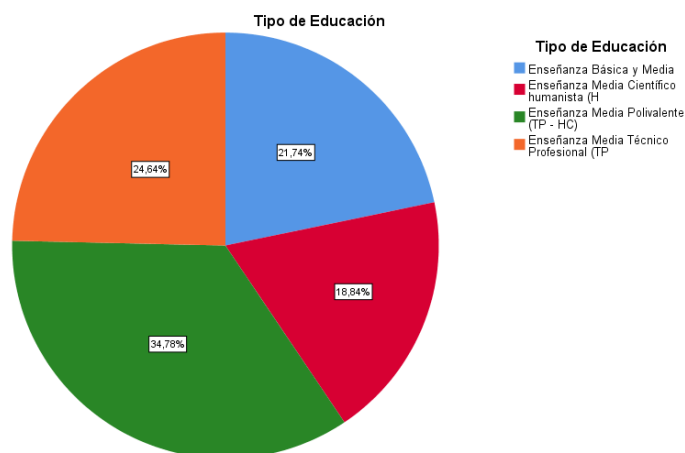
Cómo podemos determinar astronómicamente las estaciones del año.

69 de 95 respuestas correctas



Se observa que la mayor tendencia (72,6%) en las respuestas, tiene la percepción considerada correcta.

Esta es una de las preguntas que obtuvo una mayor cantidad de respuestas correctas.

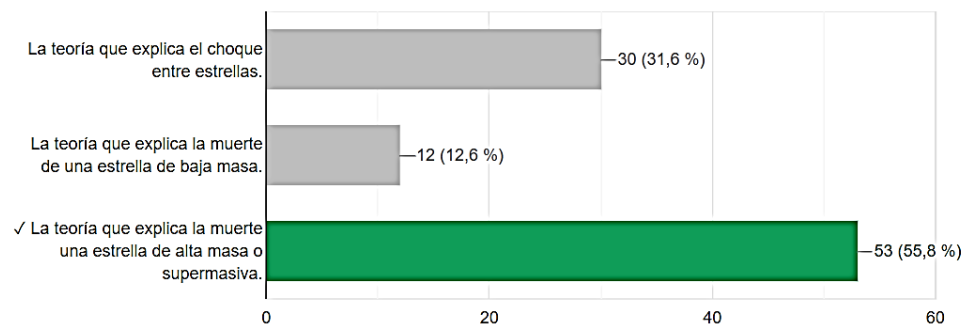


Se puede apreciar que la mayoría de las respuestas correctas, los estudiantes pertenecen a la Enseñanza media Polivalente (TP – HC)

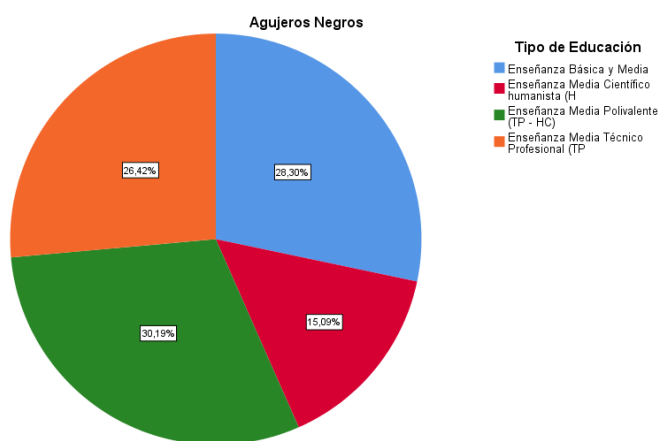
- (P-9) (GIA 8) ¿Cuál es la teoría más aceptada que explica el origen de los agujeros negros?

¿Cuál es la teoría más aceptada que explica el origen de los agujeros negros?

53 de 95 respuestas correctas



Se aprecia que el 55,8 %, tiene una percepción acertada de lo que se considera correcto en la comunidad científica. Pero también, destaca que un porcentaje significativo (31,8%), tiene la confusión sobre la teoría relacionada con el choque de estrellas.

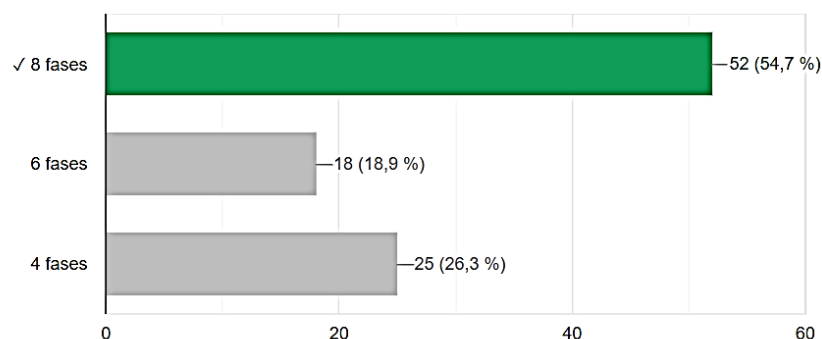


Además, se puede percibir que la enseñanza media polivalente tiene un 30,19% de respuestas correctas, pero destaca la cercanía porcentual entre los colegios que imparten básica y media y la enseñanza media Técnico Profesional.

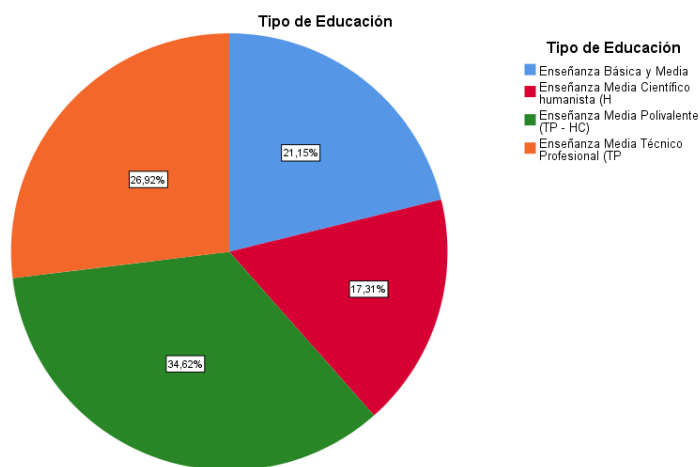
- (P-3) (GIA 3) ¿Cuántas fases o cambios aparentes, posee la Luna?

¿Cuántas fases, o cambios aparentes, posee la luna?

52 de 95 respuestas correctas



Se observa que la mayor tendencia (54,7%) en las respuestas, tiene la percepción considerada correcta, aunque un porcentaje significativo (26,3%), todavía posee la creencia de que la luna tiene 4 fases.

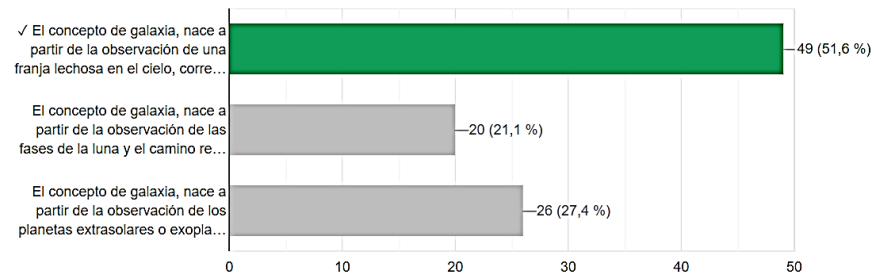


Se puede apreciar que la mayoría de las respuestas correctas, los estudiantes pertenecen a la Enseñanza media Polivalente (TP – HC)

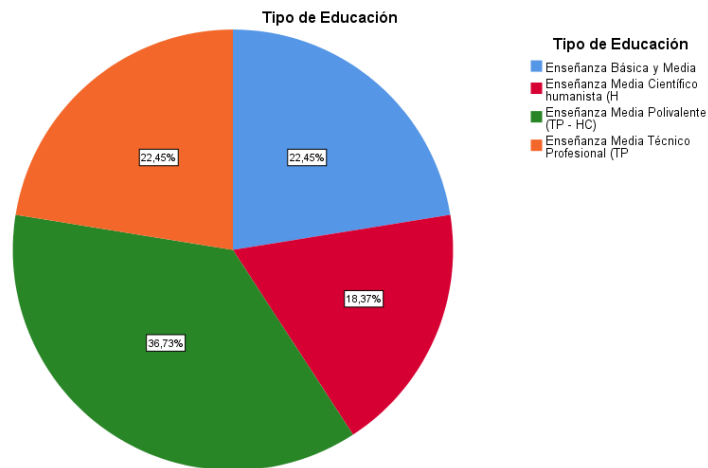
- (P-5) (GIA 9) A partir de las observaciones de la Vía Láctea ¿Cómo se llega al concepto de galaxia?

A partir de las observaciones de la Vía Láctea ¿Cómo se llega al concepto de galaxia?

49 de 95 respuestas correctas



Se observa que la mayor tendencia (51,6%) en las respuestas tiene la percepción considerada correcta, también destaca que un porcentaje significativo (27,4 %), relaciona el concepto de Galaxia, con la observación de los exoplanetas, y el 21,1 % (porcentaje no menor), relaciona el concepto de Galaxia, con las fases de la Luna.

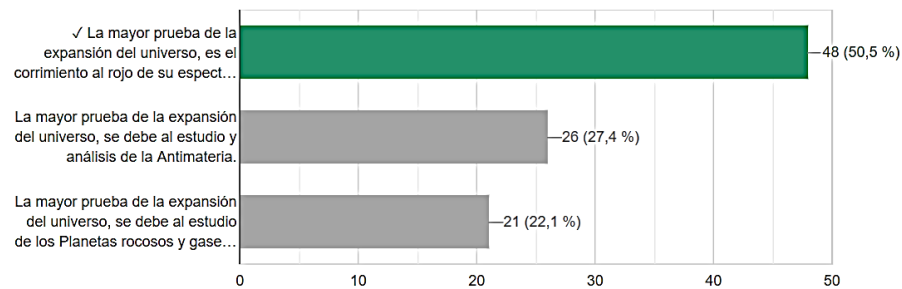


Además, se puede apreciar que la mayoría de las respuestas correctas proviene de los estudiantes que pertenecen a la Enseñanza media Polivalente (TP – HC)

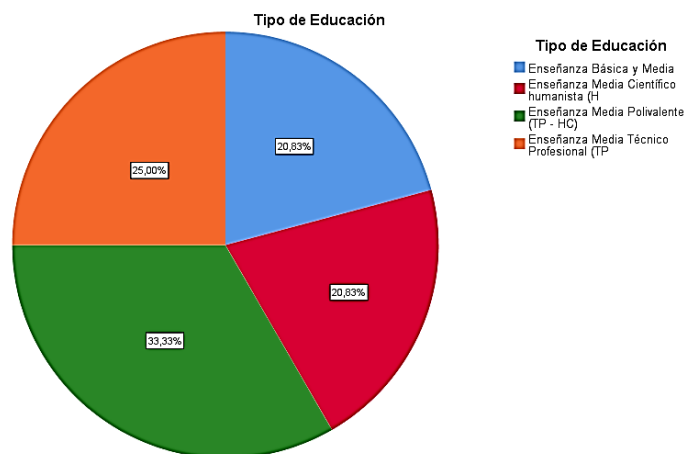
- (P-6) (GIA 6) ¿Qué pruebas hay de la expansión del universo?

¿Qué pruebas hay de la expansión del universo?

48 de 95 respuestas correctas



Se observa que la mayor tendencia (50,5%) en las respuestas tiene la percepción considerada correcta, también destaca que un porcentaje significativo (27,4 %), relaciona la Antimateria con la expansión del Universo, y el 22,1 % (porcentaje no menor), relaciona la expansión del Universo, con el estudio de los planetas.

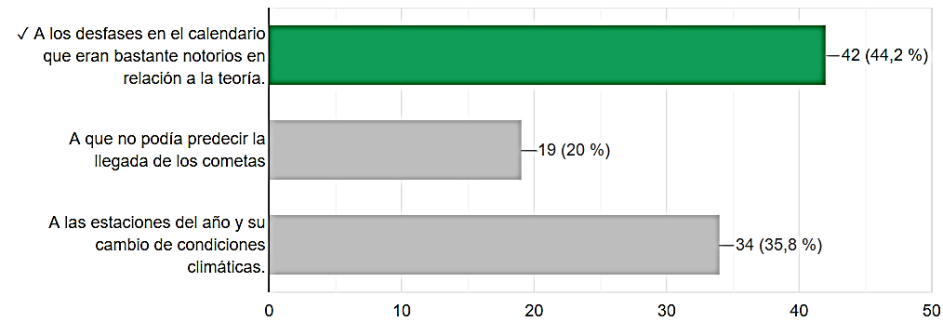


Además, se puede apreciar que la mayoría de las respuestas correctas, los estudiantes pertenecen a la Enseñanza media Polivalente (TP – HC), pero hay una cercanía muy estrecha con las respuestas correctas de parte de los distintos tipos de colegios/escuelas.

- (P-4) (GIA 1) ¿Cuáles son los principales hechos que pusieron en cuestionamiento el modelo geocéntrico de Ptolomeo?

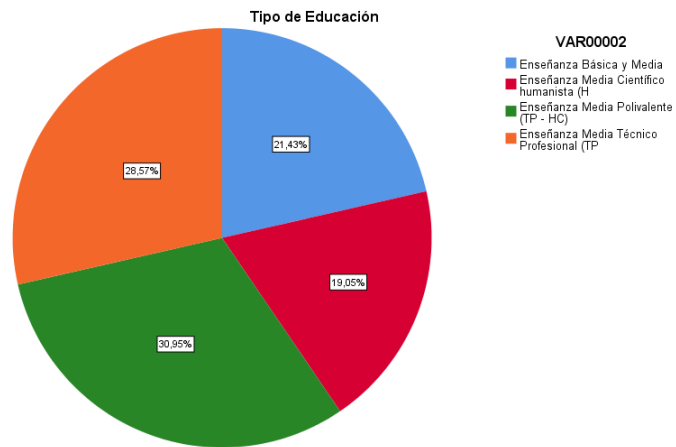
¿Cuáles son los principales hechos que pusieron en cuestionamiento el modelo geocéntrico de Ptolomeo?

42 de 95 respuestas correctas



Se observa que la mayor tendencia (44,2%) en las respuestas, tiene la percepción considerada correcta.

Aunque un porcentaje significativo (35,8%), asume que los modelos del movimiento planetario solo tienen relación con las estaciones del año.

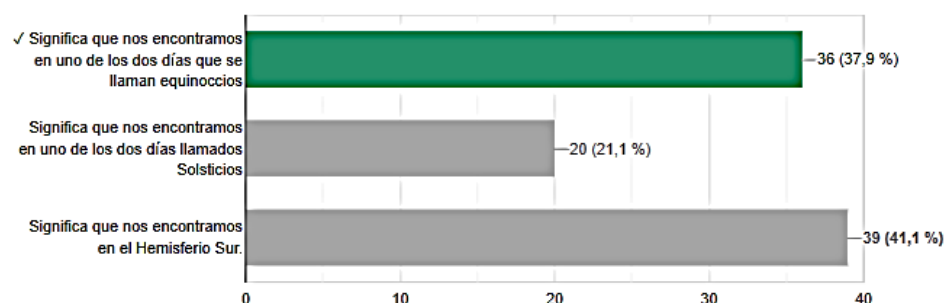


Se puede apreciar que la mayoría de las respuestas correctas, los estudiantes pertenecen a la Enseñanza media Polivalente (TP – HC), pero hay una cercanía muy estrecha con las respuestas correctas, de parte de la enseñanza media Técnico Profesional (TP).

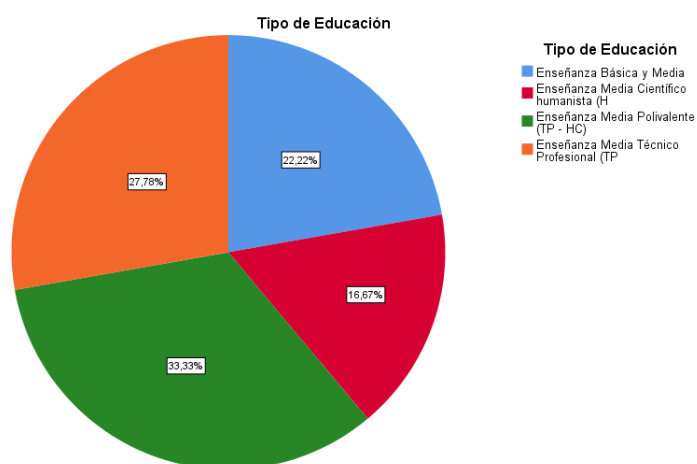
- (P-1) (GIA 2)Cuál es el significado de: “El Sol sale por el Este y se pone por el Oeste”?

Cuál es el significado de: "El Sol sale por el Este y se pone por el Oeste"?

36 de 95 respuestas correctas



Se observa que la mayor tendencia (41,1%) en las respuestas, asume que, por pertenecer al hemisferio Sur, el Sol siempre sale por el este y se pone por el Oeste, destaca que un porcentaje significativo (37,9 %), tiene una correcta percepción del camino trazado por el Sol durante el día, además el 21,1 % (porcentaje no menor), relaciona que el camino trazado por el Sol, cuando sale por el Este y se pone por el Oeste, está relacionado con los Solsticios.

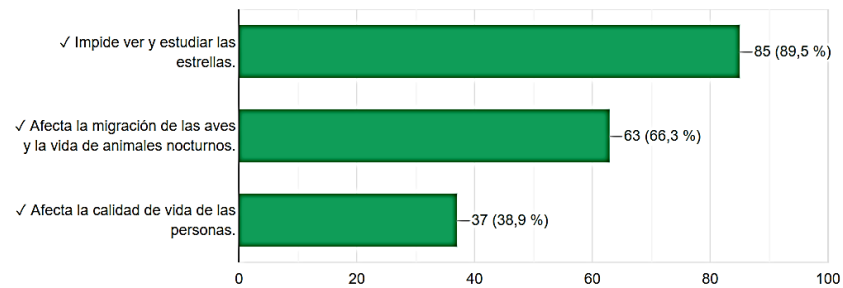


Además, se puede apreciar que la mayoría de las respuestas correctas, los estudiantes pertenecen a la Enseñanza media Polivalente (TP – HC).

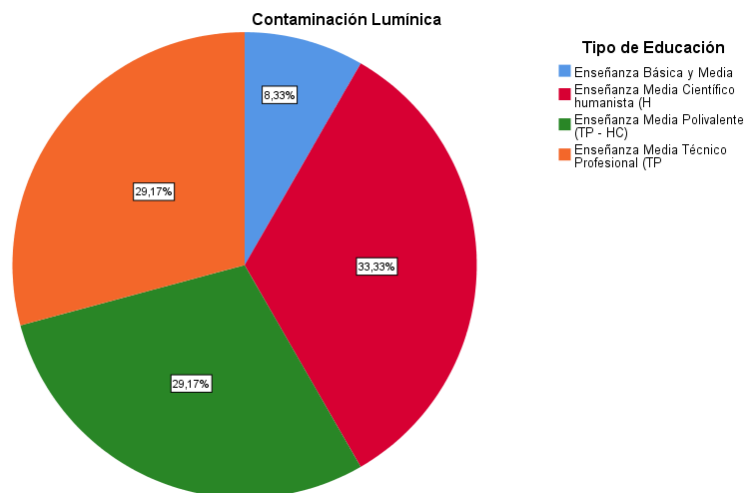
- (P-10) (GIA 11) Sobre la contaminación lumínica, se podría decir que:

Sobre la contaminación lumínica, se podría decir que; (puede marcar mas de una opción)

24 de 95 respuestas correctas



Se puede percibir que la mayoría de los encuestados (89,5) solo relacionan la contaminación lumínica con la observación astronómica, pero un porcentaje significativo de encuestados (66,3) considera la fauna silvestre nocturna, también se puede mencionar, que el menor porcentaje de encuestados considera el cómo ha afectado a la vida del ser humano la polución lumínica. cabe mencionar que solo el 25,3% de los estudiantes encuestados, consideraron las tres opciones sobre la contaminación lumínica.

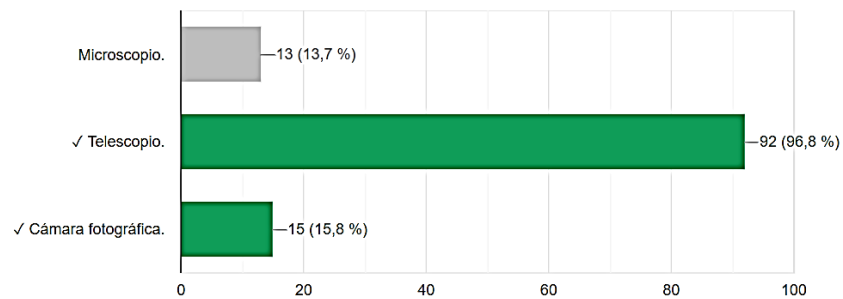


Destaca la cercanía porcentual de estudiantes que marcó las tres opciones sobre la contaminación lumínica, entre Enseñanza media HC, enseñanza media TP y enseñanza media Polivalente.

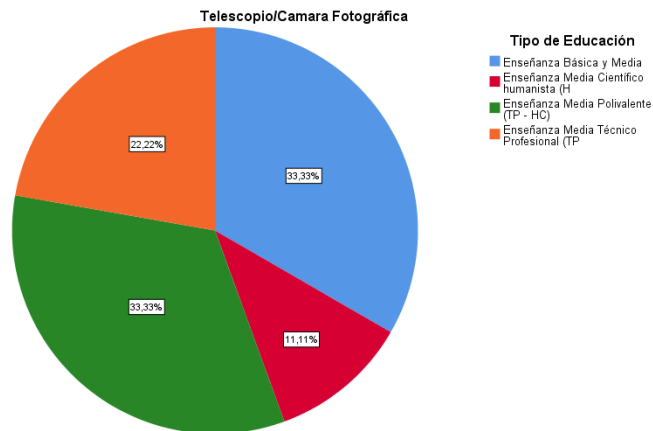
- (P-7) (GIA 5) ¿Qué instrumento es mejor para la observación y estudio del universo?

¿Qué instrumento es mejor para la observación y estudio del universo?(Puede escoger mas de una opción)

9 de 95 respuestas correctas



Se observa que la mayor tendencia (96,8%) en las respuestas, tiene la percepción de que solo el telescopio se utiliza para la observación y estudio del universo, y solo el 15,8 % toma en cuenta que la cámara fotográfica también cumple con el mismo propósito. cabe destacar que solo el 9,5 % de los estudiantes encuestados considero, tanto el telescopio como la cámara fotográfica como instrumentos para observación y estudio del universo.



Además, se puede apreciar que las respuestas consideradas correctas, los estudiantes de colegios/escuelas de enseñanza Básica-Media y los estudiantes de Enseñanza media Polivalente (TP-HC), poseen el mismo porcentaje.

CAPITULO VI: Conclusiones.

6.1 - CONCLUSIONES

Antes de dar cuenta de las conclusiones a las que se ha arribado, es conveniente advertir que, la investigación en las condiciones en que se realiza en este tiempo de pandemia debe superar múltiples barreras en el trabajo de campo, entre ellas, la principal dificultad es el acceso a las fuentes de información. De acuerdo con esto, ofrecemos esta salvaguarda de que lo que se indica está mediado, probablemente, por una falta de más amplitud y/o profundización de algunos de los temas.

El objetivo principal de esta investigación fue determinar: “**¿qué conocen profesores y estudiantes de atacama sobre las grandes ideas en astronomía?**”.

Para ello, fue necesario tomar prestados una serie de conceptos que nos permitieron darle un enfoque apropiado a la temática. En este sentido, corresponde mencionar nuevamente al autor Mauricio Arancibia, de quien se tomó la idea original [Alfabetización Astronómica] y al Profesor Mario Campos.

Esto nos permitió desarrollar la investigación adoptando la perspectiva mencionada, que anteriormente ha dado resultados que llamaron mucho mi atención.

Las grandes ideas de la astronomía nos han proporcionado una perspectiva única sobre nuestro lugar en el universo. Desde la expansión del universo hasta la existencia de otras galaxias y fenómenos cósmicos extremos, estas ideas nos han llevado a reevaluar nuestras creencias y a buscar un mayor entendimiento de los secretos del universo. La astronomía continuará desempeñando un papel fundamental en la expansión de nuestro conocimiento y en la búsqueda de respuestas a las preguntas más profundas sobre el origen y el destino del universo.

Por lo descrito anteriormente, puedo inferir que la Astronomía es una de las disciplinas más importantes para comprender la íntima relación entre los seres humanos, entre sí y con su entorno, y la evolución de las cosmovisiones que, a través de la historia y en todo el planeta, han construido las distintas culturas, desde el inicio de la especie hasta el presente. Así, la enseñanza de la astronomía, ya desde los primeros años de escolaridad es uno de los medios más ricos para educar

en la diversidad, en la belleza, en la solidaridad, en el sentirse parte del mundo natural, en la responsabilidad del cuidado del planeta, entre muchos otros aspectos, valores estos que si bien no son exclusivos de los primeros niveles educativos (Inicial y primario), es allí en donde deben iniciarse y fortalecerse, buscando luego dar continuidad a las acciones específicas de este campo a través de todo el proceso de educación formal y en la Cultura en general de la región.

Sin embargo, y en una época de tantos y tan profundos cambios en el Sistema Educativo, se evidencia claramente cierta desconexión entre las vivencias que los y las estudiantes tienen de los fenómenos del mundo natural al que pertenecen y las actividades que la escuela les ofrece para que comprendan mejor tales fenómenos. Nuestras evidencias así lo demuestran, primeramente, por el lugar que ocupa en el currículum, y luego en los niveles de conocimiento mostrado por los docentes y estudiantes.

En la información recopilada en esta investigación, destaca que el 89,1% de los docentes encuestados, tienen interés en recibir charlas periódicas sobre astronomía, y una de las respuestas más comunes es “Por qué es un área interesante.”. y el 54,7 % de los encuestados, está interesado en recibir charlas periódicas sobre astronomía, y una de las respuestas más comunes es “La Astronomía siempre me ha llamado la atención”.

Se menciona dado que esta parte está ligada con el cuarto objetivo específico de esta investigación (Conocer el grado de interés de aprendizaje referente al área de la astronomía, por parte de los docentes y estudiantes de la Región de Atacama).

En relación con la hipótesis que se planteó, la que señalaba que los estudiantes poseerían un bajo nivel de conocimientos relacionados con las grandes ideas de astronomía, y que estos se debería a que los docentes no incluirían el tema en sus cursos, debido -probablemente- al poco manejo de contenidos, se puede señalar que la normal obtenida de las respuestas recibidas, es que el 52 % de los estudiantes encuestados, poseen un nivel adecuado de conocimiento, con respecto a las 11 grandes ideas de la Astronomía, es por esto que se podría presentar una propuesta concreta en relación a la necesidad, de parte de los docentes, de poseer herramientas adecuadas y actualizadas para la enseñanza de la Astronomía con el fin de desarrollar a cabalidad esta temática en los distintos niveles educativos.

Igualmente, se infiere que habría interés en aprender y capacitarse, tanto profesores, como estudiantes, en el área de astronomía, en la región de Atacama. En cuanto a este supuesto, podemos indicar que, de los comentarios recogidos en la encuesta aplicada, se puede aprovechar enormemente el interés mostrado, y así, poder plantar una semilla hacia una educación en astronomía más coordinada y colaborativa, que permita un aprovechamiento cada vez más efectivo de esta ciencia como motor de desarrollo científico y tecnológico.

Finalmente, en lo que concierne los Objetivos generales, el primero que buscaba establecer el nivel de conocimientos sobre astronomía en docentes y estudiantes de la Región de Atacama, en relación con las 11 Grandes Ideas de Astronomía (GIA), tras el análisis de los resultados, destaca que los contenidos asociados con las GIA de: “el cielo nocturno”, “concepto básico de astronomía”, “cosmología” y “vida extraterrestre” (4, 5, 6, 10), son las que poseen mayor cantidad de respuestas correcta por parte de ambos grupos encuestados, además, los errores más comunes entre ambos grupos encuestados están relacionadas con GIA de: “fenómenos astronómicos cotidianos”, “polvo de estrellas” y “preservación de nuestro planeta” (2, 8, 11).

Se podría concluir que los docentes de la región de Atacama poseen un nivel “adecuado de conocimientos”, dado que presentaron 63,6 % de respuestas consideradas correctas, lo cual es favorable para la formación de futuros profesionales científicos.

Y, en lo que refiere el segundo objetivo general, que buscaba determinar el nivel de interés por aprender sobre el área de la Astronomía, se puede señalar que, como se menciona anteriormente, el 89,1% de los docentes encuestados, están interesados en actualizar y profundizar sus conocimientos relacionados con el área de la astronomía, lo cual es muy motivante, dado que da pie para la creación de seminarios y capacitaciones certificadas para los docentes de ciencias.

A raíz de lo dicho, hemos logrado identificar, en el análisis del currículo nacional, que este pone de manifiesto, que la enseñanza de la astronomía no contribuye a mejorar el aprendizaje, porque no tiene en cuenta las dificultades de los y las estudiantes y por ende no se adapta a ningún contexto. Lo cual colocare como uno de los grandes problemas a resolver tanto en lo inmediato como a futuro.

La transformación en el plan de estudios que estamos experimentando en la actualidad se originó en 2012. Dentro de las diversas opciones disponibles en el currículo actual, la adopción de un enfoque basado en competencias se destaca como una de las más beneficiosas. Este enfoque

busca promover un aprendizaje activo, poniendo al estudiante en el centro y orientándolo principalmente hacia la aplicación práctica en el ámbito profesional. Como resultado de un análisis del currículo nacional, se ha incorporado recientemente en nuestro país una nueva asignatura, Ciencias para la ciudadanía, con el objetivo de despertar el interés de los estudiantes por la ciencia. (decreto 876 exento), obligatoria para todo el alumnado de tercero y cuarto medio (Proyecto Final: Fundamento Nuevo Currículum 3° y 4° Medio, www.curriculumnacional.cl), de carácter divulgativo y con dos horas semanales, pero esta no contempla ningún tópico relacionado con la astronomía.

6.2. Proyecciones

La culminación de este informe de investigación abre diversas puertas de continuidad respecto a temas que se trataron de manera excesivamente superficial, o en su defecto no se trataron. Teniendo en cuenta todo lo antedicho, se abren nuevas líneas de investigación que se pueden explorar. En este sentido, resulta imprescindible la realización de un estudio cuali/cuanti que explore a fondo, conceptos previos y preconcepciones, además de origen. Asimismo, se podría proyectar una investigación sobre el uso y contenidos de los textos ministeriales otorgados por el ministerio de educación, para la educación regular (1° básico a 4° medio). Asimismo, se proyectaría una posible investigación, sobre astronomía observacional en docentes en formación inicial y así, generar proyectos orientados a esa arista, cuyo objetivo principal sería, que el profesorado al momento de enseñar algún tópico relacionado con la astronomía pueda realizar comparaciones de contenidos con experiencias personales de campamentos astronómicos.

Si bien este estudio se enfocó exclusivamente en estudiantes, de una franja etaria que va de los 16 a los 18 años, y de profesores de ciencias de enseñanza media, sería prudente trasladar esta investigación hacia otros sectores. Con esto nos referimos a personas de otras ciudades y de otras edades, con el objetivo de determinar si los resultados obtenidos serían los similares.

Complementariamente, se busca determinar el nivel de interés por aprender sobre el área de la Astronomía. Ambos, a partir de la evaluación de conocimientos y de interés, a fin de perfilar un conjunto de criterios para el diseño de formación docente y de un plan complementario de formación en el área.

Para futuras investigaciones abarcar las demás áreas del conocimiento de forma interdisciplinar y permitir que la astronomía sea el eje central en el aula, como mediador en el aprendizaje de los estudiantes.

Esta investigación no pretende ser totalmente concluyente y por el contrario se establece como un punto de partida para nuevos trabajos investigativos. En este sentido se considera como una exhortación a la discusión académica, constructiva, crítica y reflexiva, con la intención de crear nuevos conocimientos desde los colegios y universidades, y las investigaciones que sirvan como referente para la generación de nuevos planteamientos acorde a las necesidades relevantes en la comprensión adecuada de las dimensiones de las ciencias.

CAPITULO VII: Referencias.

7.1– Referencias Teóricas.

1. Araújo Avelino, M. C., & Ballesta Wolmark, M. (2019). Alfabetización científica: pensamiento y prácticas de enseñanza del profesorado de Física en el Bachillerato de Educación Secundaria en Uruguay. Avances en la enseñanza de la Física. Revista del Departamento Académico de Física.
2. Bocanegra Caro, G. (2018). La astronomía como recurso de aprendizaje interdisciplinar en la escuela para el grado quinto.
3. Aguirre, C & Vázquez, A. (2004). Consideraciones generales sobre la alfabetización científica en los museos de la ciencia como espacios educativos no formales”, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. Vol. 3 N° 3.
4. Álvarez, Sergio & Farias, Claudia & Viscarra, Fernanda & Muñoz, Nahir & Piñones-Tapia, Daniel. (2019). Explorando el cielo del norte de Chile, guía para la indagación astronómica escolar.
5. Anker, R. (1997), “La segregación profesional entre hombres y mujeres. Repaso de las teorías”. Revista Internacional del Trabajo, Vol. 116, Número 3, Ginebra
6. Antonia Larrain S. (2009), EL ROL DE LA ARGUMENTACIÓN EN LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA. [PDF]
7. Araújo Avelino, M. C., & Ballesta Wolmark, M. (2019). Alfabetización científica: pensamiento y prácticas de enseñanza del profesorado de Física en el Bachillerato de Educación Secundaria en Uruguay. Avances en la enseñanza de la Física. Revista del Departamento Académico de Física.
8. Arteaga Valdés, E., Armada Arteaga, L., & Del Sol Martínez, J. L. (2016). La enseñanza de las ciencias en el nuevo milenio. Retos y sugerencias. Revista Universidad y Sociedad, 8(1), 169-176.

9. Astromía. (n.d.). Cosmología. <https://www.astromia.com/glosario/cosmologia.htm>
10. Ausubel, D., Novak, J. Y. H. H., & Hanesian, H. (1976). Significado y aprendizaje significativo. *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*, 1(2), 53-106.
11. Berlien, K., Varela, P., Robayo, C. (2016). Realidad nacional en formación y promoción de mujeres científicas en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Santiago: CONICYT.
12. Bernasconi, A. (2008). La profesionalización de la academia en Chile. *Calidad en la Educación*, (28), 15-27.
13. BIBLIOTECA NACIONAL DE CHILE. Astronomía en Chile (1849- 2010). Memoria Chilena. Disponible en <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-100576.html>.
14. Boletín del museo chileno de arte precolombino vol. 21, no 2, 2016, pp. 81-100, santiago de chile issn 0716-1530
15. Botteri, G., & Casazza, R. (2015). El sistema astronómico de Aristóteles. Una interpretación.
16. Bravo, G., & Diana, Y. (2021). Evaluación del Texto Escolar de la asignatura Biología de primer año medio como recurso didáctico para el desarrollo de Competencias Científicas en los estudiantes.
17. Bunge, M. (1960). La ciencia. Su método y su filosofía, 22, 6-23.
18. Bunge, M. A. (2017). El planteamiento científico. *Revista cubana de salud pública*, 43(3), 1-29.
19. Cabrera, G. A., & Gómez, L. M. (2008). Factores asociados al consumo de frutas y verduras en población adulta. *Revista de Salud Pública*, 10(5), 796–808. <https://www.scielo.org/pdf/rsap/v10n5/v10n5a15.pdf>
20. Camargo, M. C. F. M. (2004). Las necesidades de formación permanente del docente. *Educación y educadores*, 7, 79-112.

21. Camilloni, A. R. (Ed.). (2001). Los obstáculos epistemológicos en la enseñanza. Barcelona: Gedisa.
22. Camino, N. (1995). Ideas previas y cambio conceptual en astronomía. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de luna. Enseñanza de las ciencias.
23. Camino, N. (1999). Sobre la didáctica de la astronomía y su inserción en EGB. Enseñar ciencias naturales, 143-173.
24. Castro Henriques, M. (2013). Bernard Lonergan y la alfabetización científica. Argumentos de Razón Técnica, 2013,(16): 55-73.
25. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT). (2017, agosto 11). Posicionando a Chile como líder mundial en educación en astronomía. <https://www.conicyt.cl/astronomia/2017/08/11/posicionando-a-chile-como-lider-mundial-en-educacion-en-astronomia/>
26. Contreras, J., Venega, C., Mardones, M., Fuentes, c. & Sellés, D. El cerro Santa Lucía o Huelén. Hacia la integración del patrimonio histórico y geológico en el centro de Santiago, Región Metropolitana de Chile. I Simposio de Geoparques y Geoturismo en Chile.
27. De Biasi, M. S., & Orellana, R. B. (2012). Capacitación a docentes de nivel primario y secundario de La Plata en temas de Astronomía. ExT: Revista de Extensión de la UNC, 2(2).
28. De Biasi, M. S., Orellana, R. B., Escapil, A., & Olaizola, E. (2015). Alfabetización en astronomía de docentes de educación primaria, secundaria y adultos de la región de La Plata. In IV Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales 28-30 de octubre de 2015 Ensenada, Argentina. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Departamento de Ciencias Exactas y Naturales.
29. De Desarrollo–CINDA, C. I., & CHILENAS, G. O. D. U. (2010). Diseño curricular basado en competencias y aseguramiento de la calidad en la educación superior. Recuperado de: http://aula.virtual.ucv.cl/aula_virtual/cinda/cdlibros/39-Dise%C3%B1o, 20.

30. Dewey, J. (1995). Democracia y educación: una introducción a la filosofía de la educación. Ediciones Morata.
31. Díaz Barriga, Á. (2005). El profesor de educación superior frente a las demandas de los nuevos debates educativos. *Perfiles educativos*, 27(108), 9-30.
32. Díaz, J. A. A., ALONSO, A. V., & MAS, M. A. M. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 2(2), 80-111.
33. Dietrich, L. (Febrero de 2016). De la química a la astrofísica moderna. *Investigación y ciencia*.
34. Dumrauf, A. G., Cordero, S., & Camino, N. (2018). Fundamentos para una didáctica de la astronomía vivencialmente significativa.
35. Espinoza Freire, E. E., & Campuzano Vásquez, J. A. (2019). La formación por competencias de los docentes de educación básica y media. *Conrado*, 15(67), 250-258.
36. Explora Antofagasta. (2020). Desierto de Atacama: un laboratorio natural propicio para el estudio de la astronomía y la geología. <https://www.explora.cl/antofagasta/desierto-de-atacama-un-laboratorio-natural-propicio-para-el-estudio-de-la-astronomia-y-la-geologia>
37. Explora. (2020). El rol protagónico de Chile en la astronomía internacional. <https://www.explora.cl/blog/el-rol-protagonico-de-chile-en-la-astronomia-internacional/>
38. Feinstein, A. (1994). Una visita al universo conocido. Ediciones Colihue SRL.
39. Ferris, T. (1988). La evolución de los átomos y de las estrellas. En T. Ferris, *La aventura del universo*. Nueva York: William Morrow and company.
40. Fog, L. (2004). Comunicación de la ciencia e inclusión social. *Quark*, 36-41.
41. Fu, R. R. (2016). Las estrellas a través de las araucarias: La etnoastronomía Mapuche-Pewenche. *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino*, 21(2), 81-100.

42. Furman, M. (2004). Alfabetización científica: cómo, cuándo y por qué. Educ. ar. Portal Educativo del Estado.
43. Gallina, A., Capecchi, V., Jover, J. N., & Arriete, L. F. M. (2007). Innovaciones creativas y desarrollo humano.
44. Gama, L. D., & Henrique, A. B. (2010). Astronomia na sala de aula: por quê?. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia, (9), 7-15.
45. Gangui, A. (2007). Los científicos y la alfabetización en astronomía.
46. Gangui, A., Iglesias, M., & Quinteros, C. (2008). Diagnóstico situacional de los docentes de primaria en formación sobre algunos fenómenos astronómicos. In Memorias del I Congreso Internacional de Didácticas Específicas.
47. Gangui, A., Iglesias, M., & Quinteros, C. P. (2007). Alfabetización científica: la astronomía en la escuela.
48. Gangui, A., Iglesias, M., & Quinteros, C. P. (2007). Alfabetización científica: la astronomía en la escuela.
49. Gangui, Alejandro. (2006). Los científicos y la alfabetización en astronomía.
50. Gérard Foure (2005). Alfabetización Científica y Tecnológica: Acerca de las Finalidades de la enseñanza de las ciencias.
51. Gil, D., & Vilches, A. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI: obstáculos y propuestas de actuación. Revista Investigación en la Escuela, 43, 27-37.
52. Gil, D., & Vilches, A. (2004). La contribución de la ciencia a la cultura ciudadana. Cultura y Educación, 16(3), 259-272. de Acedo Lizarraga, M. L. S. (2010). Competencias cognitivas en educación superior (Vol. 25). Narcea Ediciones.
53. Girola, R. S., Santos, M. S., & Cabezas O, D. A. (2011). Cuando la astronomía integra los conceptos de biología y química: Un juego constructivo de cooperación, comunicación e interacción. Rio de Janeiro: I Simpósio Nacional de Educação em Astronomia.

54. Gomez, M. J. C. (2017). La formación continua en el contexto de reforma educativa chilena: los programas ofrecidos por el CPEIP a los profesores de historia y ciencias sociales de educación media para enfrentar la reforma curricular (1998-2010): su contexto, diseño, implementación y resultados (Doctoral dissertation, Pontificia Universidad Católica de Chile (Chile)).
55. González Weil, C., Martínez Larraín, M. T., Martínez Galaz, C., Cuevas Solís, K., & Muñoz Concha, L. (2009). La educación científica como apoyo a la movilidad social: desafíos en torno al rol del profesor secundario en la implementación de la indagación científica como enfoque pedagógico. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 35(1), 63-78.
56. Gordo Antoñana, B., Juárez Navas, A. M., Puerta Cirre, J. M., Rubio Menoyo, P., & Ureña Pozo, E. (2003). Alfabetización científica-tecnológica de estudiantes en secundaria utilizando las tecnologías de la información y de la comunicación.
57. Graciela María Patricia Velázquez (2004). *Ciencia, Tecnología y Sociedad. El aporte de la investigación científica en América Latina*.
58. Gutiérrez, H. C. (2021). *El proyecto de Aula: El aula como un sistema de investigación y construcción de conocimiento*. Magisterio.
59. Honorato-Errázuriz, M. J. (2020). Nuevo currículum de 3° y 4° medio: formando ciudadanos para el siglo XXI. *Revista Saberes Educativos*, (4), 05-12.
60. Iglesias, M., Quinteros, C., & Gangui, A. (2007). Astronomía en la escuela: situación actual y perspectivas futuras. *Actas de la XV Reunión Nacional de Educación en la Física*, 68-80.
61. Instituto para el Futuro de la Educación. (2017). ¿Por qué enseñar astronomía debería ser una prioridad en la educación? Observatorio | Instituto para el Futuro de la Educación. <https://observatorio.tec.mx>
62. Jarpa Riquelme, P. A., & Mori Levio, J. A. (2015). La gestión del capital humano avanzado en Chile: rol de Conicyt (Doctoral dissertation, Universidad Academia de Humanismo Cristiano).

63. João Retrê (2020) Office of Astronomy for Education (OAE). Grandes ideas en la enseñanza de la astronomía (versión 2.0). https://www.astro4edu.org/media/bigideas_images/Big_Ideas_V2.0_ES.pdf
64. Kaufman, M. (1995). Huertos, y más huertos. Investigando en la escuela infantil. Investigación en la Escuela, (25), 87-100.
65. La Astronomía y su Enseñanza en la Educación Secundaria - Apuntes del curso de actualización docente (Observatorio Astronómico de Córdoba Universidad Nacional de Córdoba)
66. Langui, R., & Nardi, R. (2012). Educacao em astronomia. Repensando a formacao de professores. Sao Paulo: Escrituras.
67. Latorre Latorre, Á., & Sanfélix Yuste, F. (2000). Alfabetización científico-tecnológica en estudiantes de secundaria y universidad: un análisis experimental. Enseñanza de las Ciencias, 18(1), 055-69.
68. Lelliott, A., & Rollnick, M. (2009). Big Ideas: A review of astronomy education research 1974–2008. International Journal of Science Education, 32(13), 1771–1799.
69. Levy, D. H., Bargalló, D., & Burnham, R. (1996). Observar el cielo. Planeta.
70. Mauricio Arancibia • Manuel Pinochet, Profesor Guía: Pablo Malhue-Campusano (2021) ALFABETIZACIÓN ASTRONÓMICA: ¿QUÉ CONOCEN LAS Y LOS ADOLESCENTES DE LA PROVINCIA DE SAN ANTONIO SOBRE LAS GRANDES IDEAS EN ASTRONOMÍA?, Revista de investigaciones escolares “Brotes Científicos”. Vol. 5 N° 1
71. Meléndez, J. (2002). Astronomía: Ciencia interdisciplinaria. Boletín Consejo Superior de Investigaciones (CSI). Boletín, 45, 4-6.
72. Ministerio de Educación de Chile. (2015). Bases Curriculares de Ciencias Naturales: 7° básico a 2° medio. Santiago, Chile: Unidad de Currículum y Evaluación. <https://www.curriculumnacional.cl>

73. Ministerio de Educación de Chile. (2018). Bases Curriculares de Ciencias Naturales: Primero a Sexto Básico. Santiago, Chile: Unidad de Currículum y Evaluación.
<https://www.curriculumnacional.cl>
74. Ministerio de Educación de Chile. (n.d.). Currículum Nacional.
<https://www.curriculumnacional.cl/docentes/>
75. Ministerio de Educación de Chile. (n.d.). Programa HC Física. Currículum Nacional.
<https://www.curriculumnacional.cl/docentes/Diferenciado-Humanista-Cientifico/Ciencias/Fisica/140140:Programa-HC-Fisica>
76. Mora Otárola, B. D. J. (2015). Un Zoom al sistema solar; descubriendo las fracciones.
77. Moreira, M. A., Caballero, M. C., & Rodríguez, M. L. (1997). Aprendizaje significativo: un concepto subyacente. Actas del encuentro internacional sobre el aprendizaje significativo, 19(44), 1-16.
78. Mujica-Johnson, F. N. (2020). Análisis crítico del currículo escolar en Chile en función de la justicia social. Revista Electrónica Educare, 24(1), 472-485.
79. Negro, E. B. R. PROPUESTAS DIDÁCTICAS PARA LA ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA.
80. Neto, M., & Sèves, B. (2018). La construcción del conocimiento astronómico en Chile: Historia, nudos críticos y desafíos.
81. North, J. D. (1994). Historia Fontana de la Astronomía y la Cosmología. México: Fondo de cultura económica.
82. Nova, A. P., Huanquimilla, C. C., Vázquez, L. K., Lagos, P., & Bustamante, M. (2019). Política de textos escolares en Chile: Criterios de elegibilidad y consideraciones didácticas. Opción: Revista de Ciencias Humanas y Sociales, (90), 41-82.
83. Oficina de la Protección de la Calidad del Cielo del Norte de Chile [OPCC], (2019). Cielos de Chile.

84. Palmero, M. L. R., & Palmero, M. L. R. (2008). La teoría del aprendizaje significativo en la perspectiva de la psicología cognitiva (pp. 7-45). Editorial Octaedro.
85. Palomar Fons, R. (2013). Enseñanza y aprendizaje de la astronomía en el bachillerato.
86. Palomar Fons, R., & Solbes Matarredona, J. (2015). Evaluación de una propuesta para la enseñanza y el aprendizaje de la astronomía en secundaria. *Ensenanza de las Ciencias*, 2015, vol. 33, num. 2, p. 91-111.
87. Palomar Fons, Rafael (2001). Enseñanza de la astronomía en el Bachillerato.
88. Paolantonio, S., & Pintado, O. I. (2006). Astronomía en la escuela: Medición de la distancia Tierra-Luna. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, (3), 7-18.
89. Paolantonio, S., & Pintado, O. I. (2006). Astronomía en la escuela: Medición de la distancia Tierra-Luna. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, (3), 7-18.
90. Pérez, C. A., & Moliní, A. M. V. (2004). Consideraciones generales sobre la alfabetización científica en los museos de la ciencia como espacios educativos no formales. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 3(3), 339-362.
91. Plummer, J. D., & Krajcik, J. (2010). Building a learning progression for celestial motion: Elementary levels from an earth-based perspective. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(7), 768–787.
92. Polanco Erazo, Y. (2017). Enseñanza de astronomía estelar a docentes en formación en Ciencias Naturales (Doctoral dissertation).
93. Programa FG: Ciencias para la ciudadanía - Aprendo en Línea - DOCENTE. Currículum Nacional. Mineduc. Gobierno de Chile Chile (curriculumnacional.cl)
94. Psicología y Mente. (n.d.). Índice de desarrollo humano. <https://psicologiaymente.com/cultura/indice-desarrollo-humano>

95. Ramírez-Errázuriz, V., & Leyton-Alvarado, P. (2020). Benjamín Vicuña Mackenna y la ciencia: defensor de la astronomía popular en Chile a finales del siglo XIX. *Historia y sociedad*, (38), 71-102.
96. Retrê, J. Russo, S & Schrier, W (2019). *Big Ideas in Astronomy. A Proposed Definition of Astronomy Literacy*. International Astronomical Union. 68pp.
97. RUIZ, M. T. (2021). Chile: Una ventana al universo. *Laboratorios naturales en Chile/Natural Laboratories in Chile*.
98. Ruiz, M., Montenegro, M., Meneses, A., & Venegas, A. (2016). Oportunidades para aprender ciencias en el currículo chileno: contenidos y habilidades en educación primaria. *Perfiles educativos*, 38(153), 16-33.
99. Sasserón, L. (2011). Alfabetização científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na estruturação do ensino da Física. En *Ensino de Física*. Sao Paulo: Cengage Learning Edições Ltda.
100. Sepúlveda Soto, A. (2013). *Bases de Astrofísica*. Medellín: Universidad de Antioquia.
101. Solbes, J., & Palomar, R. (2013). ¿Por qué resulta tan difícil la comprensión de la astronomía a los estudiantes? *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*.
102. Sophimania. (2009, septiembre). Jorge Meléndez: El astrónomo peruano que busca planetas habitables. *Sophimania Blog*. <https://sophimania.blogspot.com/2009/09/jorge-melendez-el-astronomo-peruano-que.html>
103. Symmes Coll, C., & Faure, A. (2023). " Editar" un proyecto de democratización cultural: contenidos, materialidades y decisiones editoriales en Quimantú (1971-1973). *Divergencia*, 21(21).
104. Tignanelli, H. (2004). *Divulgación de la astronomía y educación por el arte*.
105. Tignanelli, H. (2004). *Divulgación de la astronomía y educación por el arte*.

106. Torrente Díaz, M. T., & Guevara Calderón, W. A. (2014). DISEÑO, SISTEMATIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE SITUACIONES PROBLEMATIZADORAS PARA EL DESARROLLO DE HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO, ELABORADAS POR DOCENTES EN FORMACIÓN DE UN CURSO DE DIDÁCTICA DE LA UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA).
107. Torres, Miguel (2006). Una visión renovadora del desarrollo en América Latina.
108. Universidad Católica del Maule. (n.d.). Pedagogía en Educación General Básica con mención – Talca. Portal UCM. <https://portal.ucm.cl/carreras/pedagogia-educacion-general-basica-mencion-talca>
109. Vernal Vilicic, T. P. (2014). Divulgación y valoración de las potencialidades astronómicas en Antofagasta, Chile: el rol de medios de comunicación, científicos, instituciones sociales, políticos y educadores (Doctoral dissertation, Universitat Pompeu Fabra).
110. Vernal, T. (2015). La comunicación científica para el desarrollo cultural y económico: el caso de las potencialidades astronómicas de la Región de Antofagasta en Chile. Cuadernos. info, (37), 213-224.
111. Vernal, Teresa. (2015). La comunicación científica para el desarrollo cultural y económico: El caso de las potencialidades astronómicas de la Región de
112. Vidal-Moscato, D., & Manriquez-López, L. (2016). El docente como mediador de la comprensión lectora en universitarios. Revista de la educación superior, 45(177), 95-118.
113. Zully, C. 2007. Conocimiento escolar construido a partir del interés del estudiante para comprender su mundo. Nodos y Nudos. Universidad Pedagógica Nacional Vol. 3 Núm. 23.

CAPITULO VIII: Anexos.

En los apartados 8.1 y 8.2, muestra los instrumentos aplicados a los estudiantes y profesores de la región de Atacama, los cuales fueron revisados y validados por los profesionales Daniela Fernández Rosso (Licenciada en Astronomía) Paul Palma Gálvez (Magister en gestión educativa y proyectos), Leandro Núñez Arratia (Doctor en física), Alfredo Navarro Lisboa (Magister en enseñanza de las ciencias) y Javier Vergara (Doctor en currículo). Además, se aplicaron a un grupo de prueba arrojando un

8.1 - Instrumento aplicado a docentes.

Objetivo
Establecer el nivel de conocimiento sobre las 11 Ideas-GIA, en docentes de ciencia de enseñanza básica y media de Atacama.
Tipo de Financiamiento del Colegio o Escuela en el que trabaja * ☐ Municipal ☐ Particular ☐ Particular Subvencionado ☐ Universidad ☐ Otro: _____

Tipo de Educación que entrega el Colegio o Escuela en la que trabaja *

- ☐ Enseñanza Básica
- ☐ Enseñanza Básica y Media
- ☐ Enseñanza Media Técnico Profesional (TP)
- ☐ Enseñanza Media Científico Humanista (HC)
- ☐ Enseñanza Media Polivalente (TP - HC)
- ☐ Otro: _____

Comuna a la que pertenece el establecimiento en el que trabaja. *

Tu respuesta _____

Esta interesado en recibir capacitaciones periódicas sobre Astronomía *

- ☐ Si
- ☐ No

Explicar la razón de la respuesta anterior (opcional)

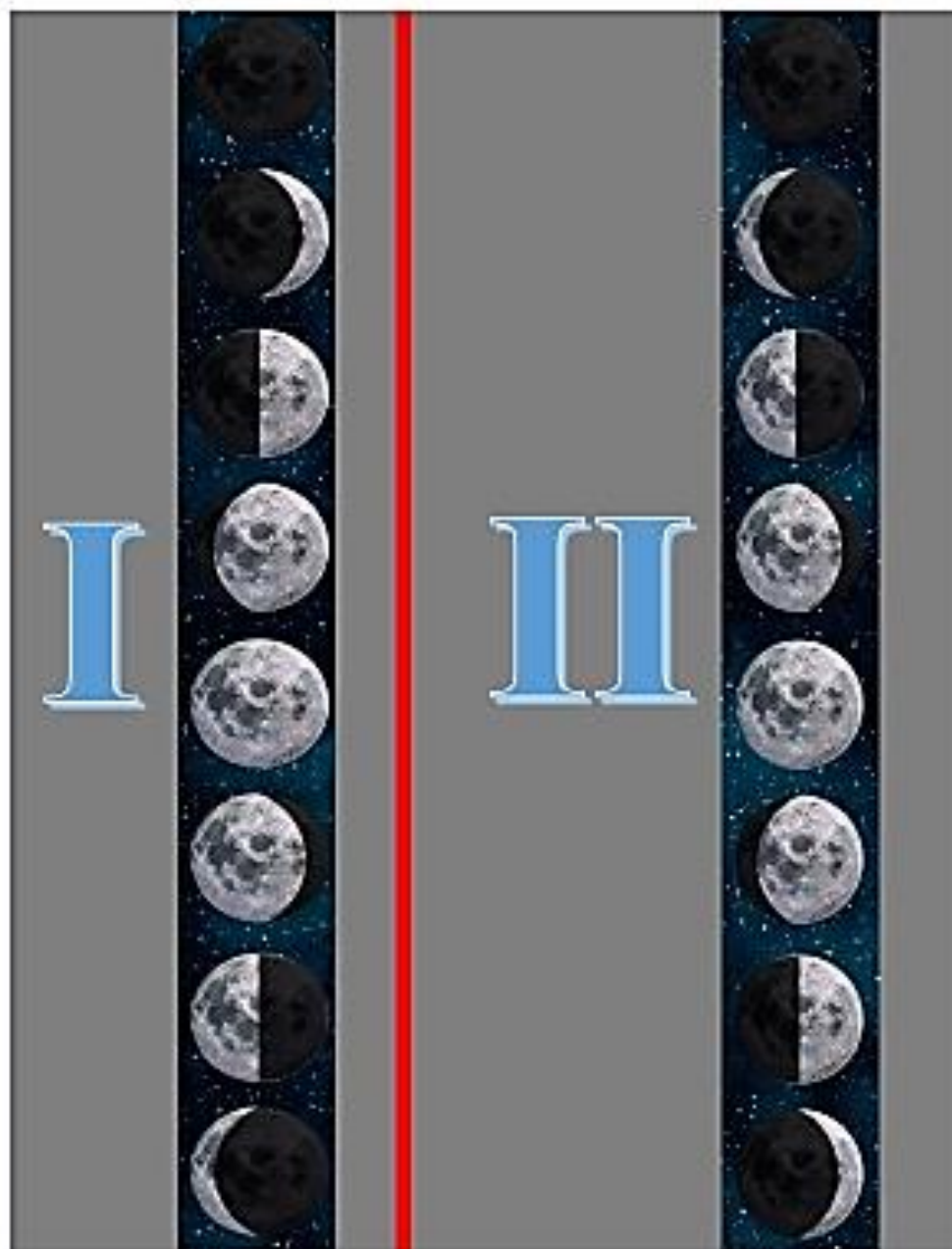
Tu respuesta _____

Cuestionario

¿Cómo se explican las observaciones del universo, a partir del modelo de Ptolomeo? *

- ☐ Observó el movimiento de las esferas del Sol, la Luna y los Planetas y se percató que el universo está en expansión acelerada.
- ☐ Observó el movimiento de los Planetas, y utilizó combinaciones de movimientos elípticos.
- ☐ Basado en sus observaciones de los equinoccios y los solsticios, Ptolomeo encontró la duración de las estaciones y, basándose en ello, propuso un modelo sencillo para el Sol, que era un movimiento circular con velocidad angular uniforme

¿Cuál de las siguientes secuencia de figuras, representa las fases lunares en nuestro país? *



- ☐ Secuencia de Figuras I
- ☐ Secuencia de Figuras II
- ☐ Ninguna de las anteriores

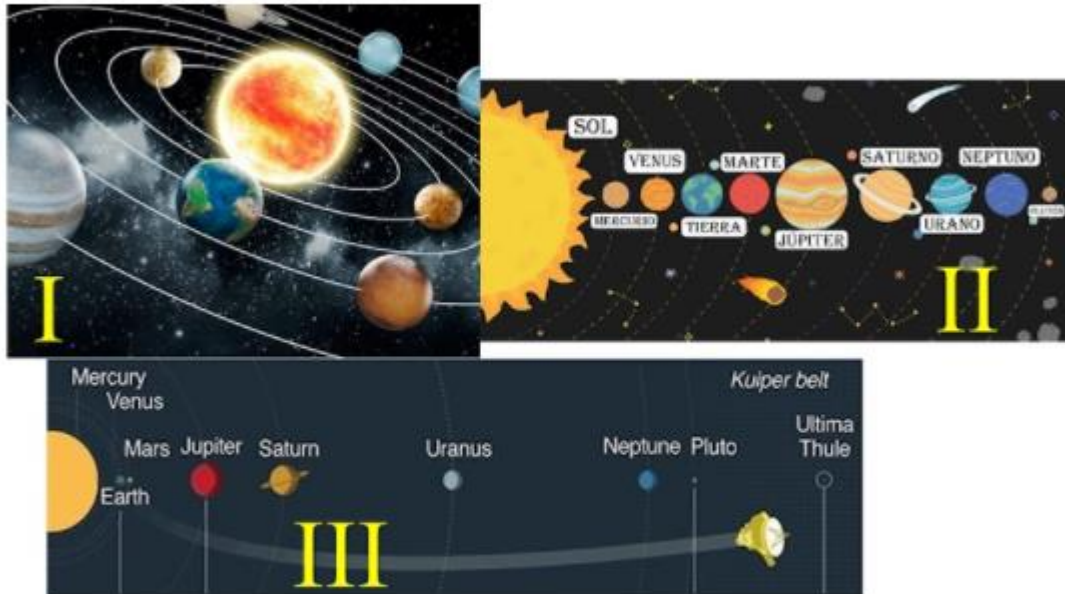
Previamente existió el modelo Geocéntrico de Ptolomeo, que fue la visión del universo predominante, hasta el siglo XVI, cuando fue reemplazado por la teoría Heliocéntrica de Copérnico ¿Por qué costó adoptar el modelo heliocéntrico? *

- ☐ No aceptaban el modelo Heliocéntrico porque: Las posturas con respecto al movimiento de la Tierra habían sido descritas por Aristóteles y no se discutía sobre su veracidad.
- ☐ No aceptaban el modelo Heliocéntrico, debido a que el modelo de Brahe tenía mayor aceptación, dentro de la comunidad científica.
- ☐ Fue aceptado inmediatamente, debido a su gran originalidad de cosmovisión.

A partir de las observaciones de la Vía Láctea ¿Cómo se llega al concepto de galaxia? *

- ☐ El concepto de galaxia, nace a partir de la observación de una franja lechosa en el cielo, correspondiente al plano de la Vía Láctea.
- ☐ El concepto de galaxia, nace a partir de la observación de las fases de la luna y el camino recorrido por el Sol.
- ☐ El concepto de galaxia, nace a partir de la observación de los planetas extrasolares o exoplanetas.

¿Cuál de los siguientes dibujos, se asemeja a escala, las distancias orbitales del sistema solar? *



- ☐ Figura I
- ☐ Figura II
- ☐ Figura III

De acuerdo a sus saberes con respecto al crecimiento del conocimiento astronómico ¿Conoce y explica la influencia que ha tenido el desarrollo de la técnica en la astronomía y como ha influenciado en la tecnología utilizada en nuestra sociedad? *

- ☐ La conozco y la explico
- ☐ La conozco, pero no la explico
- ☐ No conozco la relación entre astronomía y tecnología

¿Qué es la evolución estelar? *

- ☐ Es el cambio gradual de las fases aparentes de Venus.
- ☐ Es la secuencia de cambios que experimenta una estrella.
- ☐ Es la prueba de que las estrellas del cielo son estables y permanente.

¿Teóricamente, cuándo las estrellas serían capaces de sintetizar los elementos más pesados? *

- ☐ Teóricamente los elementos mas pesados, se sintetizan cuando una Estrella disminuye su tamaño y se convierte en enana blanca
- ☐ Según la Teoría los elementos mas pesados, se sintetizan, un poco después del Big Bang, debido a que protones y neutrones primordiales fueron capaces de unirse debido a las reacciones internas, como la fusión.
- ☐ Teóricamente los elementos mas pesados, se sintetizan al ocurrir una Supernova.

De acuerdo a la teoría del Big Bang, ¿Cómo se concibe la materia, el espacio y el tiempo? *

- ☐ Es la teoría que da el punto inicial en la que se formó la materia, el espacio y el tiempo.
- ☐ Es la teoría que se refiere a una gran explosión en un espacio ya existente.
- ☐ Es la teoría que postula una gran explosión y expansión de la materia que se aleja por un universo vacío.

¿De dónde nace la idea o concepto de materia oscura? *

- ☐ La materia oscura fue propuesta, ante la evidencia de una "masa no visible" que influye en las velocidades orbitales de los cúmulos en las galaxias.
- ☐ Nace de la idea de la energía responsable de la expansión acelerada del universo.
- ☐ Es una forma de materia menos frecuente que está constituida por antipartículas, en contraposición a la materia común

¿De dónde nace la idea o concepto de energía oscura? *

- ☐ Nace para explicar la energía cósmica sutil (ECOS) es "la energía de la fuerza vital, infinita, sin dimensiones, sin una dirección precisa que fluye a través de nosotros y a través de los espacios de las moléculas de nuestro cuerpo".
- ☐ Nace como una respuesta a la observación de la expansión acelerada del Universo, donde ésta actúa como una presión.
- ☐ Nace para tratar de explicar una forma de energía menos frecuente que está constituida por antipartículas, en contraposición a la materia común

¿Qué indican las observaciones cosmológicas actuales sobre el Universo? *

- ☐ Las observaciones cosmológicas actuales, guían la especulación teórica alrededor del origen, evolución y composición del universo.
- ☐ Las observaciones cosmológicas actuales, indican el periodo anterior al Big-Bang y como la anti-energía dio origen al universo.
- ☐ Las observaciones cosmológicas actuales, nos señalan cómo el universo se está encogiéndose y el cómo se componen los taquiones.

Hoy, de vez en cuando saltan a los titulares instituciones educativas de prestigio que deciden acoger u organizar cursos y congresos dedicados a la astrología, no desde un punto de vista histórico y crítico, sino para la promoción de sus prácticas adivinatorias. En base al conocimiento que posee en Astronomía ¿Se descartaría la astrología como ciencia? *

- ☐ Si, porque carece de rigor, base y sustento científico, que otras ciencias poseen.
- ☐ No, porque es la ciencia que estudia la acción de los cuerpos celestes sobre los objetos animados.
- ☐ No se descarta, porque la astrología, complementa la astronomía.

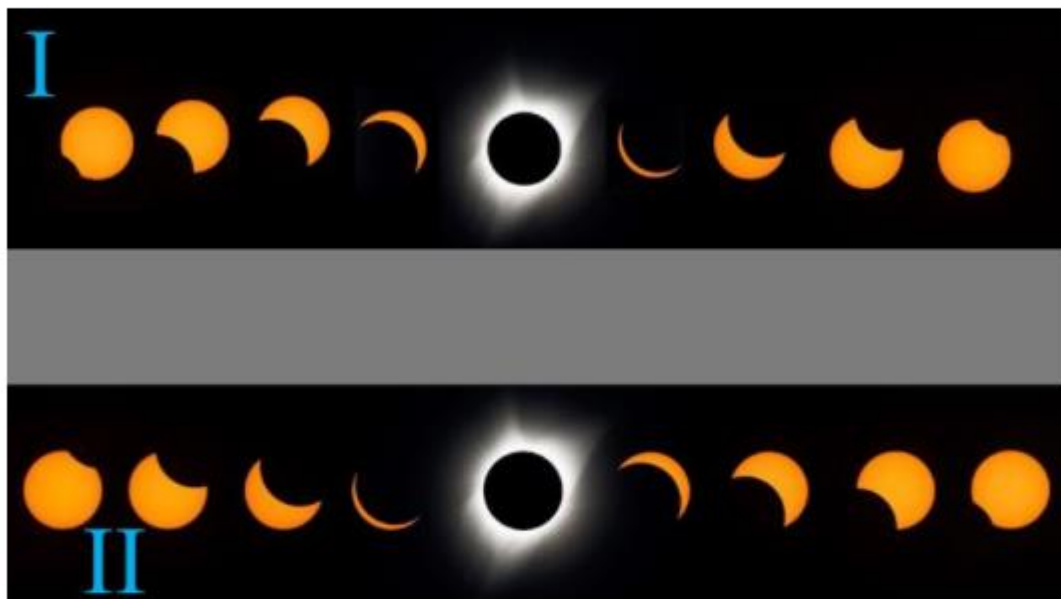
¿Cuál es la definición de Biomarcador? *

- ☐ Se puede definir como una sustancia, compuesto químico o patrón cuyo origen requiere específicamente la presencia de vida.
- ☐ Se puede definir como la presencia de vida inteligente en otros planetas.
- ☐ Se puede definir como el paso de los OVNI's, por nuestro planeta

¿Cuál de los siguientes postulados se considera correcto, en relación con la astronomía? *

- ☐ El Sol es una estrella ubicada al centro de la Via Lactea.
- ☐ El vislumbrar el movimiento del Sol y los planetas fue uno de los primeros intentos de comprender nuestro entorno
- ☐ La astronomía, como método científico, es similar a la astrología.

¿Cuál de las siguientes secuencia de figuras, representa la vista de un eclipse solar total, en nuestro país? *



- ☐ Secuencia de Figuras I
- ☐ Secuencia de Figuras II
- ☐ Ninguna de las anteriores

De los siguientes enunciados, es (son) correcta(s) (Puede marcar mas de uno) *

- ☐ Existe una evidencia científica que explica que la Tierra es plana.
- ☐ La Astronomía es una de las ciencias más antiguas de la historia humana.
- ☐ Antiguas culturas creían que la Tierra era el centro del universo.

¿Cuál de las siguientes afirmaciones se considera correcta? *

- ☐ El Sistema Solar no contiene ninguna estrella.
- ☐ La vida terrestre, está formada por átomos que se remontan a estrellas anteriores.
- ☐ La estrella más cercana, se encuentra en otra galaxia, a varios millones de años luz.

¿Cuál de las siguientes opciones, se considera un biomarcador, para la búsqueda de vida en otros planetas? *

- ☐ La existencia de agua.
- ☐ La existencia de Luz.
- ☐ La existencia de gravedad.

Sobre la polución, debido a la contaminación Luminica, se podría decir que,
(Puede marcar mas de uno) *

- ☐ Impide ver y estudiar las estrellas.
- ☐ Afecta la migración de las aves y la vida de animales nocturnos.
- ☐ Afecta la calidad de vida de las personas.

¿Cuál de los siguientes enunciados, no se considera correcto actualmente? *

- ☐ Los planetas se dividen en planetas rocosos y gigantes gaseosos.
- ☐ Algunos planetas tienen docenas de satélites naturales.
- ☐ El Sistema Solar tiene 9 planetas.

¿Cuál de los siguientes enunciados, se considera correcto? *

- ☐ Hay muy poca cantidad de basura espacial en la órbita de la Tierra.
- ☐ El monitoreo objetos espaciales potencialmente peligrosos es inexistente.
- ☐ El clima y la atmósfera están fuertemente afectados por la actividad humana.

[Atrás](#)

[Enviar](#)

Página 3 de 3

[Borrar formulario](#)

8.1.1 – tabla entregada por programa SPSS

A continuación, se muestra la tabla de datos que arrojó el programa SPSS, al instrumento aplicado al grupo de docentes de la región de Atacama.

α (ALFA) =	0,82793616
-------------------	------------

K (NUMERO DE ITEMS) =	22
$\sum V_i$ (VARIANZA DE CADA ITEM)=	15,31
V_t (VARIANZA TOTAL) =	73,01

8.2 – Instrumento aplicado a estudiantes.

Objetivo

Establecer el nivel de conocimiento sobre las 11 Ideas-GIA, en estudiantes de la enseñanza media de Atacama.

Tipo de Financiamiento del Colegio o Escuela en el que estudia *

- ☐ Municipal
- ☐ Particular
- ☐ Particular Subencionado

Tipo de Educación que entrega el Colegio o Escuela en la que estudia *

- ☐ Enseñanza Básica y Media
- ☐ Enseñanza Media Técnico Profesional (TP)
- ☐ Enseñanza Media Científico humanista (HC)
- ☐ Enseñanza Media Polivalente (TP - HC)

Comuna a la que pertenece el establecimiento en el que estudia. *

Tu respuesta

Dentro de sus planes a futuro ¿Contempla estudiar una carrera relacionada con las ciencias o ingeniería? *

☐ Si

☐ No

Esta interesado (a) en recibir capacitaciones, cursos o charlas periódicas sobre Astronomía *

☐ Si

☐ No

Explicar la razón de la respuesta anterior (opcional)

Tu respuesta

Cuestionario

Cuál es el significado de: "El Sol sale por el Este y se pone por el Oeste"? *

1 punto

- ☐ Significa que nos encontramos en uno de los dos días que se llaman equinoccios
- ☐ Significa que nos encontramos en uno de los dos días llamados Solsticios
- ☐ Significa que nos encontramos en el Hemisferio Sur.

Cómo podemos determinar astronómicamente las estaciones del año. *

1 punto

- ☐ Por las fases de la luna
- ☐ Se determinan por los equinoccios y los solsticios, debido a la inclinación del eje terrestre
- ☐ A través del movimiento del Sol y de las mareas

¿Cuántas fases, o cambios aparentes, posee la luna? *

1 punto

- ☐ 8 fases
- ☐ 6 fases
- ☐ 4 fases

¿Cuáles son los principales hechos que pusieron en cuestionamiento el modelo geocéntrico de Ptolomeo? * 1 punto

- ☐ A los desfases en el calendario que eran bastante notorios en relación a la teoría.
- ☐ A que no podía predecir la llegada de los cometas
- ☐ A las estaciones del año y su cambio de condiciones climáticas.

A partir de las observaciones de la Vía Láctea ¿Cómo se llega al concepto de galaxia? * 1 punto

- ☐ El concepto de galaxia, nace a partir de la observación de una franja lechosa en el cielo, correspondiente al plano de la Vía Láctea.
- ☐ El concepto de galaxia, nace a partir de la observación de las fases de la luna y el camino recorrido por el Sol.
- ☐ El concepto de galaxia, nace a partir de la observación de los planetas extrasolares o exoplanetas.

¿Qué pruebas hay de la expansión del universo? * 1 punto

- ☐ La mayor prueba de la expansión del universo, es el corrimiento al rojo de su espectro electromagnético de las Estrellas en las Galaxias.
- ☐ La mayor prueba de la expansión del universo, se debe al estudio y análisis de la Antimateria.
- ☐ La mayor prueba de la expansión del universo, se debe al estudio de los Planetas rocosos y gaseosos del Sistema Solar.

¿Qué instrumento es mejor para la observación y estudio del universo?
(Puede escoger mas de una opción) *

1 punto

- ☐ Microscopio.
- ☐ Telescopio.
- ☐ Cámara fotográfica.

¿Cómo se produce un eclipse Solar? *

1 punto

- ☐ Se produce cuando la Luna se interpone entre la Tierra y el Sol.
- ☐ Se produce cuando la Tierra se interpone entre la Luna y el Sol.
- ☐ Se produce cuando la Luna es visible en el anochecer.

¿Cuál es la teoría más aceptada que explica el origen de los agujeros negros? *

1 punto

- ☐ La teoría que explica el choque entre estrellas.
- ☐ La teoría que explica la muerte de una estrella de baja masa.
- ☐ La teoría que explica la muerte una estrella de alta masa o supermasiva.

Sobre la contaminación luminica, se podría decir que; (puede marcar mas de una opción) * 1 punto

☐ Impide ver y estudiar las estrellas.

☐ Afecta la migración de las aves y la vida de animales nocturnos.

☐ Afecta la calidad de vida de las personas.

¿Qué hallazgo podría principalmente justificar la idea de la existencia de vida primitiva en Marte? * 1 punto

☐ La existencia de agua.

☐ La existencia de Luz.

☐ La existencia de gravedad.

[Atrás](#) [Enviar](#)[Página 3 de 3](#) [Borrar formulario](#)

8.2.1 – tabla entregada por programa SPSS

A continuación, se muestra la tabla de datos que arrojo el programa SPSS, al instrumento aplicado al grupo de estudiantes de la región de Atacama.

α (ALFA) =	0,79575995
K (NUMERO DE ITEMS) =	11
$\sum V_i$ (VARIANZA DE CADA ITEM)=	7,00826446
V_t (VARIANZA TOTAL) =	25,338843

8.3 - Detalle de resolución de realizar una escala del sistema solar

Para empezar, debemos representar el sistema solar a escala. Para conseguir una imagen más realista, utilizaremos la misma escala para las distancias al Sol de los planetas y para los diámetros. Esta escala es la que considera al Sol una esfera de 80 cm de diámetro.

Teniendo en cuenta que el diámetro del Sol es de 1392000 km, esto significa que debemos multiplicar cada diámetro por el factor de escala $\frac{80}{1392000}$ y así, obtendremos el diámetro en cm de todos los planetas en la escala tomada.

Para el cálculo de las distancias en la misma escala procedemos de igual forma, multiplicando cada distancia por el factor de escala $\frac{80}{1392000}$, y así se obtienen las distancias al Sol en cm. Como es una unidad muy pequeña para nuestra escala, multiplicamos el resultado por 0,01 y así la obtendremos en metros.

Tabla 8.1: Medidas a escala Sistema Solar

	Diámetro [km]	Diámetro a escala [cm]	Distancia [km]	Distancia a escala [m]
Sol	1392000	80,00	0	0
Mercurio	4870	0,28	58000000	33,33
Venus	12103	0,70	108000000	62,07
Tierra	12756	0,73	150000000	86,21
Marte	6786	0,39	228000000	131,03
Júpiter	142984	8,22	778000000	447,13
Saturno	120536	6,93	1427000000	820,11
Urano	51118	2,94	2871000000	1650,00
Neptuno	49528	2,85	4497000000	2584,48

Ejemplo:

Para calcular el diámetro a escala del planeta Mercurio:

$$\frac{80}{1392000} \cdot 4870 = 0,28[cm]$$

Para calcular la distancia a escala del planeta Mercurio al Sol:

$$\frac{80}{1392000} \cdot 58000000 \cdot 0,01 = 33,33[cm]$$

Sobre la escala diámetro: Piensa en un objeto (a ser posible esférico) que represente a cada uno de los planetas con la escala elegida.

Sobre la escala de distancia: Representa en un plano de tu colegio (o ciudad) a cada uno de los planetas según la escala escogida.