

Instituto Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Educación Técnica



Plan Piloto para la Enseñanza de la Astronomía en el
Colegio Técnico Agustiniano de la Ciudad de los Niños

Seminario de graduación para optar por el título de maestría en
Educación Técnica

Juan José Pineda Lizano

Cartago, diciembre, 2020

Plan piloto para la enseñanza de la
Astronomía en el Colegio Técnico
Agustiniano de la Ciudad de los Niños

HOJA DE APROBACIÓN

Estudiante: Juan José Pineda Lizano

Este Proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Comisión de Trabajos Finales de Graduación de la Escuela de Educación Técnica, como requisito para optar por el grado de Maestría en Educación Técnica.

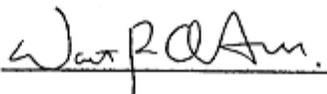
M.Sc. Jesús Hernández Araya
Presidente de la Comisión
Escuela de Educación Técnica



M.Sc. Jeison Alfaro Aguirre
Tutor Proyecto



Mag. Wálter Roldán Quirós
Lector



M.Sc. Gerardo Lacy Mora
Lector



María Bonilla Sequeira

Filóloga Clásica
Universidad de Costa Rica

Tel : (506) 8898 0758

/ 2253 8359

Correo electrónico:
mamosc@yahoo.com
momesistica@gmail.com



San José, 5 de enero de 2021

Señores

Escuela de Educación Técnica
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
Presente

Estimados señores:

Por medio de la presente me permito comunicar que el **SR. JUAN JOSÉ PINEDA LIZANO**, ha solicitado la revisión filológica del informe de Seminario de Graduación denominado: ***PLAN PILOTO PARA LA ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA EN EL COLEGIO TÉCNICO AGUSTINIANO DE LA CIUDAD DE LOS NIÑOS***, el cual se presenta para ostentar al grado de Maestría en Educación Técnica.

Para el efecto he procedido a revisar aspectos gramaticales, errores de construcción, ortografía, morfología, sintaxis y estilo. Asimismo, se destaca que en la revisión del documento se ha respetado el estilo propio del autor, por lo cual estimo que el documento está listo para su presentación.

Adjunto a la presente copias de las certificaciones del Colegio de Licenciados y Profesores y de la Asociación Costarricense de Filólogos, donde se me acredita como Correctora de Estilo.

María de los
Ángeles Bonilla
Sequeira

Firmado digitalmente por María
de los Ángeles Bonilla Sequeira
Fecha: 2021.01.14 13:34:23
-06'00'

María de los Ángeles Bonilla Sequeira

Cédula: 1-0672-0683 Código ACFIL: No.009

Filóloga Clásica y Correctora de Estilo, Universidad de Costa Rica

Teléfono: 8898 0758 / 2253 8359

Correo electrónico: filologacostarica@gmail.com

Resumen

En esta investigación se aborda la importancia que tiene el estudio de la astronomía dentro de la educación primaria y secundaria en Costa Rica, focalizando la atención en los conocimientos adquiridos por parte de los estudiantes en estas etapas y, en particular, en el caso de estudio de un colegio técnico. Una vez realizada la investigación por medio de un cuestionario aplicado virtualmente tanto a estudiantes como a profesores, queda claro que hay muy poco entendimiento de los conceptos básicos de la astronomía, así como de algunos fenómenos y cuerpos celestes que se consideran fundamentales a estas edades. Se plantea, entonces, la implementación de un Plan Piloto en el Colegio Técnico Agustiniano para mejorar el entendimiento de estos conocimientos por medio del empleo del Método de Educación en Ciencias Basada en Indagación (ECBI) y con el apoyo del grupo AstroTEC del Instituto Tecnológico de Costa Rica. La implementación de esta propuesta marcaría un punto de inflexión puesto que no se conocen antecedentes de una aplicación de esta temática en un colegio técnico.

Palabras claves: Colegio Técnico, Educación Técnica, Educación y Formación Técnica Profesional, Astronomía, Enseñanza, Método de Indagación, Divulgación y extensión.

Abstract

This research addresses the importance of the study of astronomy within primary and secondary education in Costa Rica, focusing on the knowledge acquired by students during these stages and, in the study case of a technical high school. Once the research has been carried out by means of a survey applied virtually to both students and teachers, we have found that there is very little understanding of the most basic astronomical concepts, as well as of some phenomena and celestial bodies which are considered fundamental knowledge at these ages. Thus, we propose the implementation of a Pilot Plan at the Augustinian Technical High School to improve the acquisition and understanding of this knowledge through the use of the Scientific Inquiry Method, with the support of AstroTEC, the astronomy group of the Costa Rica Institute of Technology. The implementation of this proposal would mark a turning point since there are no known antecedents of an application of this topic in a technical high school.

Keywords: Technical High School; Technical Education; Professional and Technical Education and Formation; Astronomy; Teaching; Research Methods; Divulcation and Extension.

Dedicatoria

A Josué y a Esteban, mis hijos. Son el motor, la alegría, la compañía y la motivación.

A Má y a Pá: doña Ruth y don Reinaldo, mis padres. Han sido, son y serán siempre el mejor ejemplo por seguir.

Agradecimientos

Agradezco al Colegio Técnico Agustiniano, quienes permitieron la realización de esta investigación, brindando un apoyo total en todo momento.

Agradezco a la Escuela de Educación Técnica del Instituto Tecnológico de Costa Rica por el apoyo durante todo el camino de esta maestría, de principio a fin.

Agradezco al profesor y tutor Jeison Alfaro Aguirre, por su apoyo durante la elaboración de todo este proyecto, por sus consejos oportunos y pertinentes, y por su acompañamiento en todo momento.

A todos los miembros de AstroTEC, con quienes a lo largo de estos 11 años he podido compartir experiencias, conocimiento y amistad.

A Dios, al Universo, la Vida... o como cada quien le diga.

Carpe Diem

Tabla de Contenidos

Dedicatoria _____	iv
Agradecimientos _____	v
Índice de Figuras _____	ix
Índice de Cuadros _____	ix
Índice de Gráficos _____	x
Abreviaturas _____	xii
Introducción _____	1
Descripción del Estudio _____	1
Planteamiento del Problema _____	2
Objetivos _____	2
Objetivos Específicos. _____	2
Preguntas de Investigación _____	2
Justificación _____	3
Viabilidad _____	6
Localización _____	6
Estado de la Cuestión _____	6
Marco Teórico _____	11
Educación Técnica _____	12
Fundamentación Astronómica _____	25
Enseñanza de la Astronomía _____	60
Marco Metodológico _____	79
Tipo de Investigación _____	79
Contexto _____	80
Finalidad y Alcance de la Investigación _____	80
Diseño de la Investigación _____	81
Sujetos _____	83

Muestra _____	83
Variables: Descripción Conceptual y Operacional _____	85
Descripción de Instrumentos _____	87
Procedimiento de Validación _____	88
Procedimientos de Análisis _____	88
Alcances _____	89
Limitaciones _____	89
Análisis de Resultados _____	91
Análisis de Resultados de los Cuestionarios Aplicados a los Estudiantes _____	91
Análisis de la Importancia e Interés en el Tema y en Ser Parte de un Plan Piloto. _____	95
Forma de la Tierra. _____	99
Fenómenos del Sistema Sol-Tierra-Luna. _____	100
Estaciones del año y movimientos aparentes del Sol. _____	109
Posiciones y escalas. Eclipses. _____	114
Opinión sobre los beneficios de la astronomía en la vida cotidiana. _____	120
Análisis de los Resultados de los Cuestionarios Aplicados a los Profesores _____	129
Análisis de la importancia e interés en el tema y en ser parte de un Plan Piloto. _____	130
Fenómenos del Sistema Sol-Tierra-Luna. _____	133
Estaciones del año y movimientos aparentes del Sol. _____	140
Posiciones y escalas. Eclipses. _____	143
Definiciones de Otros Conceptos Astronómicos. _____	149
Relación de la Astronomía con la Materia que se Imparte. _____	153
Conclusiones _____	155
Recomendaciones _____	157
Propuesta de un Plan Piloto _____	158
Título de Propuesta _____	158
Problema Priorizado Pretendido a Solucionar en la Propuesta _____	158
Población Beneficiaria _____	158
Justificación del Proyecto _____	159

Objetivos de la Propuesta Metodológica	159
Referente Teórico	160
Referente Metodológico	163
Etapa I. Articulación Interinstitucional.	163
Etapa II. Identificación de las Necesidades.	165
Etapa III. Planificación de las Acciones.	166
Etapa IV. Ejecución de las Acciones.	167
Etapa V. Evaluación de las Actividades.	168
Viabilidad de la Propuesta	169
Evaluación	169
Cronograma	170
Aplicación y Resultados	175
Conclusiones	175
Recomendaciones	176
Referencias Bibliográficas	177
Apéndices	187
Anexos	211

Índice de Figuras

FIGURA 1.....	31
FIGURA 2.....	32
FIGURA 3.....	33
FIGURA 4.....	34
FIGURA 5.....	35
FIGURA 6.....	37
FIGURA 7.....	39
FIGURA 8.....	39
FIGURA 9.....	41
FIGURA 10.....	42
FIGURA 11.....	43
FIGURA 12.....	44
FIGURA 13.....	47
FIGURA 14.....	47
FIGURA 15.....	49
FIGURA 16.....	49
FIGURA 17.....	50
FIGURA 18.....	51
FIGURA 19.....	53
FIGURA 20.....	54
FIGURA 21.....	54
FIGURA 22.....	57
FIGURA 23.....	80

Índice de Cuadros

CUADRO 1.....	21
CUADRO 2.....	46
CUADRO 3.....	51
CUADRO 4.....	61
CUADRO 5.....	64
CUADRO 6.....	84
CUADRO 7.....	85

CUADRO 8.	164
CUADRO 9.	165
CUADRO 10.	166
CUADRO 11.	167
CUADRO 12.	168
CUADRO 13.	171

Índice de Gráficos

GRÁFICO 1.	92
GRÁFICO 2.	93
GRÁFICO 3.	94
GRÁFICO 4.	95
GRÁFICO 5.	96
GRÁFICO 6.	96
GRÁFICO 7.	97
GRÁFICO 8.	98
GRÁFICO 9.	99
GRÁFICO 10.	100
GRÁFICO 11.	101
GRÁFICO 12.	102
GRÁFICO 13.	103
GRÁFICO 14.	104
GRÁFICO 15.	105
GRÁFICO 16.	106
GRÁFICO 17.	106
GRÁFICO 18.	108
GRÁFICO 19.	109
GRÁFICO 20.	110
GRÁFICO 21.	111
GRÁFICO 22.	114
GRÁFICO 23.	115
GRÁFICO 24.	116
GRÁFICO 25.	117
GRÁFICO 26.	118
GRÁFICO 27.	119

GRÁFICO 28.....	119
GRÁFICO 29.....	120
GRÁFICO 30.....	121
GRÁFICO 31.....	122
GRÁFICO 32.....	123
GRÁFICO 33.....	124
GRÁFICO 34.....	125
GRÁFICO 35.....	126
GRÁFICO 36.....	128
GRÁFICO 37.....	129
GRÁFICO 38.....	130
GRÁFICO 39.....	131
GRÁFICO 40.....	131
GRÁFICO 41.....	132
GRÁFICO 42.....	133
GRÁFICO 43.....	134
GRÁFICO 44.....	135
GRÁFICO 45.....	135
GRÁFICO 46.....	136
GRÁFICO 47.....	137
GRÁFICO 48.....	138
GRÁFICO 49.....	139
GRÁFICO 50.....	140
GRÁFICO 51.....	141
GRÁFICO 52.....	142
GRÁFICO 53.....	143
GRÁFICO 54.....	144
GRÁFICO 55.....	144
GRÁFICO 56.....	145
GRÁFICO 57.....	146
GRÁFICO 58.....	147
GRÁFICO 59.....	148
GRÁFICO 60.....	149
GRÁFICO 61.....	150
GRÁFICO 62.....	151

GRÁFICO 63.	152
GRÁFICO 64.	153
GRÁFICO 65.	154

Abreviaturas

ABP	Aprendizaje basado en problemas
CSE	Consejo Superior de Educación
CTA	Colegio Técnico Agustiniano
CTP	Colegio Técnico Profesional
ECBI	Educación en Ciencias Basada en Indagación
EFT	Educación y Formación Profesional
EFTP	Educación y Formación Técnica Profesional
ENEP	Estrategia Nacional de Empleo y Producción
ET	Educación Técnica
ETP	Educación Técnico-Profesional
FUNDATEC	Fundación Tecnológica de Costa Rica
IAU	Unión Astronómica Internacional
IDL	<i>Interactive Data Language</i>
INA	Instituto Nacional de Aprendizaje
IRAF	<i>Image Reduction and Analysis Facility</i>
ITCR	Instituto Tecnológico de Costa Rica
MEP	Ministerio de Educación Pública
OCDE	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico
OIT	Organización Internacional del Trabajo
SINETEC	Sistema Integrado Nacional de Educación Técnica para la Competitividad
STEAM	<i>Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics</i>
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

Introducción

Descripción del Estudio

El análisis del conocimiento básico en astronomía (el que se adquiere en la educación primaria), en la parte conceptual, en el entendimiento de distintos fenómenos y en el reconocimiento de la naturaleza de diversos cuerpos celestes que tiene la población estudiantil y docente, será el eje de esta investigación. Una vez realizado dicho análisis se procederá a diseñar un Plan Piloto que pueda corregir en gran medida las deficiencias encontradas, aplicando una metodología de ECBI distinta a la tradicional. Hay que decir que esta metodología ya está implementada en los programas de ciencia, pero los resultados aún no son tangibles.

La enseñanza de la astronomía es una herramienta poderosa para motivar las vocaciones científicas y tecnológicas entre los estudiantes, tanto de primaria, como de secundaria; pero también puede servir como un puente para encontrar vínculos entre las distintas materias que se imparten y que pueden ayudar a comprenderlas como un conjunto en lugar de verlas como islas. Por ese motivo es que este Plan Piloto pretende también integrar otras materias y especialidades como una metodología STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics*), para que así tenga mucho más sentido para los estudiantes.

En la educación técnica, en específico, no se tienen referencias de iniciativas que propicien la enseñanza de la astronomía como una posibilidad real entre sus estudiantes. Sin embargo, se estima que dado el enorme interés por la ciencia y la tecnología que se tiene en un colegio técnico, es propicio para desarrollar una propuesta que valore el aprendizaje por medio de la realización de experimentos, modelos y observaciones sistemáticas de los fenómenos astronómicos.

Planteamiento del Problema

¿Puede incorporarse el área de la astronomía como un eje científico-tecnológico en la educación técnica?

Objetivos

Objetivo General. Diseñar un plan piloto sobre la enseñanza de la astronomía como un eje educativo científico-tecnológico relevante para la formación integral de la población estudiantil del Colegio Técnico Agustiniiano (CTA).

Objetivos Específicos.

- Precisar el criterio de las autoridades del Colegio Técnico Agustiniiano sobre la aplicación de un plan piloto que involucre tanto a estudiantes como a profesores de su institución.
- Determinar el grado de importancia que se le da a la astronomía por parte de los estudiantes y profesores del Colegio Técnico Agustiniiano.
- Identificar el nivel de conocimiento que tienen tanto los estudiantes como los profesores del Colegio Técnico Agustiniiano sobre el tema de astronomía.
- Determinar el grado de interés que tienen tanto los estudiantes como los profesores del Colegio Técnico Agustiniiano, por aprender sobre el tema de astronomía.
- Elaborar una propuesta de plan piloto para que este proyecto pueda ser reproducido luego en otras instituciones técnicas o educativas en general.

Preguntas de Investigación

1. ¿Por qué es importante la enseñanza de la astronomía en secundaria?

2. ¿Qué interés tienen los profesores y estudiantes del Colegio Técnico Agustiniiano en temas de astronomía?
3. ¿Qué saben los estudiantes que ingresan al Colegio Técnico Agustiniiano sobre temas de astronomía?
4. ¿Qué equipo astronómico es necesario para aprender y enseñar astronomía?
5. ¿Qué material se requiere para capacitar a los estudiantes de secundaria en temas de astronomía?
6. ¿Qué elementos académicos se deben considerar para crear un plan piloto dirigido a la enseñanza de la astronomía en el Colegio Técnico Agustiniiano?
7. ¿Qué impacto puede tener un plan piloto en la promoción de las vocaciones científicas y tecnológicas en estudiantes de secundaria del Colegio Técnico Agustiniiano?

Justificación

Durante mucho tiempo, los científicos (como, por ejemplo, los astrónomos) creyeron que la importancia de su trabajo era evidente para la sociedad y que era un fin en sí mismo. En la actualidad y dadas las políticas mundiales de austeridad financiera, incluso los beneficios más obvios de la ciencia son sometidos a un cuidadoso escrutinio. Hay problemas inmediatos que la humanidad debe resolver, como por ejemplo, erradicar la pobreza, el hambre y controlar el problema ambiental; y las actividades que no están enfocadas en resolver estos problemas directamente pueden ser difíciles de justificar y apoyar. (Rosenberg, Russo, Bladon, & Lindberg Christensen, 2018).

Sin embargo, varios estudios indican que invertir en educación científica, investigación y tecnología proporciona un gran retorno en lo económico, lo cultural e indirectamente para toda la población en general, e incluso, ha ayudado a los países a enfrentar y superar las crisis. El desarrollo científico y tecnológico de un país está estrechamente relacionado con su índice de desarrollo humano, una estadística que mide la esperanza de vida, la educación y los ingresos. (Rosenberg, Russo, Bladon, & Lindberg Christensen, 2018).

En concordancia con lo anterior, es claro que en el mundo actual es indispensable la formación de profesionales en ciencia y tecnología como un medio para el desarrollo de un país (*Programa Estado de la Nación, 2017*), pero también es importante generar una cultura científica en la sociedad en general que ayude a elevar el nivel de vida de todas las personas. (*Programa Estado de la Nación, 2017* y Red de Comunicación de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, 2012).

Uno de los problemas más preocupantes al que se enfrenta, entonces, la sociedad, es al creciente desinterés por los temas y las vocaciones científicas y tecnológicas entre niños y adolescentes que son parte de nuestros sistemas educativos formales. En Costa Rica, por ejemplo, “un 30% de los jóvenes de 15 años ya han abandonado la escuela, mientras que un 33% de los que siguen carecen de competencias básicas en ciencias, lectura y matemáticas” (OCDE, 2017), lo cual genera un enorme déficit de potenciales profesionales capacitados en ciencia y tecnología. Toda esta problemática se ve reforzada, además, por la creencia popular de que las ciencias son solo para una minoría de alumnos privilegiados y de muy alta capacidad intelectual.

Dentro de este contexto donde, por un lado, se tiene la necesidad de formar más profesionales en ciencia y tecnología, y por el otro lado, existe una gran apatía, desinterés y baja preparación en estas áreas a nivel de secundaria, es que surge esta propuesta de proyecto.

Una de las disciplinas científicas que tienen más elementos integradores en los sistemas educativos del mundo es, sin duda, la astronomía. Además de ese componente integrador que le permite ser un enlace con otras ciencias y con la matemática, es de las disciplinas que más atractivo genera entre los estudiantes y que podrían servir de elemento motivador para esa población estudiantil. (Palomar Fons, 2013)

En una institución de segunda enseñanza en los niveles de décimo y undécimo año, por ejemplo, la astronomía permitiría integrar sin mucha dificultad a la física, pues estudia la estructura y evolución de las estrellas, las galaxias y sistemas planetarios, el estudio de la luz, las leyes que rigen el universo y las posiciones de los distintos objetos celestes; la química contemplaría el estudio de átomos, moléculas y compuestos en las nebulosas y la composición general de planetas, satélites y cometas; la biología con el reciente campo de la astrobiología y la vida en el universo; la geología para comprender la evolución de los planetas del sistema solar y de los nuevos

exoplanetas que día a día se descubren; la meteorología que incluye elementos de atmósferas planetarias e, incluso, con ciencias sociales como la historia y la arqueología, entre otras. Además, claramente integraría a la matemática que daría un marco para realizar todos estos estudios de forma sistemática y numérica con el uso de la trigonometría, la geometría, el álgebra y hasta el cálculo diferencial e integral.

Además del componente científico, la astronomía tiene un fuerte componente tecnológico puesto que utiliza técnicas muy especiales, instrumentos ópticos y electrónicos muy finos, y recursos computacionales para el manejo de datos, y últimamente, aplicaciones que llevan mucha información a todos los que disponen de un teléfono celular o aparatos similares. Inclusive, actualmente tiene un gran desarrollo de nueva tecnología que va mejorando año tras año y que nos permite adentrarnos mucho más en el universo que queremos explicar. Y es en esta parte tecnológica donde se puede hacer un vínculo directo con la parte técnica de un Colegio Técnico Profesional (CTP) y así integrar todas las áreas para la consecución del mejoramiento integral de los estudiantes y las personas en general.

Hay que indicar, sin embargo, que cuando se analiza el Programa de Estudio de Ciencias vigente se encuentra que, por ejemplo, para el año 2019 aparece hasta noveno, un primer y único criterio de evaluación relacionado con el área de la astronomía: “Apreciar el estudio del movimiento de otros componentes del Sistema Solar y su relación con el acervo cultural de la humanidad en el área de la astronomía” (Ministerio de Educación Pública, 2018). Esto es un problema porque a través de los años se ha venido cercenando esta ciencia de los programas oficiales.

Ante esta evidente debilidad y desaprovechamiento por parte de las autoridades educativas de este recurso (astronomía) tan rico en conocimiento, pero también rico en la generación de experiencias didácticas, es que finalmente se puede decir que este proyecto puede también aportar mucho en cuanto a su utilidad metodológica. La didáctica de la astronomía se ha utilizado ampliamente como campo de investigación e innovaciones educativas en varios países (Camino, 2011). En pedagogía usualmente es mucho más importante la forma en que se construye y en que se asimila el conocimiento que los mismos contenidos que se quieren estudiar. En este sentido, es posible que se puedan generar métodos, técnicas y todo tipo de recursos útiles en la construcción

del conocimiento y posterior aplicación tomando como base la astronomía. (Tovar Garrido, Rodríguez Henao, & Díaz Álvarez, 2016)

Viabilidad

El plan piloto se implementará en un CTP que mostró interés de que se realice dicho proyecto en su institución. Un aspecto adicional que se tomó en cuenta fue que dicho CTP se encuentra lo más cercano al Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), sede Cartago. Por esos motivos es que se escogió realizarlo en el Colegio Técnico Agustiniano, perteneciente a la Ciudad de los Niños.

Esta escogencia permite tener a favor las dos dimensiones esenciales: la accesibilidad y la conveniencia (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014); adicionalmente, no se necesitan grandes recursos económicos para llevar a cabo tanto el estudio como la implementación del Plan Piloto.

Localización

El Colegio Técnico Agustiniano, perteneciente a la Ciudad de los Niños, se ubica en Agua Caliente de Cartago.

El estudio se hará en esta institución, pero se espera que los resultados se puedan aplicar en cualquier otro colegio técnico o inclusive académico, tanto diurno como nocturno, con las modificaciones requeridas.

Estado de la Cuestión

A nivel nacional, en los Planes de Estudio de Ciencias vigentes del Ministerio de Educación Pública (MEP) se encuentra muy pocas referencias sobre el tema de la astronomía, y la que existe está dispersa y no siempre mantiene una relación lógica con ella.

En el primer y segundo ciclo de la Educación General Básica existe un eje temático “interrelaciones entre las actividades que realiza el ser humano a nivel local y global, con la integridad del Planeta Tierra y su vinculación con el Universo”. Entre los criterios de evaluación se habla en el segundo año de reconocer al Sol como la estrella que brinda luz y calor a la Tierra e influye en las condiciones del tiempo, reconocer las características generales del Sistema Solar y los cuerpos que lo integran, así como sobre los movimientos de los astros. En este eje temático en cuarto año, se habla de reconocer el movimiento del planeta Tierra y de la Luna y su relación con las actividades humanas y explicar los eclipses de Sol y de Luna. En quinto año se menciona la exploración espacial y sus implicaciones para el desarrollo humano y el registro de eventos astronómicos; y se vuelve a hablar sobre el Sistema Solar. Y finalmente, en sexto año se trata a la Tierra y sus condiciones para el desarrollo y sostén de la vida; y teorías sobre la formación del Universo y del Sistema Solar, así como la importancia de los avances científicos y tecnológicos en el área de la exploración espacial. (Ministerio de Educación Pública, 2018)

En el tercer ciclo no hay mención del tema de la astronomía en séptimo y octavo año. Es hasta noveno donde se encuentra solamente un eje temático idéntico al establecido en los ciclos anteriores, a saber, “Interrelaciones entre las actividades que realiza el ser humano a nivel local y global, con la integridad del planeta Tierra y su vinculación con el Universo”. En los criterios de evaluación se indican comparaciones entre la Tierra y los otros planetas del Sistema Solar, explicaciones de las Leyes de Kepler y la dinámica del Sistema Solar, así como apreciar el movimiento de los otros cuerpos del Sistema Solar y su relación cultural con la humanidad. (Ministerio de Educación Pública, 2018)

Las menciones anteriores son de temas astronómicos en general, aplicados en el programa de secundaria de colegios académicos, pero no se encontró alguna mención sobre un intento de enseñar la astronomía en la Educación Técnica en Costa Rica.

En este estudio no se analizará el estado de la educación técnica a nivel mundial, sino que se enfocará en Costa Rica y su entorno inmediato que es Latinoamérica, esto con el fin de poder aplicar más directamente los resultados a nuestra realidad inmediata.

A nivel de Latinoamérica no se encuentran referencias sobre la enseñanza de la astronomía en la EFTP, aunque sí algunas referencias con respecto a la importancia de la enseñanza en

secundaria y primaria de esta ciencia y sus repercusiones en el mejoramiento general de la educación. Igualmente, en España se encuentran esfuerzos en este sentido, aunque se sale un poco del ámbito regional de estudio, pero se encuentran aportes valiosos al respecto.

Algunos de estos antecedentes relacionados con la enseñanza de la astronomía en la educación primaria y secundaria, aunque no en la educación técnica, están contemplados en los siguientes estudios e investigaciones:

- Existen algunos análisis de contenidos curriculares que revisan los contenidos en el Área del Conocimiento de la Naturaleza en Uruguay, donde se discuten los contenidos de astronomía para poder brindar alguna guía a los docentes (Gangui & Adúriz Bravo, 2017). En este contexto, otros países como Venezuela analizan la importancia de dedicarle un tiempo y espacio a la astronomía y específicamente al ¿por qué enseñar ciencias de la Tierra?, dentro de lo cual la astronomía entraría a formar parte en cierto nivel de profundidad para que el ciudadano venezolano tenga una mejor educación integral. (González Clemente, 2018)
- El planteamiento de un plan piloto para la replicación de experiencias de una propuesta curricular de la enseñanza de la astronomía en el aula como posible asignatura unificadora de áreas como trigonometría, filosofía y física, entre otras, en la Universidad Nacional de Colombia (Ortiz Arango, 2015), o la propuesta de aprendizaje interdisciplinar en la escuela, en quinto grado, entre la astronomía y la matemática. (Bocanegra Caro, 2018)
- Una propuesta de semillero de astronomía en una institución educativa para acercar a los estudiantes de octavo año a ciertas competencias científicas e investigativas, mostrando que las contribuciones que ha hecho la astronomía tienen una influencia directa sobre nuestra sociedad y que no es un conocimiento lejano. (Giraldo Cano, 2013)
- Un enfoque donde se trata tanto los contenidos enseñados en astronomía como la forma en que estos contenidos se enseñan en el bachillerato, es una investigación realizada en Valencia que gira en torno a la posibilidad de generar una propuesta didáctica que permita

superar las dificultades de aprendizaje de los estudiantes de este tema que se considera fundamental. (Palomar Fons, 2013)

- La importancia de la correcta visualización espacio temporal de algunos fenómenos astronómicos cotidianos como el día y la noche, las estaciones del año y las fases de la Luna, tomando como eje de conocimiento los sistemas de referencia, se analizaron y estudiaron a nivel de estudiantes de último año de primaria, utilizando un modelo topocéntrico en lugar de uno heliocéntrico en Argentina, donde estos efectos estacionales son mucho más pronunciados que a otras latitudes. La investigación fue desarrollada no solamente a nivel cognitivo, sino también didáctico. (Galperin, 2016)
- También se han realizado iniciativas en el desarrollo de enseñanza por investigación a partir de la astronomía como medio para aprender conceptos básicos como dimensiones físicas de longitud y masa, esto a partir del sistema Tierra-Luna. (Tarquino Cabra, 2016)
- Otro aspecto que se analiza es con respecto a la formación docente en ciencias, física y astronomía por parte de una tesis realizada en España, que enfatiza en que los docentes no pedagogos, en general, apenas dedican tiempo a la investigación sobre su propia docencia con dos consecuencias inmediatas: al no haber suficientes investigaciones y publicaciones sobre la docencia de determinadas disciplinas como la astronomía, no se puede esperar poder formar adecuadamente y con el suficiente respaldo científico a docentes en activo o futuros docentes; y en segundo lugar, los docentes no pedagogos son incapaces de demostrar la calidad de su formación docente, ni su propia labor docente profesional, ni tampoco lo demuestra ningún colega docente, ni ningún supervisor acreditado, puesto que, por lo general, no hay datos empíricos ni científicos publicados sobre ello. (Gómez Valverde, 2015)
- Entonces, como la formación docente es uno de los aspectos que se abordan, pues es una de las debilidades que se identifican en la enseñanza de la astronomía y, aunque en algunos estudios se muestra un dominio básico por parte de cierta población docente, se cree que

debería ser un poco mejor y de mayor profundidad (García Herrero, 2014). Además, la especialización docente es contemplada en varias investigaciones donde se busca, por ejemplo, utilizar un área específica de la astronomía como es la evolución estelar, para articular a la astronomía con los conceptos de las ciencias naturales (Polanco Erazo, 2017); o bien, un abordaje para capacitar a todo tipo de docentes (primaria, secundaria y educación de adultos) en el área específica de la enseñanza de la astronomía mediante un curso que no solo revisa, sino que actualiza los contenidos astronómicos del diseño curricular vigente, dando a su vez, estrategias didácticas con muy buen éxito. (De Biasi, Orellana, Escapil, & Olaizola, 2015)

- En este mismo contexto se da también la posibilidad de realizar talleres de astronomía por parte de los educadores en cursos como los impartidos en conjunto por la Universidad de Heidelberg y la Universidad Católica de Chile, que están orientados a profesores de enseñanza básica y media de todo Chile. (Universität Heidelberg, 2020)
- También existen algunos estudios donde se analizan las potencialidades que tienen ciertas regiones y el papel que estas pueden tener en la comunicación, educación y ciencia, tomando en cuenta la opinión de los medios de comunicación, de los líderes científicos, sociales y políticos de la región. (Vernal Vilicic, 2014)

Marco Teórico

En este capítulo se presentan aportes de varios autores de distintas áreas del conocimiento, citados a partir de una revisión bibliográfica, y donde se detallan las teorías, conceptos, legislaciones y otros elementos que son necesarios para tener un buen entendimiento de las bases de los temas que se abordarán durante esta investigación.

Nuestro sistema educativo se fundamenta en la Constitución Política de la República de Costa Rica dada el 7 de noviembre de 1949, donde se establece que el desarrollo de la educación pública está a cargo del Estado.

El Consejo Superior de Educación (CSE), establecido en el artículo 81 de dicha constitución y por la Ley N.º1362, es la instancia con rango constitucional que tiene a su cargo la orientación y dirección de la enseñanza oficial, en los diferentes niveles, ciclos y modalidades del sistema educativo costarricense. Es el encargado de establecer la política educativa, de evaluar y de promover cambios pertinentes a fin de mejorar la calidad, la equidad y la eficiencia de la educación costarricense. (Consejo Superior de Educación, 2020)

En Costa Rica se visualiza la educación como un sistema que favorece la adquisición de habilidades, destrezas, conocimientos, valores, actitudes, comportamientos y formas de ver el mundo. Propicia y estimula el desarrollo integral de la persona y su transformación individual y social. Asimismo, señala que es un derecho humano que permite a las personas participar activamente en la sociedad civil y en la vida económica del país. (Gobierno de Costa Rica, 2018)

El sistema educativo costarricense tiene varias modalidades como son la educación preescolar, la educación general básica, donde una vez finalizada puede optar por seguir una rama académica (de dos años de duración) o una rama técnica (con tres años de duración), la educación de adultos y la educación especial.

En el marco de este trabajo se tratará sobre el área técnica, cuyo propósito es responder oportunamente a la demanda del mercado laboral; además, promueve el desarrollo de competencias para la vida y el trabajo.

El Ministerio de Educación Pública (MEP) es el órgano del Poder Ejecutivo en el ramo de la educación, encargado de administrar el sistema educativo nacional y ejecutar todas las disposiciones pertinentes. Le corresponde en forma exclusiva y específica, la ejecución de la política educativa y las determinaciones que emanen del Consejo Superior de Educación. (Gobierno de Costa Rica, 2018)

Educación Técnica

La educación técnica se define, según la Organización Internacional del Trabajo (OIT), como una educación en la cual se aprenden “las habilidades que tienden a proporcionar la capacidad práctica, el saber y las actitudes necesarias para el trabajo en una ocupación o grupo de ocupaciones en cualquier rama de la actividad económica”. (Organización Internacional del Trabajo, 2020)

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco) define la educación y formación técnica profesional (EFTP) como aquella parte de la educación que se ocupa de impartir conocimientos y destrezas o capacidades para el mundo del trabajo. A lo largo de la historia, los distintos países y sistemas educativos han utilizado términos diversos para referirse a varios elementos constituyentes de lo que ahora en su conjunto se denomina la EFTP, como por ejemplo: formación de aprendices, educación o enseñanza profesional, educación técnica, educación técnico-profesional (ETP), formación ocupacional, educación y formación profesional (EFP), educación profesional y de oficios, educación técnica y de carreras, formación o capacitación de la mano de obra, formación o capacitación para el puesto de trabajo, etc. (Unesco, 2020)

Dependiendo del país o región, la educación técnica se ocupa de diversos sectores de la industria y comercio; por ejemplo, en Argentina, la ETP abarca diversas actividades y profesiones de variados sectores de la producción de bienes y servicios, como por ejemplo: agricultura y la ganadería, las industrias manufactureras, las empresas de distribución de electricidad, gas y agua, la construcción, el transporte y las comunicaciones, la energía y la informática, la salud y la

economía y especialidades artísticas vinculadas con lo técnico/tecnológico, entre otras. (Ministerio de Educación Argentina, 2020)

En Costa Rica, en el marco de la Ley N.º20786 sobre la Educación y Formación Técnica Dual del 7 de agosto de 2019, la EFTP se define como aquella parte de la educación que se ocupa de impartir conocimientos y destrezas o capacidades para el mundo del trabajo. (Ley 20786, 2019)

La finalidad de la educación técnica se ha mantenido con el paso del tiempo, aunque los enfoques en cada época han dependido de las necesidades de los sistemas productivos y tecnologías utilizadas. Dicha finalidad de la formación del estudiante técnico secundario es principalmente la adquisición de capacidades profesionales de calidad, con una sólida formación general y una formación técnica específica que trascienda el ámbito educativo y se vincule con el sistema socioproductivo local. La formación del técnico secundario de todas las especialidades requiere prepararse para anticipar las demandas del mundo del trabajo y vincularse con los sectores de punta de la ciencia y la tecnología, para alcanzar el objetivo fundamental: la inserción de los egresados en el futuro productivo del país. (Instituto Nacional de Educación Tecnológica, 2020)

Se entenderá, entonces, que la ET o la EFTP (se usarán como sinónimos para efectos de este trabajo) es aquella que busca crear las competencias necesarias en los estudiantes de secundaria para que, una vez egresados o incluso desde antes, puedan insertarse en el mundo laboral con fundamentos teóricos sólidos, así como con herramientas y destrezas prácticas acordes a los tiempos actuales.

Se denomina técnico a una persona egresada de un plan de estudios de la EFTP que ha desarrollado competencias asociadas a un nivel de cualificación en áreas del conocimiento y tiene condiciones para continuar en su proceso de educación y formación permanente. El técnico de EFTP tiene los conocimientos, habilidades, actitudes, valores culturales y éticos correspondientes a una cualificación. El plan de estudios integra los campos de la formación general, científico-tecnológica, técnica específica, así como el desarrollo de prácticas profesionales y el uso de herramientas que permitan la inserción laboral en el sector productivo. Además, posee autonomía y responsabilidad en la solución de problemas diversos, de acuerdo con la descripción de cada nivel del marco de cualificaciones de la EFTP. (Gobierno de Costa Rica, 2018)

Educación Técnica en Costa Rica. En nuestro país, en primera instancia, el artículo 77 de la Constitución Política de Costa Rica establece que “La educación pública será organizada como un proceso integral correlacionado en sus diversos ciclos, desde la preescolar hasta la universitaria” (Constitución Política de la República de Costa Rica, 1948). Esto da la base en la cual se estructurarán todas las opciones académicas futuras en el país, entre ellas la educación técnica.

En Costa Rica, la educación técnica se establece con base en los artículos 1°, 14 inciso f) y 17 de la Ley Fundamental de Educación (Ley N.º2160, del 21 de octubre de 1957), que establecen que:

Artículo 1°.- Todo habitante de la República tiene derecho a la educación y el Estado la obligación de procurar ofrecerla en la forma más amplia y adecuada.

Artículo 14.- La Enseñanza Media comprende el conjunto de estructuras o modalidades destinadas a atender las necesidades educativas tanto generales como vocacionales de los adolescentes, y tiene por finalidades:

... f) Desarrollar las habilidades y aptitudes que le permitan orientarse hacia algún campo de actividades vocacionales o profesionales.

Artículo 17.- La enseñanza técnica se ofrecerá a quienes deseen hacer carreras de naturaleza vocacional o profesional de grado medio para ingresar a las cuales se requiera haber terminado la escuela primaria o una parte de la secundaria. La duración de dichas carreras y los respectivos planes de estudio serán establecidos por el Consejo Superior de Educación de acuerdo con las necesidades del país y con las características peculiares de las profesiones u oficios. Se ofrecerán, además de la enseñanza técnica a que se refiere el párrafo anterior, a juicio del Consejo Superior de Educación, programas especiales de aprendizaje.

En Costa Rica, los técnicos se preparan en dos subsistemas: la educación técnico-profesional que ofrece el MEP y los colegios privados, y la que desarrolla el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA), empresas y organizaciones educativas privadas. (Gobierno de Costa Rica, 2018)

Reseña de las primeras iniciativas en educación técnica en Costa Rica. Desde principios del siglo XX en Costa Rica se crearon las primeras acciones privadas dirigidas a producir mano de obra adecuada para incorporarse en el ámbito laboral. De acuerdo con una transcripción tomada de la revista de colección del Colegio de Contadores Privados de Costa Rica:

Tras la promulgación en el país de las leyes tributarias en el gobierno del Lic. Alfredo González Flores y la Fundación del Banco Internacional de Costa Rica, la nación se ve en la necesidad de formar Contadores que puedan llevar los libros de Contabilidad y Teneduría en las diferentes empresas privadas y públicas existentes hasta entonces en Costa Rica, y es así que empiezan a surgir varias escuelas que impartirán la enseñanza de la Contabilidad. Es importante mencionar que en 1920, el Liceo de Costa Rica dio cursos de Contabilidad, formando así los primeros contadores, asumiéndolos más tarde la Escuela Manuel Aragón en 1922. (*Revista Somos Costa Rica*, 2019)

El 14 de marzo de 1922 se inauguró la Escuela de Comercio Manuel Aragón, que fue la primera institución educativa que impartiría el equivalente a lo que en la actualidad se podría llamar formación técnica. Es importante porque en Costa Rica no existía ninguna opción para que jóvenes y adultos pudieran obtener grados superiores al de colegio.

Una segunda iniciativa surge en 1932, cuando Miguel Ángel Castro Carazo fundó, en conjunto con José Antonio Carvajal, el Colegio Interamericano, una escuela de comercio bajo la modalidad a distancia-correspondencia. Luego, en 1936, Miguel Ángel funda la Escuela Castro Carazo, cuyo objetivo era formar recurso humano calificado según las necesidades profesionales de la época, a saber: teneduría de libros, contabilidad, mecanografía, taquigrafía, calculista mercantil y redacción comercial. (Universidad Castro Carazo, 2020)

Así como las dos instituciones anteriores, se crean durante las décadas siguientes varias opciones académicas profesionales que vienen a responder a un mercado creciente que necesitaba conocimientos muy especializados en áreas específicas, sin que tuviera que llegarse a una profesionalización universitaria. Entre ellas se pueden citar las siguientes:

- *American Bussines Academy.*
- Escuela de Enseñanza Comercial Gregg.
- Escuela Superior de Ciencias Contables.
- *Boston Bussines Academy.*
- *Lincoln Junior College.*

Otras iniciativas paralelas en este sentido son los colegios de artes y oficios, como el Colegio Vocacional de Artes y Oficios (COVAO) en Cartago, que se orientan en el aprendizaje para el trabajo, artesano u obrero, de industria primaria básica: alimentos, aserraderos, talleres mecánicos, mueblerías artesanales, imprentas, entre otros.

Un momento relevante en la historia de las opciones de educación técnica es la creación en 1965 del Instituto Nacional de Aprendizaje (INA). En sus inicios buscó cubrir la necesidad de muchas industrias incipientes en el país, como metalmecánica de ensamblaje, tuberías y equipos industriales básicos, electricidad industrial y de edificaciones, mecánica de precisión, mecánica automotriz, ebanistería e industria del mueble, producción gráfica de mayor calidad industrial y comercial; e inició las carreras de Administración, entre ellas, la Contabilidad. (Gobierno de Costa Rica, 2018)

La misión inicial que tenía el INA resume muy bien lo que se buscaba con su creación: “elevar la productividad de los trabajadores mediante acciones de formación, capacitación, certificación y acreditación para el trabajo productivo sostenible, equitativo, de alta calidad y competitividad” (Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica, 2020), o en su versión más actualizada de su misión y su visión:

Misión: “El INA forma, capacita y certifica a personas físicas y jurídicas, para contribuir al crecimiento personal, movilidad social, productividad y competitividad; que permita al país adaptarse a los cambios que el entorno exige”.

Visión: “Ser una institución educativa que responda oportunamente, de forma inclusiva, con servicios innovadores, flexibles y pertinentes, que contribuyan con el desarrollo del talento humano requerido, a la movilidad social y al crecimiento económico de la nación”. (Instituto Nacional de Aprendizaje, 2018)

Eventualmente, la Ley Orgánica del INA se ha modificado para ajustarse a los tiempos cambiantes y se pretende, inclusive, una modificación para fortalecerlo de cara a la cuarta revolución industrial. Se busca que dicha transformación sirva para la reactivación económica, inclusión social, desarrollo productivo y generación de empleo.

Hay que indicar también que en la década de 1970, entre todas estas opciones de formación que existían, entre 1974 y 1978 se gradúan estudiantes en muchas áreas técnicas como: Artes Gráficas, Artesanías, Construcción Civil, Dibujo Técnico Mecánico, Dibujo Arquitectónico, Ebanistería, Electrónica Industrial, Electromecánica, Mecánica Agrícola, Mecánica General, Mecánica de Precisión, Mecánica Automotriz, Mecánica Equipos de Oficina, Radio y Televisión, Electrotecnia y Refrigeración y Aire Acondicionado (Ledezma Hernández & Peralta Villalobos, 1981). Esto es una muestra bastante completa de las necesidades que en la época se tenía por parte de las empresas e industrias.

En el año de 1971 se marca un nuevo punto de inflexión en cuanto a la educación técnica y educación universitaria con la creación del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR). Con la firma de la Ley N.º4777 se creó el ITCR que en un inicio impartió las carreras de Construcción, Mantenimiento Industrial y Producción Industrial; y como segunda prioridad se proponen las carreras de Ingeniería Electrónica, Industrialización de la Madera y Vías Terrestres. Posteriormente, en 1987, la institución crea la Fundación Tecnológica de Costa Rica (FUNDATEC), cuyo objetivo era ampliar y mejorar los servicios que prestaba la institución a los diversos sectores de la sociedad costarricense, mediante el desarrollo de proyectos de investigación, extensión y vinculación externa.

Desde sus primeros tiempos, en el ITCR se han impartido programas técnicos de acuerdo con la realidad nacional de cada época, impactando y dando opciones de capacitación y mejora continua a las personas para su incorporación o promoción en el ámbito laboral. En la actualidad, por medio de la FUNDATEC, se imparten muchos programas técnicos acordes a las necesidades actuales y que son nuevos o modificados de los programas iniciales, como son el técnico en: Electromecánica, Administración de Empresas, Administración de Proyectos, Análisis de Datos, Calidad, Contabilidad, Dibujo Arquitectónico e Ingenieril, Diseño Gráfico y Web, Electricidad Industrial, Fotografía Digital, Gestión Deportiva, Enseñanza del Español como Segunda Lengua,

Logística e Inventarios, Metrología, Redes de Computadoras, Seguridad de Redes de Cómputo, Soporte, Supervisión de Producción y Telemática.

Con un enorme impacto se creó la Escuela de Educación Técnica del ITCR en el año 2008. Con su creación se buscó impactar ya no tanto en la formación de técnicos propiamente, sino en promover una formación de los educadores técnicos en el país. Entre los objetivos de la escuela se busca contribuir con la sociedad costarricense, ya que se considera a la ET como un elemento base para el desarrollo socioeconómico de Costa Rica y un factor de movilidad social. Entre los programas que ha desarrollado desde su fundación se tienen, por ejemplo, la Maestría en Educación Técnica, la Licenciatura en Educación Técnica, el Técnico en Seguros del INS, el programa de capacitación a bomberos del INS, entre otros. (Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2020)

En los años 80 se creó una opción de carreras cortas que otorgan a su finalización un diploma de pregrado de dos o tres años de duración, aplicado a todos aquellos que tengan un diploma de Bachiller en Educación Media. Estas son las instituciones de educación superior parauniversitarias. De estas instituciones hay dos tipos, las públicas como el Colegio Universitario de Cartago (CUC) o el Colegio Universitario de Limón (CUN-Limón); y los centros privados, cuyo estatus puede cambiar cuando mantienen un lazo con una universidad, otorgándoles el estatus de colegio universitario.

Igualmente, a finales de los años 70 e inicios de los 80 se inicia la creación en el país de las primeras universidades privadas, algunas de las cuales fueron la evolución de los mismos institutos parauniversitarios. En 1976 inicia funciones la Universidad Autónoma de Centro América (UACA) con un esquema de sedes (colegios) en diversas partes del país, como Guápiles, Ciudad Neily, Nicoya y San Ramón.

Los cambios tecnológicos globales traen nuevas corrientes y retos a los países que tradicionalmente se dedicaban a la producción de bienes primarios, como banano y café. En respuesta a estos cambios, Costa Rica se introduce en la manufactura basada en tecnología y alta tecnología, cuyos requisitos superan la formación que se imparte en la educación técnica tradicional, cuya base son los equipos que funcionan con computadoras; y pasan de la necesidad de un cambio para adaptarse a esta nueva necesidad. El principal cambio que se requiere es formar

nuevas competencias en informática, sistemas de manufactura y manejo de materiales, así como destrezas de comunicación en inglés y en la redacción de informes técnicos, entre otros. (Gobierno de Costa Rica, 2018)

La empresa *Integrated Electronics Corporation* (INTEL) inicia operaciones en el país en 1998. Al principio establece una planta de ensamblaje para computadoras (PC) y servidores de INTEL, esto le permitió a Costa Rica posicionarse como destino estratégico para la inversión extranjera directa, efecto que se vio reflejado en la atracción de firmas de servicio y de alta tecnología, como compañías de dispositivos médicos, componentes electrónicos y partes para la industria automotriz y aeronáutica, entre otros.

Al cerrar la fábrica en 2014 dio paso al Centro de Investigación y Desarrollo, cuyo objetivo es posicionarse en la introducción e implementación de tecnologías de automatización en diversos campos, como son la computación en la nube, redes móviles de quinta generación (5G), dispositivos del *wearables*, internet de las cosas, *big data*, inteligencia artificial, computación cognitiva, asistentes virtuales, realidad virtual y aprendizaje de máquina.

Este cambio generado por INTEL establece una nueva modalidad de aprendizaje en la educación técnica que consiste en establecer vínculos entre las universidades y algunos colegios técnicos directamente con la empresa. Esto lleva a una forma de trabajo en conjunto que con el tiempo será la semilla y nos llevará a lo que se conoce hoy en día como educación dual en un contexto mucho más amplio; lleva a una nueva relación entre la academia y las empresas e industrias. (Gobierno de Costa Rica, 2018)

Con base en esta necesidad de una mayor coordinación entre los distintos actores que se relacionan con la educación técnica es que se crea el Sistema Integrado Nacional de Educación Técnica para la Competitividad (SINETEC) y el Consejo de Articulación de la Educación Superior, con participación de las universidades estatales y los colegios universitarios. “Con la llegada de inversión extranjera en alta tecnología se visualiza el establecimiento de cadenas de producción con las PYME locales, por lo que en la educación superior se asume el ‘emprendedurismo’ o espíritu emprendedor como un eje transversal de los programas de las carreras de Ingeniería. En 1995, el ITCR incorpora ese tema a las primeras carreras y, en un plazo de tres años, lo hace con todas las demás”. (Gobierno de Costa Rica, 2018)

Un último insumo para el país en esta área se da en el 2008 con la creación de la Universidad Técnica Nacional (UTN), la quinta universidad pública del país, con varias sedes regionales. Cuenta con un Centro de Formación Pedagógica y Tecnología Educativa especializado en la formación de docentes para la educación técnica en todos sus niveles. La UTN integró en su conformación el Colegio Universitario de Alajuela (CUNA), el Centro de Investigación y Perfeccionamiento de la Educación Técnica (CIPET), la Escuela Centroamericana de Ganadería (ECAG), el Colegio Universitario de Puntarenas (CUP), el Colegio Universitario de Riego y Drenaje del Trópico Seco (CURDTS), y el Centro de Formación de Formadores y de Personal Técnico para el Desarrollo Industrial de Centroamérica (CEFOF). (Gobierno de Costa Rica, 2018)

La UTN surge con el propósito de brindar atención a las necesidades de formación científica, técnica y tecnológica que requiere el país en todos los niveles de la educación superior universitaria, en el marco de la moderna sociedad del conocimiento y en articulación con los sectores productivos de la sociedad. Pretende dar respuesta a la creciente demanda del sector productivo, de aumentar la cobertura existente para la creación de carreras cortas a nivel de pregrado y que con el diplomado correspondiente pueden articularse luego con otros programas de educación técnico-profesional del MEP y del INA. (Gobierno de Costa Rica, 2018)

Planes Nacionales de Desarrollo. Otro factor importante en el desarrollo de la educación técnica y su relación con la realidad del país, son los planes nacionales de desarrollo. Estos planes reconocen históricamente la importancia que tiene la EFTP, así como la importancia de generar estrategias a nivel país, para el mejoramiento de la calidad de vida de los costarricenses.

Cuadro 1.

Planes Nacionales de Desarrollo de Costa Rica.

Plan Nacional de Desarrollo	Características
Francisco J. Orlich, 1994-1998	La educación técnica y la formación profesional se posicionaron como un área de interés.
Programa Soluciones Siglo XXI, 1998-2002	Se mantuvo como uno de los ejes estratégicos del sistema educativo.
Plan de Desarrollo, 2002-2006	Se enfatizó en consolidar el proceso de articulación e integración vertical y horizontal de la educación técnica y la formación profesional que brindan las instituciones formadoras de recursos humanos que conforman el Sistema Integrado Nacional de Educación Técnica para la Competitividad (SINETEC).
Jorge Manuel Dengo Obregón, 2006-2010	Continúa con las acciones estratégicas orientadas al mejoramiento de la capacidad productiva y emprendedora de la población, así como forjar una visión integral del sector educativo, operacionalización del Consejo Nacional de Normalización y Certificación Técnica (Conóctete) y el diseño y puesta en marcha del Sistema Nacional de Capacitación y Formación Profesional (SINAFOR).
Plan Nacional de Desarrollo	Características
María Teresa Obregón Zamora, 2010-2014	Se reconoce que esta modalidad es una de las principales limitaciones que enfrenta el sistema educativo y que existen brechas entre la oferta formativa y los requerimientos cada vez más complejos del mercado de trabajo. De ahí que se incluyera el fortalecimiento de la

	educación técnica como una de las líneas de acción en el área educativa, con el fin de estimular el desarrollo de la capacidad productiva y emprendedora.
Alberto Cañas Escalante, 2014-2018	Señala para el sector trabajo: “Aumentar la empleabilidad de la población en edad de trabajar, favoreciendo la generación de empleo como mecanismo para la inclusión social, homologando las competencias laborales asociadas a las ocupaciones actuales y las emergentes que demanden los sectores productivos atendidos por el INA”.

Fuente: Gobierno de Costa Rica, 2018 .

Como se puede ver, del Cuadro 1, se desprende que la ET ha ido evolucionando de ser una simple área de interés, donde una vez formado se podía insertar al graduado dentro de las ofertas laborales existentes, a una modalidad cada vez más necesitada por las industrias y las empresas, y cuya interrelación se fue haciendo cada vez más cercana. Esto es importante porque a futuro, como se verá en la sección que sigue, esta fue la semilla que ha llevado a los nuevos roles que ambos actores desempeñan en la actualidad.

Contexto Actual de la Educación y Formación Técnica Profesional (EFTP). Para alcanzar los objetivos propuestos por la EFTP deben enfrentarse hoy muchos retos, tanto internos como externos, desde la parte de la legislación hasta la parte operativa en las diversas instituciones y especialidades. Desde el contexto internacional, por ejemplo, se plantean para Costa Rica retos que deben atenderse a nivel país y que se pueden resumir en las recomendaciones de los siguientes organismos internacionales:

Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE): la OCDE menciona para Costa Rica la importancia de atender y resolver los siguientes objetivos:

1. Involucrar a los interlocutores sociales y mejorar la coordinación a través de un órgano nacional para gestionar el subsistema de EFTP.

2. Explorar la creación de un marco nacional de cualificaciones para aclarar las rutas de estudio y los niveles de cualificación.
3. Mejorar substancialmente la articulación entre los programas de EFTP y la educación superior.

Para alcanzar estos objetivos, sugiere las siguientes acciones puntuales:

- Mejorar la capacidad de respuesta del sistema educativo al mercado laboral.
- Mejorar la calidad y efectividad de la EFTP.
- Mejorar la coordinación en el subsistema EFTP.

Los anteriores objetivos y recomendaciones son los indicados por el Gobierno de Costa Rica. (Gobierno de Costa Rica, 2018 , citando a la OCDE, 2015)

En el informe de la OCDE se rescata la importancia que a futuro tendrá la ET y se indica que, aunque en la actualidad existen cerca de un cuarto del total de instituciones de educación secundaria con esta modalidad técnica, deberá incrementarse en un futuro. Y en este sentido, un abordaje que se recomienda es, por ejemplo, desarrollar colaboraciones con los empleadores, y aquí tanto el INA como el MEP están estableciendo programas que incluyen una mayor experiencia práctica en las empresas. Además, unido a este mejoramiento está el trabajo que se realiza en el Marco Nacional de Cualificaciones, el cual viene a establecer pautas para el reconocimiento de todos los esfuerzos que los distintos actores realizan en este momento en el país. (OCDE, 2017)

En el informe citado anteriormente se indica que entre las debilidades identificadas en Costa Rica estaban, en primer lugar, que el país carece de instituciones que puedan convertirse en un foco de especialización técnica y de excelencia, eso sí, con la participación del empleador y con oportunidades de aprendizaje basado en el trabajo, y segundo, que en el país no se ha logrado desarrollar programas profesionales de educación postsecundaria más cortos, de entre seis meses y dos años, que proporcionen la capacitación profesional requerida en otros países de la OCDE y de Latinoamérica. (OCDE, 2017)

Organización Internacional del Trabajo (OIT): Por otro lado, la OIT recomendó fuertemente la creación de un marco de cualificaciones, dando herramientas básicas para su diseño e implementación, donde debe darse una comparabilidad de cualificaciones diferentes y cómo se puede progresar de un nivel a otro dentro y a través de sectores ocupacionales o industriales, o incluso, a través de campos vocacionales y académicos. Además, da recomendaciones para el desarrollo de los recursos humanos. (Citado en Gobierno de Costa Rica, 2018 , citando a la Organización Internacional del Trabajo, 2010)

Es relevante conocer, entonces, qué acciones se aplican en la actualidad reciente del país para obedecer no solo al mandato constitucional dado en el artículo 17, sino también para atender las recomendaciones internacionales, así como las de los actores nacionales, e impulsar, de este modo, la modalidad de la EFTP en Costa Rica. Para esto hay que tener claro cuáles son las virtudes, las debilidades y cuáles los retos para poder potenciarla y llevarla a un nivel aún mayor de impacto para la sociedad y los individuos. En los tiempos modernos es vital potenciar esta opción académica como una respuesta ante los cambios bruscos y rápidos que se dan en la relación educación – empleo.

Entre las medidas que se han tomado en Costa Rica para enfrentar las debilidades señaladas y convertirlas en fortalezas, en el año 2019 se firmó la Ley de Educación y Formación Dual (N.º20786) que viene a cubrir la deficiencia indicada anteriormente por la OCDE al oficializar la formación de los estudiantes en dos ambientes de aprendizaje: una institución educativa y una empresa formadora. Esta ley da el marco jurídico para que las condiciones de los estudiantes en la modalidad sean seguras y certificadas; entre algunas consideraciones, por ejemplo, el INA será el ente encargado de certificar los conocimientos pedagógicos de los mentores que serán los que tendrán a su cargo la formación en la empresa para así poder garantizar la calidad de la enseñanza.

Aquí el papel del INA es en particular importancia debido a que es un ente que desde 1993 empezó a trabajar en esta modalidad dual en carreras como mecánica de vehículos, metalmecánica y electrónica, entre otras. En el presente hay estudiantes cursando programas de capacitación en la modalidad dual en turismo, electromecánica, calidad del *software*, eficiencia energética y mecánica de vehículos (Ministerio de Comunicación, Presidencia de la República, 2019). Además de esto, un beneficio adicional es que muchas de estas carreras técnicas en modalidad dual se han

ofrecido en regiones como Guanacaste, Zona Norte y el Área Metropolitana, y uno de los énfasis en que el INA trabaja es precisamente en expandirse tanto a nivel temático como territorial.

Otro insumo para tomar en cuenta es el Marco Nacional de Cualificaciones de la Educación y Formación Técnica Profesional en Costa Rica, publicado en el 2018, que busca dar respuesta a las recomendaciones que hacen los entes como la Unesco, la OIT y la OCDE, que coinciden en la necesidad de articular el sistema educativo con la finalidad de lograr reconocimiento de competencias, la certificación y la articulación en los diferentes niveles educativos, para alcanzar la formación integral y aprendizaje permanente. (Gobierno de Costa Rica, 2018)

Hay que indicar que la formulación del Marco Nacional de Cualificaciones es congruente con la Estrategia Nacional de Empleo y Producción (ENEP), cuyo objetivo consistía en ampliar las oportunidades para que “las mujeres y los hombres consigan un trabajo decente y productivo, por medio de un esfuerzo combinado de la política económica y social, y de los sectores público y privado, que fomente el crecimiento inclusivo y la reducción de la pobreza y la desigualdad”. La ENEP retoma del Plan Rescate 2014-2018, que consiste en el compromiso de transitar y fomentar empleo digno, que genere ingresos, coadyuve a salir de la pobreza, facilite el acceso a la seguridad social y a las garantías que indica la ley; siendo que, uno de los tres pilares para rescatar a Costa Rica es el crecimiento económico y la generación de más y mejores empleos, por esta misma vía procurar la reducción de la pobreza y la desigualdad. (Gobierno de Costa Rica, 2018)

Fundamentación Astronómica

En esta sección se establecerán los conceptos y fundamentos astronómicos que se consideran como los básicos que un estudiante de secundaria debería dominar. El por qué de esta escogencia se mostrará en detalle en la siguiente sección, cuando se fundamenten los criterios para dicha elección en los planes de estudio de varios países, incluido el caso de Costa Rica.

Primero se tratará sobre la importancia que tiene la astronomía en la vida cotidiana y luego, se explicarán los conceptos astronómicos siguiendo un orden lógico, que es el mismo en que estos

conceptos fueron preguntados en el cuestionario aplicado a los estudiantes y los profesores del Colegio Técnico Agustiniano.

La astronomía se define como la ciencia que estudia todos los cuerpos celestes (asteroides, cometas, satélites, planetas, estrellas, nebulosas, galaxias, entre otros) y fenómenos que existen en el universo, así como las leyes que gobiernan su comportamiento.

Importancia de la Astronomía en la Vida Cotidiana. La Unión Astronómica Internacional (IAU, por sus siglas en inglés) es una organización que agrupa a las diferentes sociedades astronómicas nacionales y es el órgano de decisión internacional en cuanto a nomenclatura de planetas y otros objetos celestes, así como los estándares en astronomía a nivel mundial.

La relación entre la astronomía y la vida cotidiana es abordada por la IAU (Rosenberg *et al.*, 2018). Se menciona que esta ciencia nos abre los ojos para comprender cuál es nuestro lugar en el universo y cuál es la relación directa que tenemos con él. La astronomía ha estado ligada desde el origen de la civilización con la religión, la política, la economía y con la sociedad en general.

Existen aún muchas preguntas por responder en cuanto al universo y cada día surgen más, pero también se va comprendiendo paso a paso cuál es su funcionamiento y qué cuerpos y fenómenos lo componen. Y en este proceso de aprendizaje se crean métodos, se desarrollan instrumentos y se fundamentan teorías que luego han tenido una repercusión directa en la vida cotidiana de todas las personas. Sin embargo, es cada vez más cuestionada la búsqueda de este conocimiento por muchos sectores de la sociedad. En palabras del Premio Nobel de la Química 1999, “Preservar el conocimiento es fácil. Transferir el conocimiento también es fácil. Pero producir nuevo conocimiento no es ni fácil ni rentable a corto plazo. Afortunadamente la investigación prueba que es rentable a largo plazo e, igualmente importante, es una fuerza que enriquece la cultura y cualquier sociedad con la razón y la verdad básica”.

Si bien es cierto, también, los resultados que la astronomía le devuelve a la sociedad no son inmediatos, a largo plazo se ha visto que pueden llegar a ser fundamentales, pues para alcanzar sus fines debe desarrollar tecnología de última generación y métodos que pueden marcar, a largo plazo, la diferencia en la sociedad.

Aunque lo anterior es totalmente cierto, se requiere conocer los aportes tangibles que se derivan directamente de la investigación astronómica y que impactan en alto grado en la vida cotidiana de las personas. Este impacto se ve reflejado en el sector industrial, el sector aeroespacial, el sector energético, en la medicina, en la vida cotidiana, en la motivación vocacional y en la colaboración internacional, entre otros.

En el sector industrial es importante destacar los avances en el procesamiento de imágenes y en la comunicación. La película fotográfica *Kodak Technical Pan*, que fue diseñada originalmente para que los astrónomos solares pudieran grabar los cambios en la estructura de la superficie del Sol, se utiliza ampliamente en espectroscopía médica e industrial, por fotógrafos industriales y artistas. Una mejora del *software* fue utilizada para detectar cosechas enfermas y bosques, en odontología, diagnósticos médicos y para el rastreo de capas de pintura para descubrir falsificaciones.

En el año 2009 se galardonó a Willard S. Boyle y a George E. Smith con el Premio Nobel de Física por el desarrollo de los sensores de captura de imágenes para imágenes astronómicas, conocidos como Dispositivos de Carga Acoplada o *Charge Coupled Devices* (CCD) y que actualmente se utiliza en cualquier cámara personal, *webcams* y teléfonos móviles.

En las telecomunicaciones, la radioastronomía ha proporcionado muchas herramientas, dispositivos y métodos de procesamiento de datos. Por ejemplo, el lenguaje *Forth* fue creado originalmente para ser usado en el telescopio de 0,9 metros en el observatorio de Kitt Peak y actualmente la empresa *FedEx* lo utiliza para su servicio de seguimiento a través de todo el mundo.

Otras aplicaciones son: la compañía *General Motors* utiliza el lenguaje de programación astronómico IDL (*Interactive Data Language*) para analizar los datos de accidentes. Las reservas subterráneas de petróleo son analizadas por un *software* diseñado para técnicas de detección de radiación gravitacional (producidas cuando los cuerpos masivos son acelerados). La compañía de telecomunicaciones A&A utiliza el *software Image Reduction and Analysis Facility* (IRAF), escrito por el Observatorio Nacional de Astronomía Óptica (NOAO) para analizar sistemas de ordenadores y para gráficos de física del estado sólido. Y finalmente, el astrónomo Larry Altschuler fue el responsable del desarrollo de la tomografía (el proceso de formación de imágenes

en secciones usando una onda penetrante) a través de su trabajo de reconstrucción de la Corona Solar a partir de sus proyecciones.

En el área aeroespacial, los satélites de defensa son esencialmente telescopios apuntando hacia la Tierra y requieren de la misma tecnología y *hardware* que los usados en astronomía, y el procesamiento de imágenes utiliza el mismo *software* que es empleado en el procesado de las imágenes astronómicas.

Los sistemas de alerta temprana utilizan el mismo método que usan los astrónomos para diferenciar entre humo de cohetes y objetos astronómicos, por medio de las observaciones de estrellas y modelos de atmósferas estelares.

Los astrónomos desarrollaron un contador de fotones apantallado para el Sol que permite medir los fotones de una fuente, aun en el día, sin verse saturadas por el Sol. Este contador se emplea ahora para detectar fotones ultravioletas que se producen en el tubo de escape de un misil y esa misma tecnología permite detectar gases tóxicos.

Y uno de los más utilizados en la actualidad: el conjunto de satélites del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) depende de objetos astronómicos como cuásares y galaxias lejanas para determinar las posiciones con precisión.

En el sector energético, los métodos astronómicos se utilizan para encontrar nuevos combustibles fósiles y para evaluar la capacidad de nuevas fuentes de energías renovables. Empresas australianas han creado colectores de radiación solar de más de 16 metros de diámetro, utilizando el grafito que fue desarrollado para un sistema de telescopios orbitales. Finalmente, la tecnología empleada para formar imágenes de rayos X en los telescopios de este tipo, se usa para monitorear la fusión de plasma que busca resolver problemas en la búsqueda de energía segura, limpia y económica.

En la medicina es importante poder ver dentro del cuerpo humano y en la astronomía se requiere lo mismo, por lo que han desarrollado métodos para producir y analizar imágenes de muy alta resolución. El Premio Nobel Martin Ryle desarrolló la tecnología de la *Síntesis de Apertura*, la cual se utiliza actualmente en la tomografía computarizada (CT), la imagen por resonancia magnética (MRI), la tomografía de emisión de positrones (PET), entre otras. Igualmente, tanto el

IDL como el IRAF son ampliamente utilizados en el análisis de todas estas imágenes. Otra aplicación en el área de la medicina es la creación de protocolos, de filtros de aire y trajes para la construcción de telescopios espaciales, que son empleados en las salas de operaciones.

Los radioastrónomos desarrollaron una metodología que actualmente se utiliza como un medio de detección de tumores no invasivos. Sensores térmicos diseñados para controlar la temperatura en los instrumentos de los telescopios se usan para controlar la temperatura de las unidades neonatales. Un escáner de rayos X desarrollado por la NASA se emplea en pacientes de cirugía ambulatoria, lesiones deportivas, clínicas y para estudiar si ciertas pastillas están o no contaminadas. Programas de procesamiento de imágenes por satélite ayudan a crear un método para implementar un reconocimiento en pacientes que padecen de Alzheimer. Finalmente, la óptica adaptativa (usada y desarrollada para la astronomía), puede usarse para tomar imágenes de la retina en pacientes vivos.

Además de lo anterior, existe una serie muy grande de aplicaciones que se utilizan a diario y que provienen del desarrollo, aplicación y ejecución de proyectos astronómicos. Uno de los más importantes es la Red de Área Local Inalámbrica (*Wireless local area network* – WLAN), que utiliza un método de enfoque de imágenes en un radiotelescopio. La tecnología aplicada en los observatorios de rayos X se emplea en cintas de equipajes de los aeropuertos. Un cromatógrafo de gases diseñado para una misión a Marte sirve para buscar drogas y explosivos en los aeropuertos. Los policías usan el fotómetro de demanda de oxígeno para revisar que las ventanas de los autos son transparentes según la ley, y este instrumento fue desarrollado por astrónomos para medir la intensidad de la luz. Un espectrómetro de rayos gamma utilizado para analizar el suelo lunar, se emplea ahora para probar la debilidad estructural de edificios históricos.

Un poco menos tangible es el papel de la astronomía en la medición del tiempo. La creación de los calendarios se basaba en los movimientos de la Luna y del Sol y el desarrollo de relojes atómicos aplica parámetros astronómicos en muchas ocasiones. Además, la parte cultural y el impacto social es inmenso. Series como *Cosmos* de Carl Sagan y el libro *Una Breve Historia del Tiempo* de Stephen Hawking han impactado a miles de personas en el mundo, motivando las vocaciones científico/tecnológicas.

La Forma de la Tierra. Una de las creencias más generalizadas es que la Tierra es redonda (una esfera); sin embargo, debido a la rotación sobre su propio eje se aleja un poco de esta forma perfectamente simétrica.

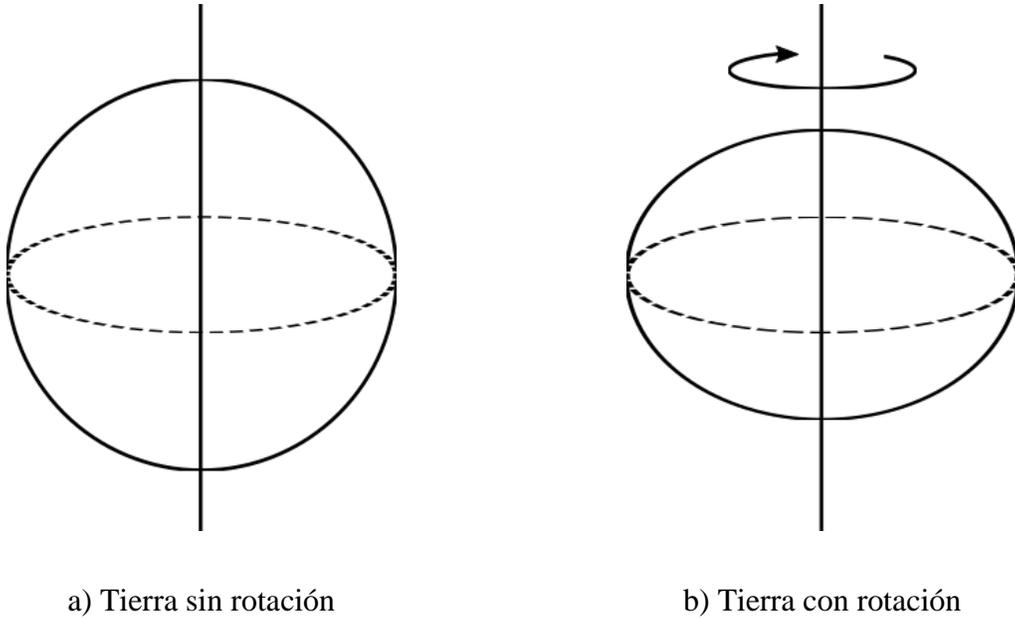
La forma exacta de la Tierra es bastante complicada y depende de los parámetros con que se mida, así será la forma que tome; por ejemplo, puede medirse con respecto a la corteza (poco móvil) o con el nivel del mar (muy móvil), entre otras causas, y así se tendrían diferentes definiciones. Además, está la influencia de cuerpos como la Luna y el Sol, que causan mareas muy altas o muy bajas, generando atracción de esas masas que se mueven por todo el planeta y cambian la forma y la atracción gravitacional en las distintas partes fluidas e, inclusive, en las que se consideran a veces como sólidas (corteza terrestre). En ocasiones se utiliza la superficie libre del agua para definir la forma de la Tierra. (Kutner, 2003)

En una muy buena aproximación se dice que la forma de la Tierra es de un esferoide achatado (conocido como un elipsoide de revolución). Debido a la rotación, el radio de un círculo que pasa por el ecuador (un paralelo) es ligeramente más grande que un círculo que pasa por los polos (un meridiano).

En la Figura 1 se muestra este efecto (no a escala) y un poco exagerado para resaltar la diferencia de una Tierra sin rotación, y el caso donde, tomando en cuenta la rotación del planeta, tiende a achatarse en uno de sus ejes:

Figura 1.

Achatamiento de la Tierra debido a su rotación.

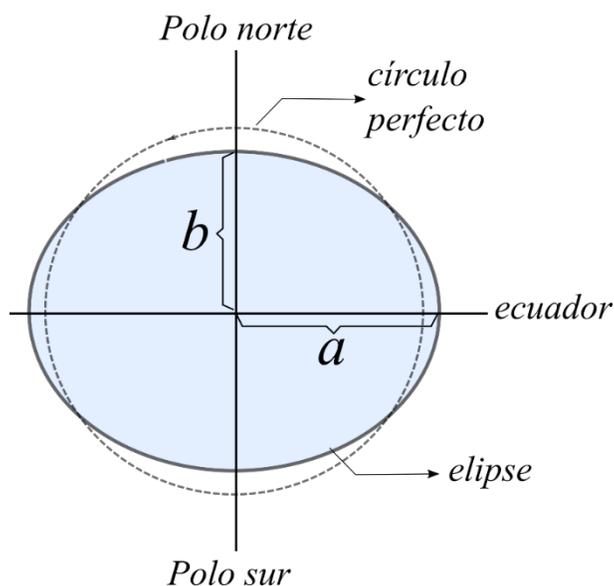


Fuente: Pineda Lizano (2020).

La diferencia entre las dos dimensiones mencionadas (paralelo en el ecuador y meridiano en los polos) se muestra en la Figura 2.

Figura 2.

Corte transversal de la esfera y del esferoide.



Fuente: Pineda Lizano (2020).

Para el planeta Tierra, la Unión Internacional de Geodésica y Geofísica (IUGG) adoptó el Sistema de Referencia Geodésico 1980 (Moritz, 1980), cuyos valores de los dos parámetros mostrados en la figura son: $a = 6378,137$ km y $b = 6356,752$ km. Como puede calcularse, esto quiere decir que la diferencia es bastante pequeña, de apenas 21,385 km (Karttunen, Kröger, Oja, Poutanen, & Donner, 2017), lo cual implica que es casi una esfera perfecta, pero esos 21 km de diferencia tienen que considerarse en muchas aplicaciones prácticas, como por ejemplo, cuando se necesita conocer con precisión el valor de la aceleración de la gravedad para fines gravimétricos.

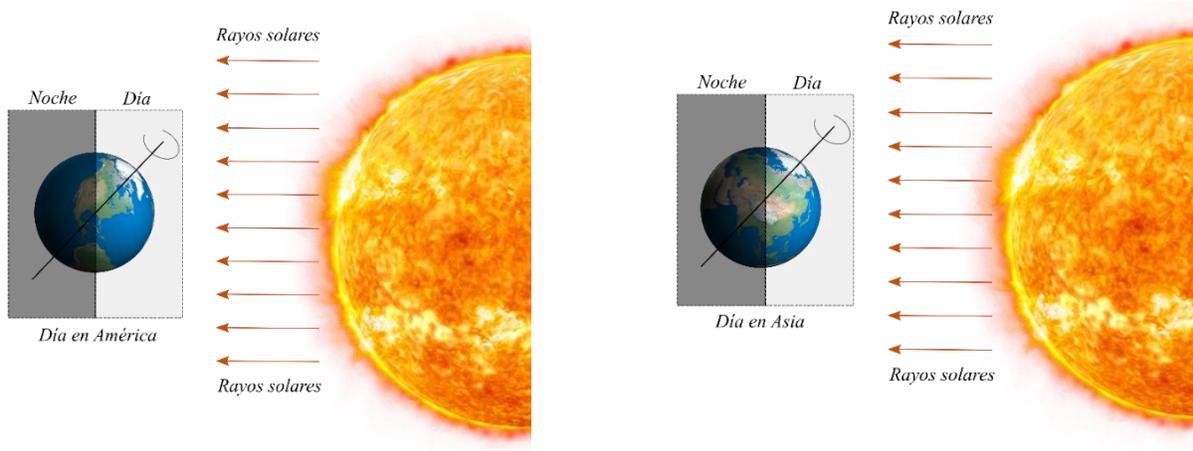
El Fenómeno del Día y la Noche. El fenómeno del día y la noche en la Tierra se debe a la rotación de la Tierra sobre su propio eje. Dicha rotación tiene, para efectos prácticos, una duración de 24 horas. Este periodo de tiempo, que se le conoce como *día*, en realidad se define más precisamente como un día solar medio. (Karttunen, Kröger, Oja, Poutanen, & Donner, 2017)

Mientras la Tierra se traslada en su movimiento alrededor del Sol, también va girando sobre su propio eje y es esta última rotación la responsable de que el Sol vaya saliendo (desde nuestra perspectiva) en diversas zonas del planeta Tierra y se dé el fenómeno del día y de la noche. En apariencia, para un observador terrestre, es el Sol el que sale en la mañana y se oculta en la tarde.

En la Figura 3 se puede apreciar que la mitad de la Tierra se encuentra iluminada por el Sol y, conforme la Tierra va girando, nuevas zonas de la Tierra serán iluminadas y otras se irán oscureciendo. En la Figura 3, a la izquierda, se tiene a los rayos del Sol incidiendo sobre parte de América del Norte y del Océano Atlántico y, conforme pasa el tiempo, nuevas regiones de América, como América Central y Sudamérica, irán entrando en la región iluminada (día), mientras que 12 horas después (lado derecho), cuando la Tierra ha girado durante la mitad de su periodo de revolución, ahora los rayos del Sol se encuentran incidiendo principalmente sobre Asia y América, está entrando en la parte oscura (noche) y las zonas de Asia entran en su nuevo día.

Figura 3.

La rotación de la Tierra causa el fenómeno de la noche y el día.



a) Día iniciando en América

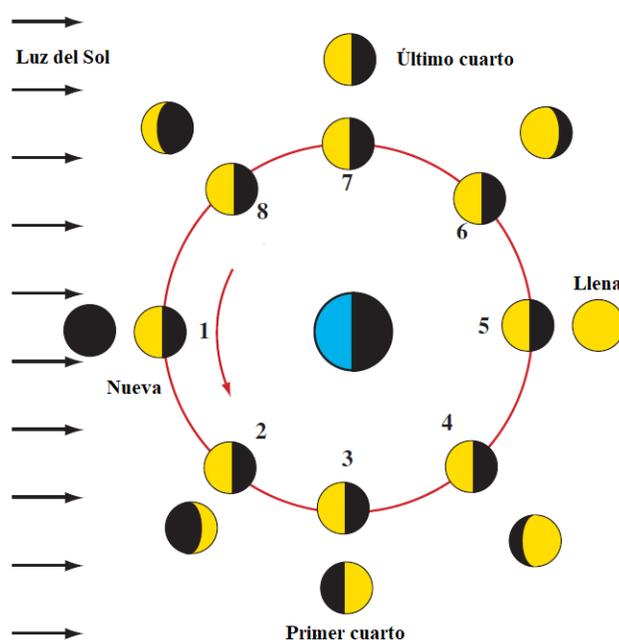
b) Día iniciando en Asia

Fuente: Pineda Lizano (2020). Dibujo no a escala, adaptado utilizando imágenes de <https://www.solarsystemscope.com/spacepedia> y de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Globe_-_Asia_space_view.png.

Fases de la Luna. Las fases de la Luna se explican correctamente de la siguiente manera. En todo momento, mientras la Luna gira alrededor de la Tierra, la mitad de la Luna está siendo iluminada por el Sol; pero dependiendo de su posición, desde la Tierra solo vemos una fracción, toda o ninguna porción de su superficie iluminada por el Sol. (Galperin, 2016)

Figura 4.

Fases de la Luna vista desde la Tierra.



Fuente: Pineda Lizano (2020). Adaptada de Kutner, 2003 .

Se nota en la Figura 4, que las imágenes de la Luna que están sobre la línea roja están recibiendo siempre en alguna parte de su superficie los rayos solares, o sea, en todos los momentos indicados en la figura siempre hay luz solar en la Luna. Sin embargo, lo que se puede ver desde la Tierra dependerá de la posición relativa entre ambos cuerpos. Por ejemplo, en el caso 1 de la Figura 4, la luz del Sol está incidiendo en la parte de la Luna que no es posible ver desde la Tierra, por eso, en este caso, se tendría la fase de Luna Nueva y no es posible ver la Luna. Cuando avanza a la posición 2, aunque siempre está la mitad de la Luna iluminada, por la posición solo es posible

ver una fracción de esa luz, lo que se ve desde la Tierra es la imagen que está afuera de la línea roja en 2 (un cachito de Luna) y así sucesivamente en las demás posiciones indicadas.

También se puede notar de la Figura 4 que si se está en el lado iluminado de la Tierra (o sea, que es de día), se podría perfectamente ver a la Luna en el cielo, eliminando el mito de que la Luna pertenece a la noche en contraposición con el Sol, que sí pertenece al día.

Hay que indicar también aquí que el fenómeno de las fases lunares no está relacionado con que la Luna pase por la sombra de la Tierra, o que sea causado por nubes u otros fenómenos atmosféricos que a veces se le asocian en la cultura popular.

El Lado Oculto de la Luna. Como ya se indicó previamente, las fases de la Luna ocurren por la posición relativa entre la Tierra y la Luna en relación con los rayos solares que iluminan siempre la mitad de la Luna. Sin embargo, en cualquiera de las fases en que se encuentre la Luna, siempre mostrará la misma cara hacia la Tierra. Este fenómeno se ilustra en la Figura 5, donde se nota que sea la fase que se vea desde la Tierra, siempre se está viendo la misma cara de la Luna.

Figura 5.

Vista de la cara visible de la Luna desde la Tierra en cada una de sus fases.



Fuente: Pineda Lizano (2020). Dibujo no a escala, Adaptado utilizando imágenes de <https://www.solarsystemscope.com/spacepedia>.

Al haber un lado que siempre apunta hacia la Tierra, quiere decir que el otro lado nunca se verá desde la Tierra, y es a este lado al que se le llama el lado oculto de la Luna. Hay que tener cuidado porque muchas personas lo llaman el “lado oscuro” de la Luna, siendo esta una definición incorrecta porque, aunque no lo veamos desde la Tierra, sí estará iluminado en ocasiones por el Sol.

El motivo del por qué la Luna siempre le da la misma cara a la Tierra es el siguiente: al estar los dos astros relativamente cercanos, entre ellos se producen mareas (tanto sólidas como líquidas) y estas mareas van causando, para el caso de la Tierra, una desaceleración que va alargando la duración de los días. En el caso de la Luna, el mismo fenómeno la fue desacelerando en el pasado al igual que a la Tierra, hasta que llegó al estado actual. Este estado actual, para la Luna, ya es un estado de equilibrio y las mareas que se generan están alineadas siempre con la Tierra y no afectarán más su rotación, motivo por el cual mostrará siempre la misma cara hacia la Tierra.

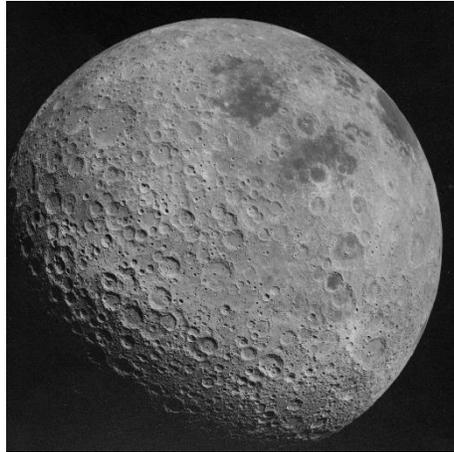
El efecto final de esta interacción entre los dos cuerpos es que la duración del periodo de rotación sobre su propio eje es igual a la duración de su periodo de traslación alrededor de la Tierra, o sea, dura lo mismo en dar una vuelta sobre sí misma, que en dar una vuelta a la Tierra.

Es incorrecto pensar que la Luna no gira. Se puede hacer un experimento simple para comprender esto. Si se le quiere dar, por ejemplo, una vuelta a un árbol siempre mirándolo, no queda más opción que girar sobre nuestro eje mientras giramos alrededor del árbol, igual en el caso de la Luna, ésta tiene que girar sobre su propio eje mientras se mueve alrededor de la Tierra.

En la Figura 6. se muestra una fotografía del lado oculto de la Luna tomada durante la misión Apollo16 de la NASA. Hay que mencionar que este lado oculto no fue posible verlo hasta el 7 de octubre del año 1959, durante la misión automática “Luna 3” de la antigua Unión Soviética.

Figura 6.

Lado oculto de la Luna.



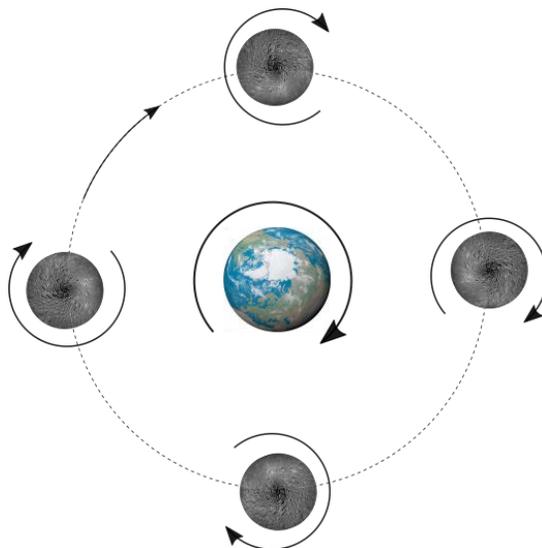
Fuente: recuperado de: <https://www.lpi.usra.edu/resources/apollo/images/print/AS16/M/3021.jpg>.

En la

Figura 7. se muestra a la Tierra en el centro del sistema y a la Luna girando alrededor de ella. En esta figura se está tomando un punto de vista sobre los polos norte de ambos cuerpos y así, de esta forma, el eje de rotación en la figura es perpendicular al plano de la imagen. Las flechas indican el sentido de rotación de la Luna y se nota que ésta, conforme va girando alrededor de la Tierra, sigue mostrando siempre la misma cara hacia el planeta.

Figura 7.

Vista del sistema Tierra-Luna desde el polo norte de ambos cuerpos celestes.

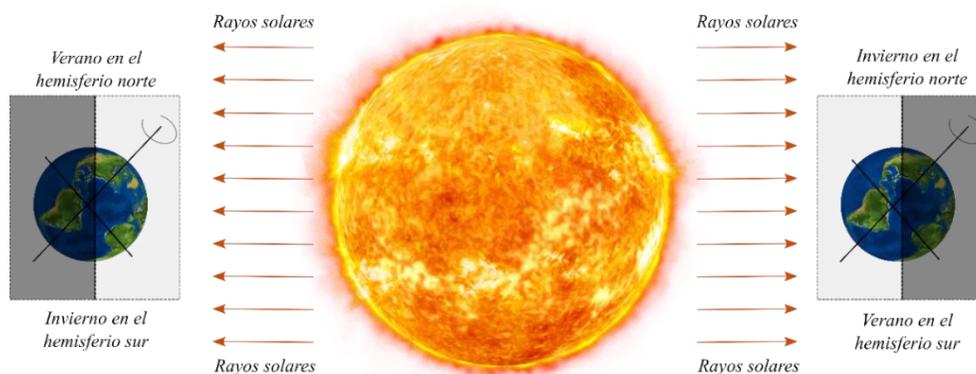


Fuente: Pineda Lizano (2020). Adaptado con imágenes de *NASA/GSFC/Arizona State University*.

Estaciones del año. La causa de que en la Tierra se den las estaciones del año (invierno, primavera, verano y otoño) es la inclinación del eje de rotación terrestre (que atraviesa el planeta por los polos geográficos), combinado con la traslación del planeta alrededor del Sol. Dicha inclinación entre el plano del ecuador de la Tierra y el plano de la eclíptica es de aproximadamente $23,5^\circ$.

Figura 8.

Causa de las estaciones en la Tierra.



Fuente: Pineda Lizano (2020). Dibujo no a escala, adaptado utilizando imágenes de <https://www.solarsystemscope.com/spacepedia>.

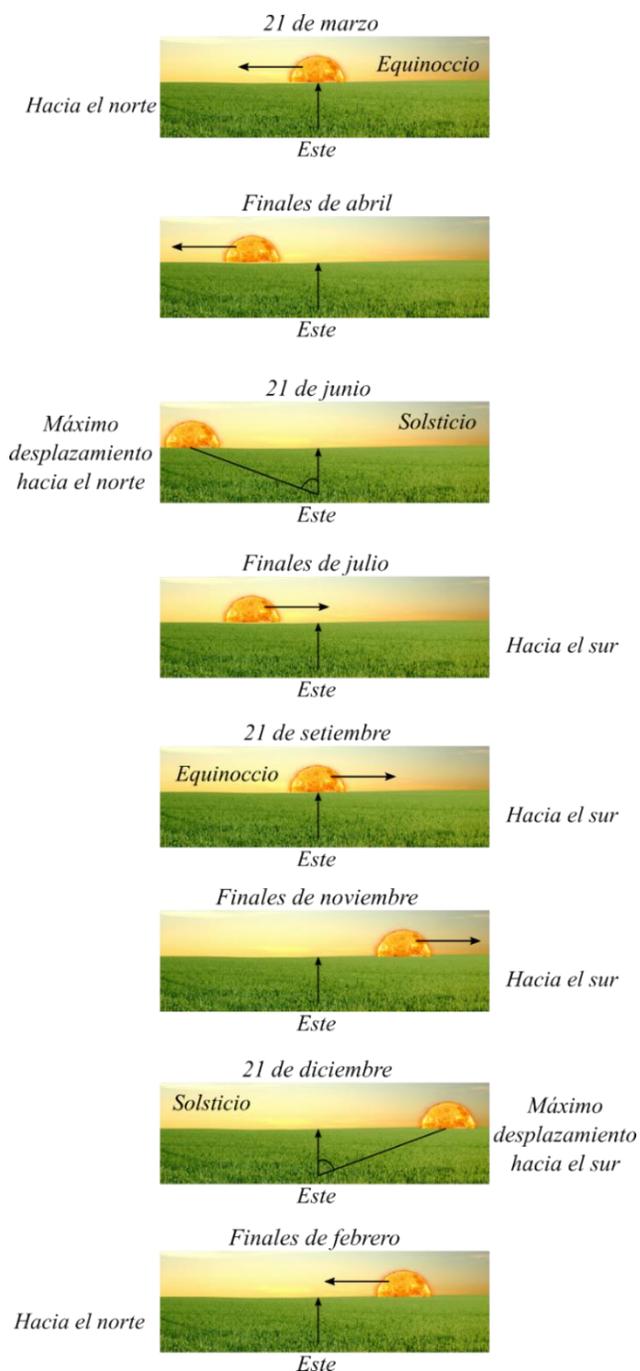
En la figura de la Tierra a la izquierda de la Figura 8., la luz solar incide más perpendicularmente sobre el hemisferio norte y, por lo tanto, estamos en el verano de dicho hemisferio; pero seis meses después, cuando la Tierra esté en el otro extremo de su órbita alrededor del Sol, será el hemisferio sur el que reciba la mayor cantidad de radiación solar perpendicular.

Un error muy común es creer que las estaciones se deben principalmente a la distancia entre la Tierra y el Sol, y aunque la órbita de la Tierra es elíptica y efectivamente, hay momentos donde está más cerca o más lejos del Sol, no es la causa principal. Hay que decir también que la excentricidad de la órbita terrestre (qué tan deformada está del círculo) es muy pequeña, razón que indica que dicha órbita es bastante cercana al círculo como para ser considerable en el efecto de las estaciones en una primera aproximación.

Salida y Puesta del Sol. Una frase muy común en la cultura popular es que el Sol sale por el este y se oculta por el oeste; sin embargo, esto solo es cierto estrictamente en dos momentos específicos a lo largo del año. Si se observa el lugar de salida del Sol cada día, se nota que va cambiando de punto por el cual sale. Lo anterior se ilustra en la figura 10, donde se ve el recorrido del Sol en sus distintos puntos de salida a lo largo del año y sus puntos extremos (solsticios) y medios (equinoccios).

Figura 9.

Movimiento del lugar de salida del Sol a lo largo del año.



Fuente: Pineda Lizano (2020). Adaptado utilizando imágenes de <https://www.solarsystemscope.com/spacepedia>.

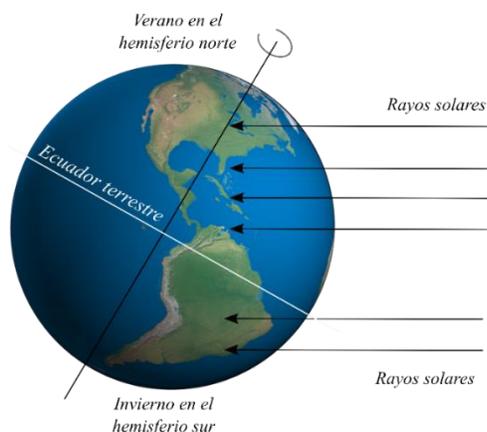
Las fechas indicadas en la figura son las usuales, porque a veces cambia en un día de diferencia. Como se ve en la figura, solo hay dos días al año en que el Sol sale por el este (y ese

mismo día se oculta por el oeste). El ángulo indicado en la figura cuando se da el desplazamiento máximo hacia el norte o hacia el sur depende de la latitud a la que se encuentra el observador.

Verano e invierno. Como se mencionó en el apartado anterior, el verano y el invierno no ocurren porque la Tierra esté más lejos o más cerca del Sol, sino que ocurren por la inclinación del eje de la Tierra con respecto al plano de la eclíptica. Ahora, el por qué las temperaturas son mayores en verano que en invierno tiene que ver con la inclinación con que llegan los rayos solares a la superficie de la Tierra.

Figura 10.

Influencia de la inclinación del eje terrestre y la dirección de los rayos solares.

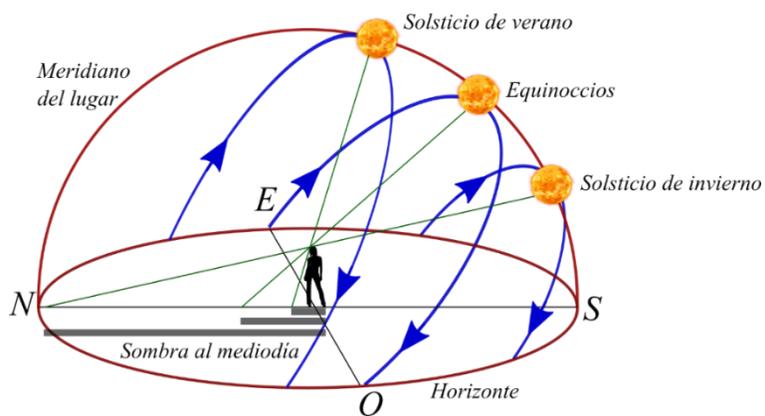


Fuente: Pineda Lizano (2020). Adaptado utilizando imagen de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Globe_-_Americas_space_view.png.

A lo largo del año, en un lugar específico, el Sol también cambia la altura máxima a la que llega en su movimiento diario; entonces, en verano el Sol llega a mayor altitud que en invierno y el efecto de los rayos solares en un lugar dependen fuertemente de esta posición. En verano, al llegar más alto, hace que los rayos solares lleguen más perpendiculares a la superficie, mientras que en invierno, al estar más bajo, llegan mucho más inclinados. Esto se analiza en la Figura 11, donde se nota la altura a la que llega el Sol en diversos momentos del año.

Figura 11.

Altura del Sol a medio día en diferentes épocas del año y las sombras respectivas.



Fuente: Pineda Lizano (2020). Adaptado utilizando imágenes de <https://www.solarsystemscope.com/spacepedia>.

La Figura 11 es un complemento de la

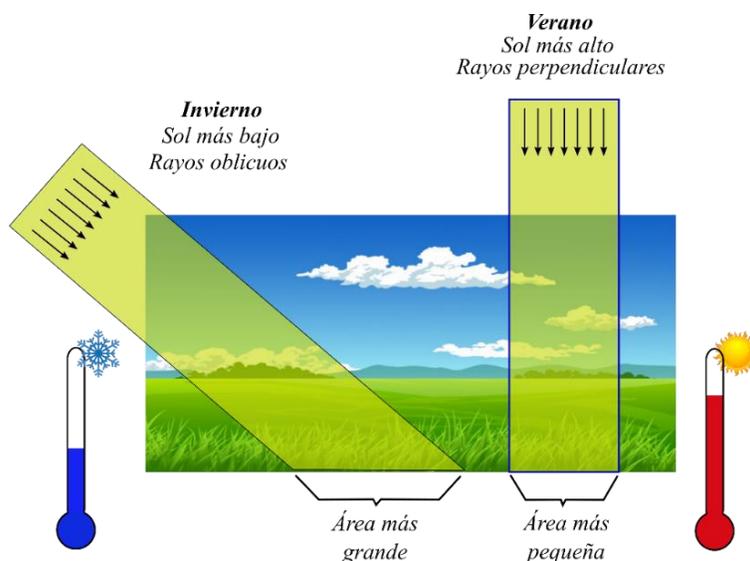
Figura 9, que indicaba que el Sol salía por distintos puntos a lo largo del año, y ahora se añade el hecho de que también alcanza alturas distintas a lo largo del año.

Las diferentes alturas traen como consecuencia que las sombras proyectadas a una hora determinada (por ejemplo, a mediodía) sean distintas en distintos instantes del año. Este fenómeno se muestra en la Figura 12. Como la energía que proviene del Sol se puede considerar bastante constante, lo único que cambia entre las dos situaciones es el área sobre la cual actúa. Cuando el Sol está más alto (verano), los rayos inciden más perpendicularmente a la superficie, concentrando esa energía constante en un área más pequeña, y esta concentración de los rayos hace que esa energía aumente mucho más la temperatura que cuando el Sol está más bajo (invierno), ya que esa misma energía debe distribuirse en un área mayor.

Finalmente, es necesario agregar que esto es una primera aproximación donde se ha supuesto que la órbita de la Tierra es circular y, de esta forma, las estaciones tienen igual duración entre sí. En la realidad, hay un pequeño efecto debido a que la órbita es elíptica, aunque con una baja excentricidad, y esto repercute levemente en la duración real de cada estación.

Figura 12.

Distribución de energía solar en el verano y en el invierno.



Fuente: Pineda Lizano (2020). Adaptado utilizando la imagen de fondo de <https://freepik.es>.

Tamaños y Posiciones en el Sistema Sol-Tierra-Luna. Algunas de las variables físicas más difíciles de imaginar o aproximar en la astronomía son las distancias a las que se encuentran los objetos entre sí, los tamaños relativos entre los distintos cuerpos y las masas que estos tienen.

Con respecto a la posición, usualmente surgen confusiones de qué cuerpo está más lejos y por cuánto, y aunque las distancias son muy grandes, hay que considerar también aquí qué objeto celeste es más grande o pequeño que otro y por cuánto. La combinación de estas dos cantidades nos llevará a comprender mejor cuáles casos son posibles y cuáles no a la hora de analizar al sistema Sol-Tierra-Luna.

Para el Sistema Sol-Tierra-Luna se tienen los siguientes valores de sus diámetros medios. Como no son esferas perfectas por lo que se ha explicado con anterioridad, se calculan sus diámetros medios:

Cuadro 2.

Datos de algunos parámetros físicos relevantes del sistema Sol-Tierra-Luna.

Cuerpo celeste	Diámetro	Masa
	<i>(km)</i>	<i>(kg)</i>
Sol	1 392 000	$1,989 \times 10^{30}$
Tierra	12 734	$5,974 \times 10^{24}$
Luna	3 476	$7,348 \times 10^{22}$

Fuente: Karttunen, Kröger, Oja, Poutanen, & Donner, 2017 .

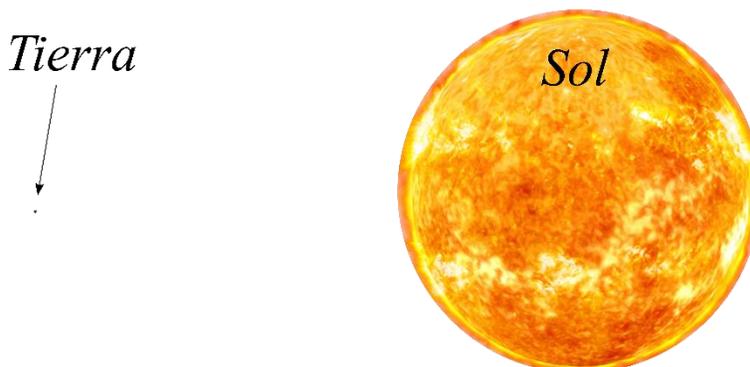
Tamaño Tierra – Sol. Usualmente, los números indicados en el

Cuadro 2 no son sencillos de comprender, por lo que es más útil encontrar relaciones entre los cuerpos, así como poder visualizarlos a escala entre sí. En este sentido, por ejemplo, si se divide el diámetro del Sol entre el diámetro de la Tierra, nos da cuántas veces es más grande el diámetro del Sol que el diámetro de la Tierra. Esto nos da un valor aproximado de 109. Esto quiere decir que se requieren 109 planetas Tierra colocados lado a lado para poder atravesar al Sol.

Visualmente, en la Figura 13 se muestra el tamaño relativo entre los dos cuerpos. Hay que notar que se debió señalar la posición de la Tierra con una flecha para que no se confunda con un punto del documento, por lo pequeña que es en comparación con el Sol.

Figura 13.

Tamaños a escala del Sol y la Tierra.

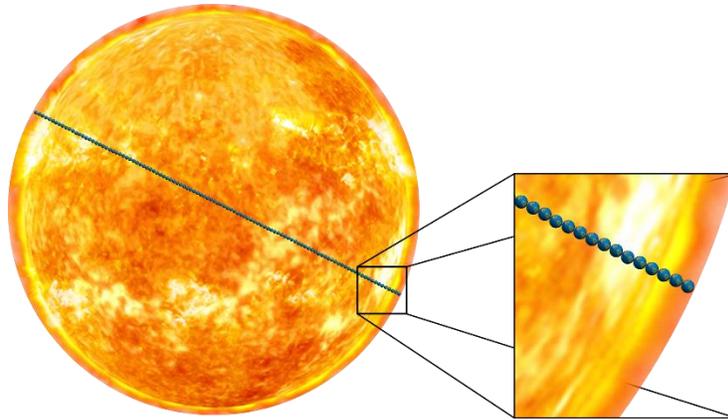


Fuente: Pineda Lizano (2020). Las distancias no están a escala, adaptado utilizando imágenes de <https://www.solarsystemscope.com/spacepedia>.

En la Figura 14 se muestra precisamente ese dato, donde se han colocado exactamente 109 Tierras en la posición del diámetro solar para verificar que realmente calzan y que los números son bastante exactos. Se ha hecho un *zoom* de una región del esquema para verificar que efectivamente son imágenes de la Tierra a escala las que están puestas y no meramente puntos.

Figura 14.

Colocación a escala de 109 Tierras en el diámetro solar.



Fuente: Pineda Lizano (2020). Adaptado utilizando imágenes de <https://www.solarsystemscope.com/spacepedia>.

Tamaño Tierra – Luna. En el caso del sistema Tierra-Luna la diferencia de tamaños no es tan grande como en el caso anterior. Hay que decir que, en relación con los demás planetas del Sistema Solar, la relación de tamaños es la más grande entre un planeta y cualquiera de sus satélites. Esta característica única en el Sistema Solar se cree que se debió a la forma en que la Luna se formó: una de las teorías más aceptada indica que un cuerpo extremadamente grande (de tamaño similar al del planeta Marte) chocó contra la Tierra primigenia, expulsando todo ese material a la órbita de la Tierra y que con el tiempo llegaría a formar nuestro satélite.

Figura 15.

Tamaños a escala de la Tierra y de la Luna.



Fuente: Pineda Lizano (2020). Las distancias no están a escala, adaptado utilizando imagen de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Globe_-_Americas_space_view.png y <https://svs.gsfc.nasa.gov/4769#28591>.

Comparativamente, si se divide el diámetro de la Tierra entre el diámetro de la Luna, se obtiene, en este caso, la relación entre sus diámetros, resultando en un valor de 3,6, o sea, un poco menos de 4 veces. En la Figura 16 se muestra esta relación entre los diámetros de una forma visual.

Figura 16.

Colocación a escala de 4 Lunas en el diámetro terrestre.



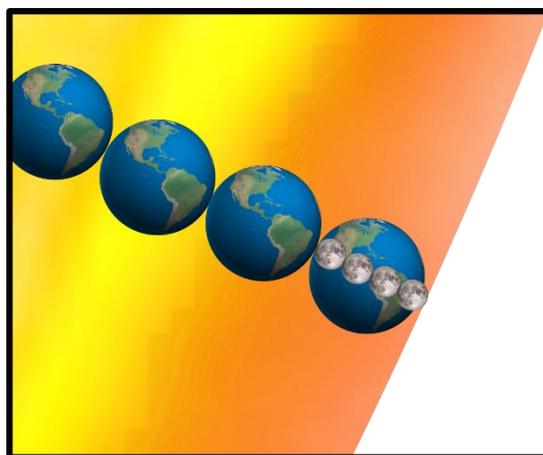
Fuente: Pineda Lizano (2020). Adaptado utilizando imagen de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Globe_-_Americas_space_view.png y <https://svs.gsfc.nasa.gov/4769#28591>.

Tamaño Sol – Luna. Aunque es claro de lo anterior que el Sol es muchísimo más grande que la Luna, es muy importante saber cuánto para aclarar varios temas que se verán más adelante. Cuando se realiza el cálculo de dividir el diámetro del Sol entre el diámetro de la Luna nos da un número muy particular, que es 400. Esto significa que se necesitarían 400 Lunas puestas una al lado de la otra para poder cubrir el diámetro del Sol, como se hizo en la Figura 14 y en la Figura 16, solo que literalmente la Luna sería mucho menos que un punto en la pantalla, prácticamente invisible.

Entonces se puede resumir en que la Luna es 400 veces más pequeña que el Sol en cuanto a su diámetro. Para efectos visuales, en la Figura 17 se muestra una sección extremadamente pequeña del Sol, con 4 de las 109 Tierras que equivalen a su diámetro y las casi 4 Lunas que llenan la Tierra.

Figura 17.

Composición de tamaños relativos de la Luna, la Tierra y parte del Sol.



Fuente: Pineda Lizano (2020). Adaptado utilizando imagen de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Globe_-_Americas_space_view.png y <https://svs.gsfc.nasa.gov/4769#28591> y <https://www.solarsystemscope.com/spacepedia>.

Posiciones de los cuerpos en el sistema Sol-Tierra-Luna. Uno de los parámetros más difíciles de entender e imaginar es la distancia relativa a la que se encuentran los distintos objetos del Sistema Solar, en general, por dos motivos: los valores tan grandes de las distancias comparadas con las cotidianas que se manejan a nivel humano, y las escalas relativas entre los

distintos cuerpos. En el Cuadro 3 se muestran las distancias que nos interesan para el sistema Sol-Tierra-Luna.

Cuadro 3.

Distancias entre los distintos cuerpos del Sistema Sol-Tierra-Luna.

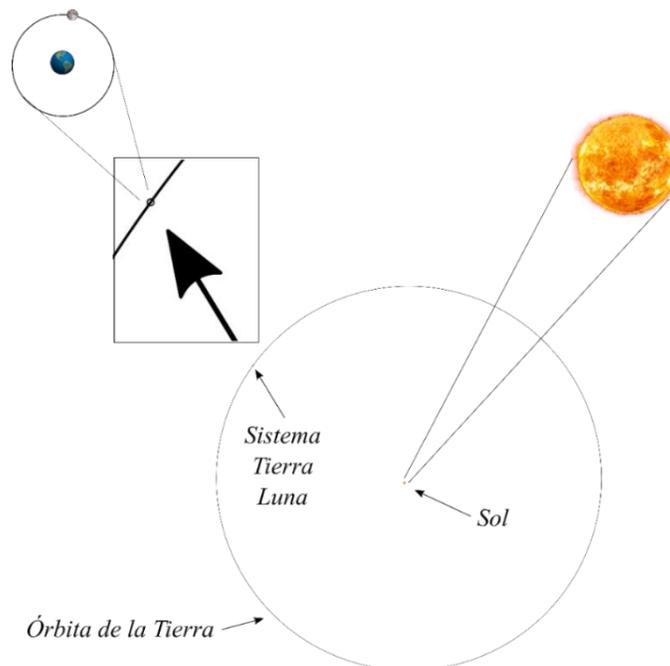
Cuerpos celestes	Distancia media entre los cuerpos celestes (km)
Sol – Tierra	149 600 000
Tierra – Luna	385 000

Fuente: Kutner, 2003 .

Una visión del sistema en su totalidad es muy difícil de realizar a escala, pues las dimensiones relativas son muy dispares, esto quiere decir que la distancia entre la Tierra y el Sol es tan grande en comparación con la distancia entre la Tierra y la Luna, que colocarlos en un mismo gráfico con sus tamaños y distancia a escala es muy difícil, pues prácticamente esta última desaparece.

Figura 18.

Visión a escala del Sistema Sol-Tierra-Luna.



Fuente: Pineda Lizano (2020). Adaptado utilizando imagen de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Globe_-_Americas_space_view.png; <https://svs.gsfc.nasa.gov/4769#28591> y <https://www.solarsystemscope.com/spacepedia>.

En la Figura 18 se muestra esta situación. El círculo grande es la órbita que la Tierra sigue en su movimiento alrededor del Sol (en el modelo de una órbita circular promedio). Tanto el Sol (pequeño punto en el centro) como la órbita de la Luna (puntito apenas perceptible indicado por la flecha) están plasmados a escala. Se nota, entonces, que la distancia entre el Sol y la Tierra es tan grande que los tamaños relativos del Sol y del sistema Tierra-Luna apenas se perciben en una visión a escala.

Por ese motivo se hacen algunos acercamientos para poder entender qué es lo que está ahí en pequeño. El Sol, que apenas es un punto amarillo, se agranda en la imagen de la esquina superior derecha, mientras que en la esquina superior izquierda se ve una primera ampliación donde ya se nota el círculo pequeño que indica la órbita de la Luna alrededor de la Tierra y, en una segunda ampliación, ya visibles tanto la Tierra como la Luna. Se nota entonces que, en una perspectiva real, la Tierra y la Luna están muy cercanas entre sí, mientras que ambas están muy alejadas del Sol.

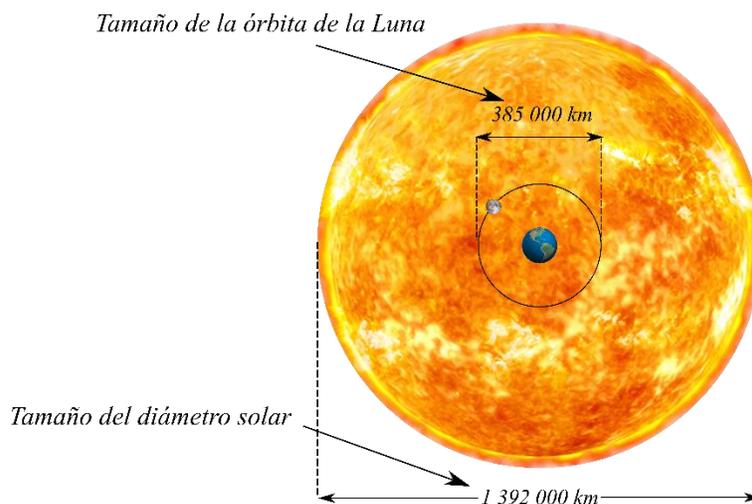
Si se utiliza la distancia a la que se encuentra la Luna de la Tierra en comparación con la distancia a la que se encuentra el Sol de la Tierra, se encuentra con los datos del Cuadro 3, da un valor de 388 veces más lejano el Sol que la Luna. Se puede afinar un poco más el dato; los valores del Cuadro 3 son valores promedio, por lo que, debido a las órbitas elípticas reales, este valor anda por encima y por debajo de esas 388, pasando en varias ocasiones por los 400. Este dato nos servirá en una sección siguiente por lo que hay que mantenerlo presente.

Otra idea importante es la colocación errónea de los cuerpos del sistema Sol-Tierra-Luna, que muchas veces es confundida al no tenerse una noción de estos parámetros. Si se toman en cuenta ambos parámetros, el tamaño de los cuerpos y las distancias entre ellos, se aprecia que hay situaciones que son imposibles, por ejemplo, es muy común que se coloque erróneamente al Sol entre la Tierra y la Luna. En palabras muy simples, ¡el Sol no cabe entre la Tierra y la Luna!

En la Figura 19 se han colocado la órbita de la Luna alrededor de la Tierra a escala con el tamaño del Sol. Se nota claramente que es imposible que el Sol quepa entre la Luna y la Tierra. Esto será importante para no confundirse en el tema siguiente que trata de los eclipses.

Figura 19.

Tamaños relativos del Sol en comparación de la órbita de la Luna alrededor de la Tierra.



Fuente: Pineda Lizano (2020). Adaptado utilizando imagen de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Globe_-_Americas_space_view.png; <https://svs.gsfc.nasa.gov/4769#28591> y <https://www.solarsystemscope.com/spacepedia>.

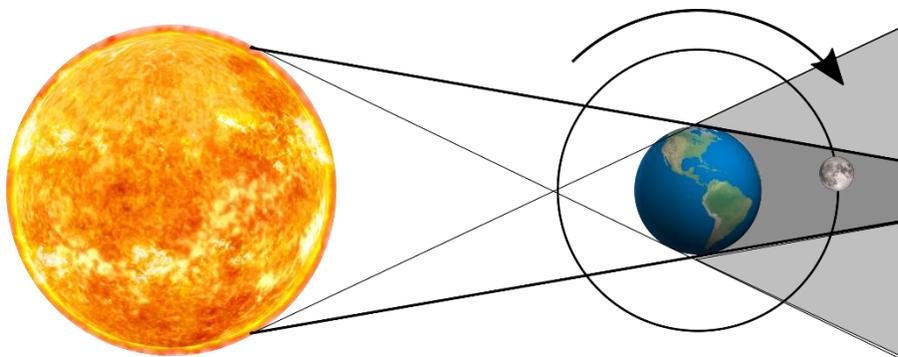
Eclipses. Un eclipse, tal como se refiere en Karttunen, Kröger, Oja, Poutanen, & Donner, 2017, es un evento en el cual un cuerpo pasa a través de la sombra de otro. Vistos desde la Tierra, los más usuales son los eclipses lunares y los de los satélites galileanos de Júpiter.

Los dos tipos de eclipses a los cuales se hará referencia son los eclipses de Sol y los eclipses de Luna. Hay que indicar que en cada uno de ellos existen distintas variaciones, aunque en este apartado solo se explicará el mecanismo general.

Eclipse Lunar. En este tipo de eclipses la Luna entra en la sombra que proyecta la Tierra. Las posiciones relativas para este caso se muestran en la Figura 20, donde la Luna se encuentra en la zona llamada umbra. La Luna, en su movimiento de rotación alrededor de la Tierra, ingresa en el cono de sombra de la Tierra empezando a oscurecerse totalmente si el eclipse es total o solo una parte si es un eclipse parcial. También existen otros tipos de eclipse lunares llamados penumbrales, donde la Luna ingresa en una región llamada penumbra, que se muestra en la imagen como una zona menos gris que la umbra.

Figura 20.

Configuración para un eclipse lunar.

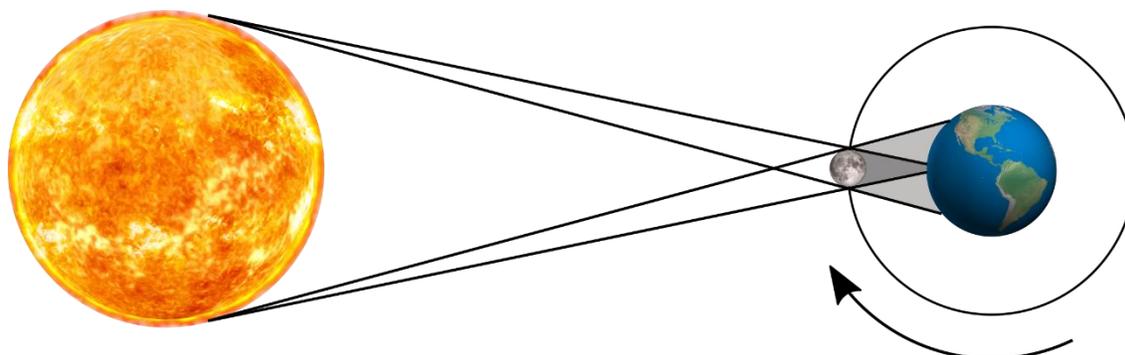


Fuente: Pineda Lizano (2020). Adaptado no a escala utilizando imagen de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Globe_-_Americas_space_view.png; <https://svs.gsfc.nasa.gov/4769#28591> y <https://www.solarsystemscope.com/spacepedia>.

Eclipse Solar. En este tipo de eclipses, la Luna pasa enfrente de la cara de la Tierra donde es de día, proyectando una sombra sobre una pequeña región sobre la Tierra. Las posiciones de los tres cuerpos se muestran en la Figura 21.

Figura 21.

Configuración para un eclipse solar.



Fuente: Pineda Lizano (2020). Adaptado utilizando imagen de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Globe_-_Americas_space_view.png; <https://svs.gsfc.nasa.gov/4769#28591> y <https://www.solarsystemscope.com/spacepedia>.

Aquí es importantísimo recordar un par de datos que se había calculado antes, el que el tamaño de la Luna era 400 veces más pequeño que el tamaño del Sol (con sus diámetros), y que la Luna está aproximadamente 400 veces más cerca. Esto quiere decir que ambos cuerpos se aprecian desde la Tierra más o menos del mismo tamaño y que, en el caso del eclipse solar, la Luna puede tapar por completo el disco solar, dándose un espectacular eclipse total de Sol como el ocurrido en Costa Rica el 11 de julio de 1991. Si no se está en la franja donde se observa el eclipse total, se podría ver un eclipse parcial como el visto en el país, el 21 de agosto de 2017. Si la Luna está más lejos de la Tierra que en caso anterior, se presentará una variante de los eclipses solares que es el eclipse anular. Una diferencia con el lunar (que se observa en todo el mundo), es que el solar solo se puede apreciar en una franja muy pequeña de forma total, y en otra franja un poco más ancha, de forma parcial.

Medida de tiempo. El año bisiesto. La relación de la astronomía con el vivir cotidiano, así como las aplicaciones que han surgido en el estudio del Universo, aparecen y afectan a todas las áreas del vivir del ser humano. En especial, la medida del tiempo y los calendarios son de mucha relevancia para la civilización humana, y es una de las áreas que guarda más relación con la astronomía.

El tiempo que dura la Tierra en dar una vuelta completa al Sol se ha tomado como nuestra definición de un año. Sin embargo, y contrario a lo que muchos creen, cuando se pasa a la cantidad de días que transcurren en un año, el número correcto no es 365 días exactos; sino que más bien la Tierra tarda esos 365 días y un poco menos de un cuarto de día (5 horas, 48 minutos y 46 segundos).

Tomando esa diferencia como un cuarto de día exacto (6 horas), lo que tarda la Tierra en completar un año es en realidad $365\frac{1}{4}$, quiere decir que luego de cuatro años ya se han acumulado esos cuartos extras, resultando que se ha acumulado un día completo. De ahí que cada cuatro años deba agregarse un día (el 29 de febrero) para contar efectivamente esa diferencia y que los calendarios no empiecen a desviarse de las estaciones del año.

Finalmente, hay que aclarar que como no son 6 horas exactas las que se van acumulando, pasado algún tiempo, aunque se haga la corrección del año bisiesto, a los calendarios empezarán a faltarle esa pequeña diferencia, generando atrasos de días con el paso de los siglos. Por este motivo

es que en la reforma del calendario gregoriano se adaptaron otras medidas, como que años como 2100, que deberían ser bisiestos por la regla de divisibilidad entre 4, no lo sean, para mantener por más tiempo el calendario sincronizado con las estaciones.

Medidas de distancia. El año luz. Como se mencionó anteriormente, las mediciones de distancia son de las más difíciles de comprender para los estudiantes al inicio del estudio de la astronomía. Los números tan grandes como los indicados en el

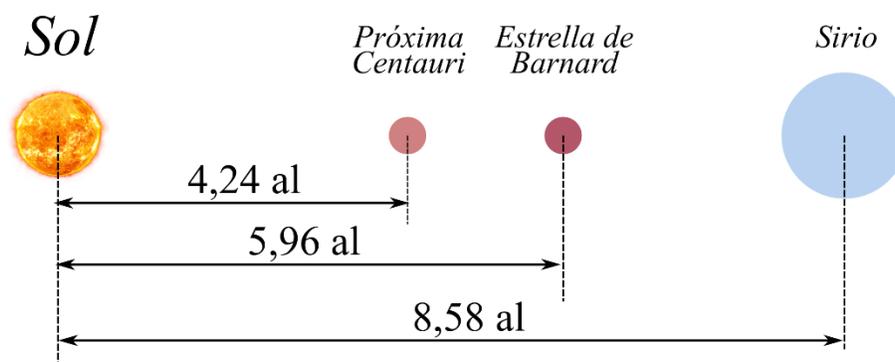
Cuadro 2 y el Cuadro 3 son difíciles de interpretar debido a la necesidad, en la gran mayoría de casos astronómicos, de utilizar la notación científica que no es del dominio inicial de los estudiantes. Por este motivo es que en astronomía se utilizan nuevas unidades que faciliten el entendimiento y la interpretación de las distancias.

Una de estas unidades es el *año luz* (*a. l.*). Se toma en consideración el hecho de que la rapidez de la luz en el vacío es un valor constante cuyo valor exacto es de 299 792 458 m/s. Como este valor es constante, se puede utilizar la fórmula $d = vt$, donde d es la distancia recorrida, v es la rapidez de la luz y t es el tiempo transcurrido. Se define, entonces, un año luz como la distancia que recorre la luz en el vacío en un tiempo de un año. Con los valores actuales, se tiene que un año luz es igual a $d = (299\,792\,458)(365,25 \times 24 \times 3600) \sim 9,46 \times 10^{15}$ m.

Un caso para ejemplificar su uso es el siguiente: la estrella más cercana al Sistema Solar se llama Próxima Centauri. Un rayo de luz enviado desde la Tierra tarda en llegar a esta estrella 4,243 años; por lo tanto, se dice que se encuentra a una distancia de 4,243 años luz, que es un número mucho más manejable y entendible que su equivalente en metros que sería de $4,01 \times 10^{16}$ m.

Figura 22.

Distancias (en años luz) de algunas de las estrellas más cercanas al Sol.



Fuente: Pineda Lizano (2020). Adaptado utilizando imagen de <https://www.solarsystemscope.com/spacepedia>.

En la Figura 22 se aprecia como se utiliza el concepto de los *años luz* para ubicar a algunas de las estrellas más cercanas al Sol. Se nota que resultan mucho más claros esos números pequeños que los números enormes en notación científica, que solo confundirían a quienes analicen esta situación.

Estrellas fugaces. Muchas veces en astronomía, existen nombres de algunos fenómenos u objetos que han sido heredados de tiempos pasados cuando aún no se conocían las características reales de ellos y qué eran en realidad, o bien de los nombres que en la cultura popular se han usado a través de los tiempos. Muchos de esos nombres se han tomado por comparaciones con otros fenómenos.

Este es el caso de las *estrellas fugaces*. Una estrella fugaz no tiene punto de comparación con una estrella. El fenómeno de las estrellas fugaces tiene su origen en las partículas que van dejando a su paso los cometas mientras van desintegrándose en sus pasos cercanos al Sol, o bien son partículas que quedaron de la formación del Sistema Solar.

Estas partículas, cuando están en el espacio se llaman *meteoroides*; cuando ingresan a la atmósfera, por la fricción con ella, se calientan y se queman, en ese momento se llaman *meteoros* y es cuando dejan el rastro en el cielo que los distingue; y finalmente, si no se quema por completo y logra llegar al suelo, es cuando se le llama *meteorito*. A los que son muy grandes se les llama bólidos y dejan a su camino mucho humo y se ven como esferas incandescentes.

El fenómeno de las estrellas fugaces ocurre en todo momento y en todo lugar sin previo aviso. Sin embargo, existen algunas lluvias de estrellas fugaces ya bien conocidas, pues son debidas a los restos de cometas que se encuentran distribuidos a lo largo de la órbita de la Tierra y, de esta forma, ocurren periódicamente, por lo que son muy esperadas por los aficionados.

Estrellas. Las estrellas han sido consideradas como las estructuras básicas del Universo. Cuando se observan en la noche nos damos cuenta de que existen diferencias entre ellas, las hay de diversos colores, brillos y se encuentran muchas agrupadas de formas distintas.

Una estrella es básicamente una esfera de plasma (gas ionizado) que, debido a la gravedad que la comprime, aumenta su temperatura al punto que en su núcleo empiezan a ocurrir reacciones termonucleares y, por lo tanto, brilla con luz propia producida en su interior. Las estrellas se mantienen en ese equilibrio entre la gravedad que tira hacia adentro, contra la presión de radiación de la luz que se produce como subproducto de las reacciones nucleares que empuja hacia afuera.

Hay estrellas de todo tamaño, edad, temperatura, color, brillo, velocidad y composición. El principal elemento que las compone es el hidrógeno que, debido a las reacciones nucleares en su interior, se va transformando en helio y así sucesivamente en elementos más pesados; por lo tanto, son las fábricas productoras de los elementos químicos que conocemos aquí en la Tierra y que, incluso, forman nuestro organismo.

La variedad de estrellas con diferentes características nos ha llevado a aplicar todos los conceptos científicos para entender lo que llamamos la teoría de la evolución estelar, que a su vez nos ha llevado a comprender nuestro lugar en ese proceso de ver y entender el universo.

Galaxias. Como se mencionó anteriormente, las estrellas se agrupan de diferentes formas, están los cúmulos globulares, los cúmulos abiertos, las asociaciones y las galaxias. Éstas últimas son de las estructuras más grandes que existen en el Universo y son fundamentales para comprender su evolución y futuro.

Una galaxia se define como un conjunto de estrellas, nubes de polvo y gas, sistemas planetarios, materia oscura y en ocasiones como en nuestra galaxia, algún agujero negro supermasivo en su núcleo. Hay de varios tipos: elípticas, espirales e irregulares.

La galaxia a la cual pertenecemos se llama la Vía Láctea y es del tipo espiral. Es una galaxia muy grande cuyo diámetro mide alrededor de 200.000 años luz, lo que quiere decir que un rayo de luz duraría 200.000 años en cruzarla de lado a lado. Se estima que tiene en total entre 200 y 400.000 millones de estrellas. Una de ellas es nuestro Sol que se encuentra, junto con todos los demás cuerpos del Sistema Solar, en uno de los brazos espirales de la galaxia a unos 26.000 años luz de su centro aproximadamente.

Enseñanza de la Astronomía

Habiendo introducido lo que es la Educación Técnica en la sección 2.1., y luego los conceptos básicos de la astronomía que se debe tener al llegar a la educación secundaria en la sección 2.2., se mostrará a continuación el estado actual en que se encuentra la enseñanza de la astronomía a nivel tanto de primaria como de secundaria, en varios países latinoamericanos (incluyendo a Costa Rica) y en España.

Además de comprender el estado actual de la enseñanza y aprendizaje de la astronomía, también hay que considerar las medidas que deben implementarse para mejorar todo aquello que no esté funcionando; fortalecer lo que se está haciendo bien e innovar para hacerlo aún mejor. Y lo anterior sin perder de vista el objetivo de esta investigación que sería utilizar la astronomía como un motivador vocacional y sobre todo como un puente en la enseñanza de la educación técnica, relacionándola con otras materias tanto en lo teórico como en la aplicación directa e indirecta en sus especialidades técnicas.

Conocimientos Básicos de Astronomía que Deben Tener los Estudiantes de Secundaria.
En primer lugar, es importante conocer el nivel de conocimiento que deberían tener los estudiantes de secundaria acerca del tema de la astronomía cuando llegan a décimo año, puesto que la presente investigación está enfocada en los estudiantes que ingresan al sistema de la EFTP que empieza en ese nivel educativo. Para esto hay que conocer qué temas están escritos en los planes de estudio oficiales acerca del conocimiento básico en astronomía, a nivel de primaria y de los primeros años de secundaria.

A continuación, se mostrará lo que está escrito en los planes de estudio, no solo de Costa Rica sino de algunos otros países, para poder comparar las distintas visiones y tener más elementos de juicio para una posterior propuesta. Y aunque no es un objetivo en sí mismo el de cuestionar dichos planes de estudio, de alguna forma será un subproducto de la investigación.

Educación Primaria. El Universo es un tema apasionante que resulta sumamente atractivo a los niños desde edades muy tempranas, incluso preescolares. Los niños se interesan por la Luna, el Sol, las estrellas y el cielo, en general. Cuando están en la etapa de la educación primaria ya son capaces de apreciar los cambios que se producen en el cielo durante el día y la noche, entre otras cosas que los asombran de todo lo que les rodea. (Zugasti Arbizu, 1996)

En el **Anexo A** se muestra una tabla completa con los temas que se encontraron en los Planes de Estudio de la Educación Primaria de varios países de la región latinoamericana y de España, tal como aparecen en los documentos oficiales. A continuación, se mostrará en el Cuadro 4, un resumen creado con dicha información por tema y por país. Los temas o contenidos se organizaron en una secuencia desde los más tradicionales hasta los más complejos y actuales.

Cuadro 4.

Resumen de temas en los planes de estudio de primaria de varios países latinoamericanos y España ordenados por subáreas de estudio.

N.º	Tema o contenido	Costa Rica	Panamá	México	Chile	Uruguay	España	Brasil	Argentina	Perú	Ecuador
1	El Sol. Una estrella	×	×			×	×	×			
2	El Sol. Relación con puntos cardinales			×		×		×			
3	El Sol. Movimiento en el cielo					×		×			
4	Sistema Solar. Características	×	×	×	×	×	×		×		
5	Sistema Solar. Componentes	×	×	×	×	×	×		×		
6	Sistema Solar. Origen	×				×					

N.º	Tema o contenido	Costa Rica	Panamá	México	Chile	Uruguay	España	Brasil	Argentina	Perú	Ecuador
7	Planetas. Características			×							
8	Sistema Sol-Tierra-Luna			×		×					×
9	Eclipses lunares y solares	×	×	×		×					
10	Fenómeno de las mareas		×			×					
11	Ciclos astronómicos – Influencia	×			×						
12	Sistema Tierra-Sol					×					
13	Fenómenos del día y la noche				×	×		×			×
14	Fenómeno de las estaciones				×	×		×	×		
15	Tierra. Características							×	×		×
16	Tierra. Condiciones para la vida	×									
17	Tierra. Traslación y rotación		×			×		×			
18	Tierra. Orientación en el espacio						×				
19	Sistema Tierra-Luna	×			×		×	×			
20	La Luna. Satélite de la Tierra		×			×	×		×		
21	Fases de la Luna		×	×		×	×	×			×
22	Movimiento de los astros	×									
23	Satélites artificiales								×		
24	Estrellas. Movimiento aparente				×			×	×		
25	Estrellas. Características					×					
26	Cuerpos celestes. Identificación		×			×					
27	Galaxias					×		×			

N.º	Tema o contenido	Costa Rica	Panamá	México	Chile	Uruguay	España	Brasil	Argentina	Perú	Ecuador
28	Universo. Origen y evolución	×				×	×				
29	Universo. Componentes	×				×	×				
30	Inicios de la observación astronómica	×						×			
31	Sistemas de coordenadas						×				
32	Constelaciones y mapas celestes					×		×			
33	Calendarios							×			
34	Instrumentos observación							×	×		×
35	Exploración espacial	×		×							
36	Aportes de la investigación espacial	×								×	
37	Geocentrismo y heliocentrismo					×					
38	Modelos astronómicos. Construcción				×					×	

Fuente: Pineda Lizano (2020). Adaptado de los programas oficiales de los diversos países que se encuentran resumidos en los anexos.

Es importante notar del Cuadro 4, que dentro de los temas que tiene el Plan de Estudios de Primaria en Costa Rica, hay muchos de ellos que en los documentos se consideran complementarios (como el Sistema Sol – Tierra – Luna que no se estudia con sus características ni consecuencias, mientras que el Sistema Tierra – Luna sí), pero que unos sí aparecen en los contenidos, mientras que los otros no. Otro ejemplo podría ser el caso de Panamá, donde no se estudia el Sistema Sol – Tierra – Luna, pero sí las condiciones de la vida en la Tierra, cuando ambos están íntimamente ligados entre sí.

Educación Secundaria. De Séptimo a Noveno Año. La educación secundaria es el momento justo cuando los jóvenes, sobre todo los que han sido motivados por algún profesor entusiasta, pueden llegar a sentir una verdadera pasión por la astronomía. En el entorno actual, la información

astronómica permea casi en todos los medios de comunicación y redes sociales; constantemente se está informando de eventos y fenómenos astronómicos en los medios de comunicación social y así, todo lo relacionado con estos fenómenos despierta un gran interés en los alumnos de todos los niveles. Entonces, como la motivación por el tema es muy alto, los docentes deben aprovecharlo de manera que les ayude a conseguir algunos de los objetivos de esta etapa de la educación. (Zugasti Arbizu, 1996)

En el **Anexo B** se muestra una tabla con los temas completos encontrados según los Planes de Estudio de la Educación Secundaria de varios países de la región latinoamericana y de España. A continuación, se mostrará el Cuadro 5, que resume dicha información por tema y por país. Los temas o contenidos se organizaron de igual forma que en el Cuadro 4.

Cuadro 5.

Resumen de temas en los planes de estudio de secundaria de varios países latinoamericanos y España ordenados por subáreas de estudio.

N.º	Tema	Costa Rica	Panamá	México	Chile	España	Argentina	Perú	Ecuador
1	Historia de la astronomía							×	×
2	Sistema Solar. Características		×	×		×	×		×
3	Sistema Solar. Componentes	×				×	×		
4	Sistema Solar. Dinámica	×		×					
5	Sistema Solar. Origen		×			×			
6	Fuerza gravitacional			×	×				×
7	Planeta. Definición		×						
8	Planetas. Características	×			×				
9	Planetas. Movimientos	×							

N.º	Tema	Costa Rica	Panamá	México	Chile	España	Argentina	Perú	Ecuador
10	Leyes de Kepler	×							
11	Sistema Sol – Tierra – Luna								×
12	Fenómeno de los eclipses				×				
13	Sistema Tierra – Sol				×				
14	Fenómeno del día y la noche		×						
15	Inclinación del eje terrestre		×						
16	Fenómeno de las estaciones		×		×				
17	Tierra. Características	×				×			
18	Relación Astronomía – acervo cultural	×							
19	Tierra. Movimientos					×			
20	Tierra. Relación con la vida		×			×			
21	Sistema Tierra – Luna		×		×				
22	Fenómeno de las fases lunares				×				
23	Estrellas. Agrupaciones					×			
24	Estrellas. Evolución					×			
25	Agujeros negros. Características					×			
26	Agujeros negros. Evidencias					×			
27	Galaxias								×
28	Universo. Origen		×			×			×
29	Universo. Composición			×	×	×			
30	Universo. Características			×					

N.º	Tema	Costa Rica	Panamá	México	Chile	España	Argentina	Perú	Ecuador
31	Universo. Estudio por medio de la luz			×	×				×
32	Movimiento de cuerpos celestes						×		
33	Constelaciones y mapas celestes								×
34	Instrumentos de observación				×				×
35	Desarrollo científico y tecnológico							×	
36	Relación Astronomía – Tecnología		×						
37	Investigación en astronomía				×				
38	Actividades sistema Sol–Tierra–Luna								×
39	Modelos para explicar la astronomía				×				

Fuente: Pineda Lizano (2020). Adaptado de los programas oficiales de los diversos países que se encuentran resumidos en los anexos.

Un aspecto por tomar en consideración es que en secundaria usualmente se divide el estudio de las ciencias de la siguiente forma: sétimo (física), octavo (química) y noveno (biología), aunque en algunos casos cambian el orden. Eso hace que los estudiantes no tengan una continuidad en algunos temas propios de la astronomía como otros relacionados con cada una de esas ciencias básicas. Además, esto implica, en general, un menor tiempo dedicado al estudio de los temas astronómicos y, como se explicará más adelante, a un estudio sin conexión con otras disciplinas y técnicas.

Conocimientos Básicos que Tienen los Estudiantes de Secundaria. Una vez que ya se conoce lo que está escrito en los programas de estudio acerca de los conocimientos que deben impartirse en primaria y en secundaria básica, es momento de enfocarse en conocer los estudios que se han realizado en diversas partes del mundo para medir si ese conocimiento se adquirió o en qué porcentaje se adquirió.

Vale mencionar que en el caso de que este conocimiento básico no se haya adquirido, podría deberse a varios motivos. La primera instancia es que no se hayan enseñado del todo (y esta opción ameritaría una investigación del por qué no se hizo); una segunda instancia es que se hayan enseñado, pero no correctamente; y finalmente, una tercera, donde sí se enseñó correctamente la teoría pero con una metodología que no logró que los estudiantes se apropiaran de dicho conocimiento.

Diversos autores han abordado la temática de medir el grado de conocimiento que tienen los estudiantes en distintas etapas de su formación educativa. Por ejemplo, Solbes y Palomar (Solbes & Palomar, 2013) concluyen que la mayoría de los estudiantes no comprenden y/o desconocen aspectos básicos de la astronomía pese a la reiterada enseñanza de esta; donde, por ejemplo, solo un 6,2% del alumnado sería capaz de orientarse de día y de noche, un 12,4% explica las estaciones a partir de la inclinación del eje y ninguno fue capaz de explicar las fases de la Luna. En un asunto muy relacionado con nuestro interés por la posible aplicación de la astronomía en la educación técnica, solo un 5,4% conoce alguna aplicación de la astronomía y la observación en que se basa, y un 27,1% fue capaz de citar dos tecnologías que han contribuido al desarrollo de la astronomía.

Un hecho que llama la atención es que si no comprenden los aspectos básicos relacionados usualmente con el sistema Sol-Tierra-Luna, difícilmente puedan comprender otros más avanzados. En otro aspecto que puede ser relevante, como son las escalas de tiempo y de tamaño, se obtiene que solo un 1,8% tienen idea de los órdenes de magnitud de los radios de la Tierra, Júpiter y del Sol, un 4,4% comprende que la Vía Láctea observada en una noche corresponde a una mayor agrupación de estrellas en el plano de la galaxia. Un 19,5% nombra al *Big Bang* como el origen de la expansión del Universo, aunque solo un 0,9% conoce dos pruebas de la expansión. Y finalmente y algo considerado grave, solo un 12,4% diferencia entre astrología y astronomía y es consciente de que la primera no es una ciencia, lo que evidencia un nivel muy bajo de pensamiento crítico.

Muchos de los estudios y propuestas en el área de la enseñanza de la astronomía se centran en el sistema Sol-Tierra-Luna por considerarse fundamental debido a lo cotidiano de algunas de sus manifestaciones como son el día y la noche, las fases de la Luna, la salida del Sol, las estaciones

del año y algunas relacionadas y relevantes, aunque menos comunes de observar, como los eclipses. Además, como se nota en la tabla 2, este tema se encuentra propuesto en los planes de muchos países; sin embargo, reiteradamente se encuentra que los estudiantes no logran dominar la mayoría de todos estos fenómenos.

Algunos estudios, como el planteado por Vílchez y Ramos (Vílchez González & Ramos Tamajón, 2015), señalan que en relación con el sistema Sol-Tierra-Luna, las respuestas de los estudiantes muestran muchas redundancias y están basadas en vivencias más que en conocimiento científico. También Redondo y Cañada (Redondo Moralo & Cañada Cañada, 2016) señalan, por ejemplo, que la mayoría de los estudiantes identifican una trayectoria elíptica para la órbita terrestre, situando al Sol en el centro de forma errónea; un 70% del alumnado de tercer ciclo y 45% de segundo ciclo justifican la existencia de verano e invierno como consecuencia de la distancia entre la Tierra y el Sol; el 83% del alumnado de tercer ciclo y el 91% del segundo ciclo no saben qué es la cara oculta de la Luna. Y aunque la mayoría sabe que la luz de la Luna proviene del Sol, la gran mayoría argumentan que la Luna solo se ve de noche. Finalmente, se menciona que el 100% de los estudiantes no saben por qué cambia de forma la Luna.

En esta misma temática del sistema Sol – Tierra – Luna, Martín del Pozo *et al.* (Martín del Pozo y otros, 2013) encuentran, por ejemplo, que hay un desconocimiento general de los movimientos de los tres cuerpos, así como de errores en su ubicación espacial relativa. Con respecto al día y la noche, hay una asociación directa entre la noche y la Luna, llegando incluso a creer que es la presencia de la Luna la que causa las noches. De las estaciones del año, asocian el verano al Sol (como fuente de calor), así como las explican con base en las “diferentes distancias entre el Sol y la Tierra”, esto es verano cerca del Sol e invierno lejos del Sol; y hay una inexistencia en las explicaciones dadas a la inclinación del eje de la Tierra.

Con respecto a las fases de la Luna, hay problemas desde el inicio porque no se considera a la Luna un cuerpo esférico, y la explicación más común fue que otros cuerpos tapan a la Luna (el Sol, la Tierra, las nubes, otros planetas). Y finalmente de los eclipses, se detecta que su causa entre los estudiantes es escasamente conocida; en el mejor de los casos, describen lo que ocurre pero no por qué ocurre, y es en los dibujos de los eclipses donde quedan en evidencia una gran

parte de las ideas incorrectas acerca de la forma de la Luna, de las posiciones imposibles desde el punto de vista astronómico de los tres cuerpos, acerca del tamaño de estos o de sus movimientos.

A nivel de secundaria, se arrastran las deficiencias sobre el conocimiento básico astronómico que debió aprenderse en primaria, por ejemplo, en un estudio con estudiantes de octavo año en relación con las fases lunares, De Oliveira *et al.* (De Oliveira Kitzberger, Chiesa Bartelmebs, & Rosa, 2019) se encuentran explicaciones como, por ejemplo, que la Luna no tiene un movimiento de rotación, que las fases lunares resultan de la proyección de la sombra de la Tierra sobre su cara, que la Luna y el Sol son siempre opuestos y fijos, e inclusive, que las condiciones climáticas son las responsables del fenómeno. Para muchos estudiantes, también, los eclipses y las fases lunares son causados por el mismo fenómeno.

Finalmente, es necesario mencionar también que, inclusive, en investigaciones con estudiantes de la enseñanza superior (Luiz Fagundes, Da Silva, & Feijó Barroso, 2019), cuando se les preguntó acerca de las causas de las estaciones, una gran mayoría tenía la idea de que la forma elíptica de la órbita era muy exagerada. En el mismo estudio hay un 61% que indican que la causa es la inclinación del eje de la Tierra, y un 67% que lo achacan a ambas causas. Esto muestra que muchos estudiantes nunca lograron comprender este tipo de fenómenos a pesar de que empezaron a ser estudiados y explicados desde la educación primaria.

Ventajas y Desventajas a la Hora de Enseñar Astronomía. La enseñanza de la astronomía como un proceso específico de transmisión y generación de conocimiento nuevo en los estudiantes, presenta algunas ventajas muy propias de su disciplina y otras desventajas más bien causadas por la desactualización, tanto de los métodos de enseñanza como de los libros de texto, entre otros.

Entre las grandes ventajas que tienen los temas astronómicos en general, está el interés que despiertan por sí solos, tanto de parte de los estudiantes e incluso de la ciudadanía en general, ya que es una ciencia que puede interactuar directamente con la sociedad, a diferencia de otras disciplinas. No solo sobrepasa las fronteras, sino que promueve las colaboraciones a nivel mundial. (Rosenberg, Russo, Bladon, & Lindberg Christensen, 2018)

Existen varias investigaciones acerca del abandono que se hace por parte de los estudiantes de secundaria (e incluso de universidad) del estudio científico en general. Por ejemplo, Esteve y

Solbes (Esteve & Solbes, 2017) muestran que ha habido un descenso desde un 38,3% hasta un 20% en los últimos 16 años, de los estudiantes que eligen la modalidad de ciencia y tecnología. Además, un 17,2% de los que cursan esta modalidad de bachillerato abandonan el área de la ciencia y la tecnología al inicio de sus estudios universitarios.

También se ha encontrado que, en gran medida, mucho del desinterés que tienen los estudiantes por el área de la ciencia y la tecnología puede estar ligado con la forma en que se enseñan estas materias en los diferentes niveles educativos. Por lo tanto, y como se verá más adelante, es vital no solamente innovar en la forma de presentar los temas tradicionales, sino también en preparar a las nuevas generaciones de docentes en estas nuevas formas de enseñar. Sin embargo, hay que indicar también que el fenómeno es mucho más complejo, porque además de lo dicho anteriormente, hay otros factores, como la imagen pública de las ciencias, el estatus de las ciencias en el sistema educativo, las ideas sociales y familiares preconcebidas que se tienen y que se convierten en explicaciones dadas por ciertas, y el abandono principalmente de las mujeres de la física, entre otras. Sin embargo, hay opiniones positivas como:

En contraposición a este desinterés por la ciencia en general, se tiene un hecho remarcable con respecto a la astronomía. Esta es la rama de la ciencia que más aficionados no profesionales tiene. ¿Por qué esto? Pues porque trata de problemas y temas que son del interés del ser humano en general, ¿cómo empezó el universo?, ¿cómo terminará todo?, ¿de dónde proviene el Sistema Solar?, ¿de dónde provienen los elementos químicos? y ¿cómo se originó la vida? Muchas de estas preguntas han acompañado a la humanidad desde sus inicios y otras han surgido a partir de los conocimientos acumulados. Teniendo en cuenta el poco interés que despierta la física en los estudiantes sería pues un error no aprovechar esta rama de la ciencia, que cautiva por sí sola, para interesar por la física al alumnado. (Solbes & Palomar, 2013)

Dificultades que Tienen los Alumnos al Estudiar Astronomía. Una dificultad inicial, pero fundamental, cuando se quiere enseñar astronomía, es que los estudiantes llegan a los sistemas educativos con ideas alternativas previas a toda formación que recibirán. Estos “conocimientos” van a constituir, al inicio, una fuerte barrera, ya que fueron adquiridos por experiencia o lenguajes

cotidianos y en ocasiones tienen relación con algunas de las dificultades aparecidas en la historia de la ciencia. (Palomar Fons, 2013)

En esta disciplina en especial, los conocimientos que los estudiantes aceptan como verdaderos y propios se aceptan en muchas ocasiones más por la “autoridad” del profesor que por entender realmente las causas de los fenómenos estudiados en clase. Otras causas secundarias, pero no por eso menores, están al seguir a ciegas un libro de texto, por lo que se dice en las redes sociales o hasta noticieros y periódicos sensacionalistas, e incluso por ideas preconcebidas o de la cultura popular. Esto se ha notado mucho en temas como las causas de los movimientos de los cuerpos celestes, la esfericidad de la Tierra, la centralidad del Sol, las causas de los eclipses, de las estaciones o de las fases de la Luna. (Solbes & Palomar, 2011)

En algunos estudios también se analizó los libros de texto con los que se enseña astronomía, llegando a la conclusión de que estos no contribuyen a mejorar el aprendizaje, sobre todo porque no toman en cuenta las dificultades de los estudiantes. La enseñanza es muy teórica y verbalista, sin mostrar o realizar observaciones. Tampoco se trabajan las dimensiones y tiempos astronómicos (Solbes & Palomar, 2013). Más adelante se profundizará en este aspecto del problema que involucra a las distintas formas de enseñar astronomía.

Autores como Rafael Palomar (Palomar Fons, 2013) mencionan que entre las problemáticas a las cuales se enfrentan los estudiantes en su proceso de aprendizaje como un todo, se debe (entre otras causas) a que el estatus de la ciencia ha disminuido. Por ejemplo, al eliminar asignaturas como Ciencias para el Mundo Contemporáneo, que unía los temas astronómicos y astrofísicos con una enseñanza divulgativa y contextualizada, se dejó un espacio vacío que no se llenó con alguna otra oferta educativa. “Estos vacíos que deja el sistema son llenados muchas veces por el misticismo y otras manifestaciones, ya que los estudiantes ni siquiera comprenden la diferencia entre ciencia ficción y fantasía mágica (Harry Potter y El Señor de los Anillos)”.

Un factor sumamente importante y que causa muchas de las dificultades que tienen los estudiantes con los temas astronómicos, es el tener profesores que en muchas ocasiones y en altos porcentajes, no tienen ellos mismos claridad sobre los temas que van a explicar y que, si no fueron corregidos durante años, ahora será muy complicado de hacerlo. Por ejemplo, Varela *et al.* (Varela

Losada, Pérez Rodríguez, Serralle Marzoa, & Arias Correa, 2013) mencionan que los profesores en formación tienen muchas concepciones alternativas, como que las fases de la Luna son causadas porque la Luna entra y sale de la sombra de la Tierra (o del Sol), que para que ocurra un eclipse solar la Luna debe estar en fase Llena, que la Luna no gira sobre su eje, que La Luna gira alrededor de la Tierra en un día, que la Luna ejerce una fuerza gravitatoria sobre la Tierra menor que la de la Tierra sobre la Luna, que la Luna no tiene gravedad, que el Sol se encuentra todos los días sobre nuestras cabezas al medio día o solo un día al año, que el día y la noche son causados porque la Tierra se mueve alrededor del Sol, que el Sol es el centro del Universo, que las estaciones son causadas por que la distancia entre el Sol y la Tierra es variable, entre otros.

Enseñanza Tradicional de la Astronomía. La astronomía, al igual que otras ramas del conocimiento, se ha enseñado por mucho tiempo de la forma de tradicional, la cual se basa en cuatro principios fundamentales: la fragmentación del conocimiento en diferentes áreas, la clase expositiva como medio de transmisión del conocimiento, el estudio individual y la evaluación por medio de exámenes. Una de las ventajas de esta metodología es que puede transmitir el conocimiento a una gran cantidad de estudiantes simultáneamente; sin embargo, no es capaz de fomentar, en general, las habilidades de comunicación, de trabajo en equipo, de liderazgo y su rutina lleva al estudiantado al aburrimiento. (Peña Martínez & Páez Rodríguez, 2013)

La principal crítica que se hace a la enseñanza tradicional de la astronomía es en el sentido de que se trata de una ciencia que contribuye muy poco con el desarrollo de las competencias científicas, que se encuentra fuera de contexto con la tecnología, la sociedad y el entorno, que es poco útil (de no ser así, debe demostrarse que esto no es cierto) y sin tratar de temas de actualidad (lo cual hay que comprobar). Además, se le reprocha que la enseñanza se realiza de forma muy teórica, que las clases son muy aburridas, poco participativas y que nunca se pone de manifiesto por medio de prácticas de campo, observaciones directas, experimentos, creación de modelos, etc., cómo es que se han llegado a demostrar todas esas proposiciones.

En este contexto de enseñanza tradicional, incluso los trabajos prácticos que se asignan están llenos de instrucciones cerradas que impiden explorar y llegar a convencimientos propios de los temas estudiados. Una dificultad adicional y exclusiva de la astronomía es que mucho del conocimiento práctico se adquiere más por observación que por la realización de experimentos, y

este primer paso que en apariencia se ve sencillo, no es realizado por los estudiantes y, en ocasiones, ni siquiera por sus profesores. Esto lleva en muchísimos casos y lugares distintos a que, por ejemplo, los estudiantes no sean conscientes de que la Luna se puede ver de día.

En un caso concreto como es el sistema Sol-Tierra, se menciona por ejemplo en Domènech Casal (Domènech Casal, 2015), que muchos de los esfuerzos de los docentes por conectar con la realidad observable suelen referirse a contextos o fenómenos insólitos o poco cercanos a los estudiantes, como por ejemplo, los eclipses y las mareas; y suele producirse de modo ilustrativo, sin implicar un conflicto cognitivo. Otros autores como Pozo & Gómez Crespo, 2010 y Cardenete García, 2011, describen que en la enseñanza de las ciencias, este tipo de aproximaciones disociadas del contexto del alumnado, además de provocar desmotivación, no redundan en una mejor comprensión científica del mundo que los rodea y promueven el mantenimiento de concepciones erróneas.

Estrategias Didácticas para Enseñar Astronomía de una Manera Moderna. El énfasis de esta investigación se centrará en dos ejes, primero, en cómo enseñar los conocimientos astronómicos básicos que un estudiante debería adquirir, para lo cual se requiere una nueva forma de enseñar y una serie de estrategias nuevas que permitan alcanzar ese objetivo, y segundo, cómo combinar esta temática con los intereses y habilidades que tiene un estudiante de educación técnica en el contexto de sus especialidades.

Como se ha mencionado anteriormente, hay que realizar modificaciones en cuanto a la forma de enseñar la astronomía (y posiblemente, otras ramas del saber), y uno de los enfoques que se ha sugerido que puede traer un aprendizaje significativo, es enseñar a partir de generar conflictos cognitivos en contexto, donde el estudiante participa en la elaboración de modelos científicos o en la interpretación de datos mediante el método científico. En este sentido, una herramienta que ha sido propuesta (Domènech Casal, 2015) y que ha mostrado mucho éxito es el ya mencionado ECBI que propone secuencias didácticas estandarizadas para atender a los distintos procesos científicos:

- 1) Formular preguntas investigables.
- 2) Dar prioridad a las observaciones.
- 3) Analizar la observación.
- 4) Formular una explicación basada en las observaciones.

- 5) Conectar la explicación con los modelos y conocimientos científicos.
- 6) Comunicar y justificar la explicación.
- 7) Reflexionar sobre el proceso.

La aplicación de nuevos métodos de enseñanza inicia desde la recolección de la información y la forma en que se recopila el conocimiento que tienen los estudiantes antes de efectuar la intervención.

Una primera parte y muy importante es medir el conocimiento previo y que así, esto guíe al posterior proceso didáctico. En esta primera etapa de la recopilación del conocimiento previo hay muchas herramientas posibles, pero una de las que más recomendadas es la realización de preguntas abiertas que permitan explorar lo que los estudiantes tienen en la mente. Las preguntas sobre imágenes específicas (por ejemplo, un sistema Tierra-Sol-Luna) también pueden servir como guía para que los estudiantes visualicen y concreten algunas ideas previas; o bien, también pueden expresar sus ideas por medio de dibujos libres. Pero claro, que esto no sustituye completamente a otras metodologías de recopilación de la información como son las encuestas tradicionales, sino que las complementa. Algunos investigadores han creado cuestionarios para recopilar esta información (Solbes & Palomar, 2013), mientras que otros han hecho recopilaciones de las concepciones detectadas en los alumnos en muchos estudios para generar información de los aspectos a tratar en las nuevas metodologías. (Galperin, 2016)

Existen propuestas didácticas específicas y actuales que intentan revertir décadas de enseñanza tradicional utilizando diversas metodologías como la ECBI, el estudio de casos, el aprendizaje basado en problemas (ABP) y que han resultado exitosos. A continuación, se mostrarán algunos de estos casos.

Una propuesta muy interesante y que se puede aplicar en un contexto de un colegio técnico con mucha naturalidad, es la *creación de modelos* que representen las ideas que se tienen sobre temas específicos. Estos modelos pueden construirse de varias formas, y una de las más relevantes quizás sea la de *visualización*.

Una propuesta en este sentido fue llevada a cabo por Diego Soares (Soares Amorin, 2017), quien realizó un modelo didáctico del Sistema Sol-Tierra-Luna asociado con el uso de una

computadora para ayudar a la visualización de las fases de la Luna y de los eclipses. Este modelo brindó la posibilidad de que los estudiantes pudieran observar los fenómenos desde dos puntos de vista de forma simultánea: como observadores desde la Tierra y como observador externo a la Tierra. Entonces, es posible que se observe un fenómeno como un eclipse como lo ve el estudiante desde la Tierra y, al mismo tiempo, observar la posición de los tres cuerpos (Sol-Tierra-Luna) para que se dé ese fenómeno.

Se ha notado que el uso de las computadoras puede resultar esencial como instrumento en el cambio en la forma de enseñar la astronomía, no solo por su capacidad de visualizar y analizar rápidamente, sino que además, para muchos estudiantes es muy natural su uso y se puede explotar dicha facilidad.

La construcción de un modelo representativo concreto de la constelación de Orión es una forma de abordar conceptos a veces abstractos y el uso de la matemática. El modelo toma como base los datos promedio de distancias obtenidas con el *software* libre *Stellarium* y luego convertirlo a una escala más pequeña. Es una herramienta que lo hace posible para el docente y que, además de abordar una perspectiva teórica de los contenidos, ayuda a algunos estudiantes en la interpretación matemática y la transformación de un conocimiento abstracto en concreto. Es una propuesta que alienta y causa interés en el estudiante, y puede proporcionar una visión de la comprensión del espacio y el universo, favoreciendo el aprendizaje significativo. (Padilha Renner, 2018)

Otros estudios muestran la importancia de una metodología didáctica que se basa en lo que llaman “secuencias problematizadas”, que consiste en plantear el aprendizaje de un tema científico a través de una sucesión de actividades investigativas bien definidas en las cuales las hipótesis se someten a contrastación experimental, que son englobadas por un título en forma interrogativa que debe ser motivante para los alumnos y dar sentido a todo el proceso (Navarro Pastor, 2011). Esta forma de aprendizaje es coherente con el método de ECBI.

Entre los resultados de la aplicación de esta metodología de “secuencias problematizadas” al estudio del movimiento del Sol, se tiene que una mayoría de los estudiantes mejoraron y fueron capaces de dibujar correctamente la trayectoria diaria del Sol en el cielo o constataron una variación en la elevación del Sol a lo largo del año, esto basado en la experimentación directa y

verificación en el campo (Navarro Pastor, 2011). Es importante destacar que en los contextos de innovación en la enseñanza es un factor recurrente el que los estudiantes realicen sus propias observaciones y saquen sus propias conclusiones como parte del proceso de comprender los fenómenos astronómicos de la enseñanza básica.

El ABP es otra modalidad que se utiliza mucho en la enseñanza activa y en la enseñanza de la astronomía tiene un uso exitoso. El planteamiento del ABP es completamente distinto al tradicional: en la enseñanza tradicional se comienza mostrando la información y posteriormente se genera su aplicación mediante un problema; sucede completamente distinto en el ABP, donde se comienza con el planteamiento de un problema, identificando con él las necesidades de aprendizaje, la búsqueda de la información y posteriormente se vuelve al problema. La manera en que los estudiantes podrán seguir este proceso de aprendizaje será de manera grupal (grupos pequeños), en el que interactuarán la información, darán su punto de vista y debatirán en aquellos que no estén de acuerdo, obteniendo también responsabilidad y acciones en pro de la solución del problema, desarrollando así habilidades de reflexión y observación. (Peña Martínez & Páez Rodríguez, 2013)

Una aplicación posible del ABP es en el estudio del sistema Sol-Tierra-Luna, que por ser un tema base dentro de los programas de enseñanza básica, es de los primeros y los más esenciales. El estudio se basó en tres fases: la primera fue evidenciar representaciones iniciales y apropiación de la situación problema; en segundo lugar, efectuar la estimación de distancias y magnitudes del sistema Sol-Tierra-Luna y, finalmente, dimensionar el sistema Sol-Tierra-Luna.

La estrategia didáctica por seguir contempló cinco sesiones indicadas por Peña y Páez (Peña Martínez & Páez Rodríguez, 2013):

1. *¿Qué conoces del Sol, la Tierra y la Luna?*, donde lo que se pretende es evidenciar las representaciones internas o modelos iniciales que poseen los estudiantes.
2. *Un verdadero problema*, que busca despertar la curiosidad y el deseo de emprender un ejercicio de indagación en los estudiantes a partir de la presentación de una situación problema.

3. *Midiendo mi entorno*, que busca recrear e identificar un contexto concreto próximo al estudiante que los aproxime o lleve a reflexionar sobre los conceptos de estimación y medición necesarios para abordar las sesiones posteriores.
4. *Reconociendo el Sistema Sol-Tierra-Luna*, que aproxima a los estudiantes a dimensionar y reflexionar sobre los tamaños y distancias en el sistema Sol-Tierra-Luna.
5. *Resolviendo nuestro problema*, donde se van a evidenciar las comprensiones e interiorizaciones alcanzadas en el transcurso y desarrollo de las sesiones anteriores, y así identificar si el estudiante logró reestructurar su modelo mental.

En este estudio se encontró que a partir de las reflexiones disciplinares y pedagógicas se pudo establecer un camino coherente para que los estudiantes reflexionen sobre los tamaños y separaciones del sistema Sol-Tierra-Luna vistas desde la Tierra; también que se pudo ejercer una acción sobre los modelos mentales que tenían los estudiantes antes de iniciar el proceso. Del mismo modo hubo superación en dificultades matemáticas que tenían al inicio del proceso, así como de comprensión de lectura. Y finalmente, también se evidenció un cambio de actitud progresivo en los estudiantes mediante las actividades propuestas al tratar temas de astronomía para despertarles su curiosidad. (Peña Martínez & Páez Rodríguez, 2013)

La importancia de realizar experimentos, modelos, simulaciones y observaciones de los fenómenos astronómicos se pone de manifiesto como una necesidad para que el aprendizaje sea efectivo y duradero. En Ferreira y Mascarello (Ferreira & Mascarello Bisch, 2019) se plantea una propuesta de secuencia de enseñanza investigativa sobre la determinación de los tamaños de la Tierra y de la Luna, siguiendo los pasos de Eratóstenes y Aristarco, mediante un enfoque que busca explorar los aspectos históricos e interdisciplinarios involucrados. Se dará a los estudiantes preguntas y problemas abiertos y se les sugerirán algunas actividades que puedan llevarlos a plantear hipótesis y resolverlas, destacando la importancia de la observación sistemática de fenómenos naturales comunes, como las sombras de los objetos y los eclipses lunares, asociada a la aplicación de principios geométricos y físicos simples, y una actitud investigativa que lleva a la obtención de resultados notables, como las dimensiones de la Tierra y de la Luna.

En relación con los Colegios Técnicos Profesionales, aunque no hay estudios previos específicos en la materia, se ha mostrado reiteradamente en los ejemplos mostrados que el uso de

herramientas como las computadoras o los teléfonos celulares pueden servir como insumos para combinar la enseñanza de la astronomía con la creación de aplicaciones específicas que permitan no solo motivar a los estudiantes, sino hacerlos ver las relaciones entre las distintas áreas del saber y que pueden complementarse entre sí. La creación de modelos, maquetas, experimentos y, sobre todo, observaciones de los fenómenos astronómicos, pueden combinarse perfectamente con especialidades y materias de los cursos, causando un impacto positivo en la educación integral.

En una propuesta didáctica actual que se haga a un colegio técnico profesional o a cualquier otra institución educativa, deben tenerse en cuenta estas consideraciones didácticas que se han indicado como vitales en los ejemplos mostrados. Según Franco y López (Franco Mariscal & López Flores, 2017), debe haber más actividades relacionadas con la observación, complementadas con visitas a un planetario; por ejemplo, deben emplear más las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para reproducir fenómenos celestes y experimentar con ellos, por ejemplo, con el uso de un *software* libre como *Stellarium*. Igualmente, las simulaciones por computadora pueden ser útiles para aprender las fases de la Luna, los eclipses y movimientos. La modelización 3D donde esté disponible, al igual que la realidad aumentada, emplear estrategias interactivas como las investigaciones y observaciones sistemáticas, y hasta utilizar el desarrollo histórico en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Finalmente, la importancia de una intervención educativa dirigida a los docentes que enseñarán los temas astronómicos se vuelve vital para que en el futuro se mejore de forma relevante su impacto en los estudiantes. Las mismas estrategias didácticas que se han analizado pueden ser usadas con los profesores en formación que, como se vio anteriormente, tienen deficiencias en muchos conceptos y fenómenos astronómicos. Algunos ejemplos, como en Varela *et al.* (Varela Losada, Pérez Rodríguez, Serralle Marzoa, & Arias Correa, 2013), muestran que una intervención de este tipo puede contribuir a la mejora en el entendimiento de los temas astronómicos por parte de los futuros educadores.

Marco Metodológico

Según Y. Franco (Franco, 2011), el marco metodológico es el conjunto de acciones que se implementarán para describir y analizar el problema que se quiere abordar, esto por medio de procedimientos específicos que incluyen las técnicas de observación y recolección de datos. Se entiende, entonces, que en esta sección se describirán los métodos a emplear para recolectar toda la información, así como los instrumentos desarrollados para tal fin.

Tipo de Investigación

El enfoque de este trabajo será de tipo cualitativo debido a que “el propósito es examinar la forma en que los individuos perciben y experimentan los fenómenos que los rodean, profundizando en sus puntos de vista, interpretaciones y significados” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014). La misma referencia recomienda utilizar esta metodología cuando el tema del estudio ha sido poco explorado o no se ha hecho investigación al respecto, como es el tema de esta investigación.

Otra concepción de dicho enfoque indica, es que hay dos ideas relacionadas con este tipo de investigación y que se resumen, por un lado, en que observadores competentes y cualificados pueden informar con objetividad, claridad y precisión acerca de sus propias observaciones del mundo social, así como de las experiencias de los demás; y por otro lado, que los investigadores se aproximan a un sujeto (individuo) real que está presente en el mundo y puede dar información sobre sus propias experiencias, opiniones, valores, etc. (Monje Álvarez, 2011)

El estudio será de tipo explicativo, pues como mencionan Hernández Sampieri *et al.* (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014), este tipo de estudios van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos, o del establecimiento de relaciones entre conceptos. Este tipo de estudio está dirigido a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos y sociales. Su objetivo es explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables.

Contexto

El lugar donde se efectuará el estudio es el Colegio Técnico Agustiniano, perteneciente a la Ciudad de los Niños en Agua Caliente de Cartago. El colegio se encuentra a 4,2 km del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Figura 23.

Ciudad de los Niños. Sede del Colegio Técnico Agustiniano.



Fuente: tomado de <https://www.google.co.cr/maps>.

Finalidad y Alcance de la Investigación

Esta investigación se enfoca, en primer lugar, en determinar cuál es el conocimiento astronómico que tienen los estudiantes del Colegio Técnico Agustiniano. Asimismo, una vez identificado dicho conocimiento, se orientará el estudio para diseñar un Plan Piloto que permita mejorar sus conocimientos astronómicos y relacionarlo tanto con otras áreas académicas, como con las habilidades técnicas propias de cada especialidad. Se identificarán, también, las principales necesidades que tienen para alcanzar dicha meta, tanto en equipo como en técnicas de aprendizaje.

Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación es de tipo diseño fenomenológico, como se menciona en Hernández *et al.* (2014). Este diseño se caracteriza porque investiga sobre las experiencias de las personas en cuanto a un fenómeno o proceso y nos da información sobre las experiencias comunes o distintas. Se utiliza cuando se requiere entender sobre múltiples perspectivas que se tienen del o los fenómenos investigados. Se menciona, asimismo, que se aplica a la disciplina de las ciencias naturales, que se aplica a los individuos que hayan compartido la experiencia, que se puede investigar por medio de una encuesta o cuestionario.

Según los autores anteriores, en lugar de generar un modelo lo que busca este tipo de diseño es explorar, describir y comprender lo que los individuos tienen en común de acuerdo con sus experiencias de un determinado fenómeno por medio completamente de sus percepciones. De esta manera, el investigador trabaja directamente con las declaraciones de los participantes y sus vivencias.

En este estudio no se pretende crear un modelo para explicar el ¿por qué? de las ideas de los participantes (diseño de la teoría fundamentada), ni tampoco busca enfocarse en la conexión o sucesión de eventos (diseño narrativo), sino que, como mencionan Hernández *et al.* (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014), más bien el fenómeno ya está identificado desde el planteamiento y puede ser tan variado como la amplia experiencia humana; buscando en esta investigación, entonces, descubrir el significado de dicho fenómeno dentro de las ideas de los participantes.

Para un estudio fenomenológico: “una pregunta habitual de investigación es: ¿cuál es el significado, estructura y esencia de una experiencia vivida por una persona (individual), grupo (grupala) o comunidad (colectiva) respecto de un fenómeno?” (Hernández *et al.*, 2014), y esto con el fin de desarrollar una descripción compartida de lo principal de la experiencia y que esto sirva de insumo para generar luego un Plan Piloto que permita modificar toda descripción errónea que se tenga en los tres ámbitos indicados.

El método de la fenomenología contribuye en gran medida al conocimiento de las realidades escolares, muy especialmente a las vivencias de los actores en el proceso formativo. Este enfoque puede aportar grandemente a la exploración de dichas realidades que muchas veces son desconocidas para los docentes en el aula escolar y además, de ese conocimiento se obtiene información sobre las vivencias de los actores del proceso formativo. (Aguirre García & Jaramillo Echeverri, 2012)

El diseño fenomenológico se fundamenta en las siguientes premisas:

- Se pretende describir y entender los fenómenos desde el punto de vista de cada participante y desde la perspectiva construida colectivamente.
- Se basa en el análisis de discursos y temas, así como en la búsqueda de sus posibles significados.
- El investigador confía en la intuición, imaginación y en las estructuras universales para lograr aprender la experiencia de los participantes.
- El investigador contextualiza las experiencias en términos de su temporalidad (momento en que sucedieron), espacio (lugar en el cual ocurrieron), corporalidad (las personas que las vivieron) y el contexto relacional (los lazos que se generaron durante las experiencias). (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)

En el estudio fenomenológico hay dos enfoques: el hermenéutico y el empírico. En el enfoque hermenéutico el énfasis se concentra en la interpretación de la experiencia humana, no sigue reglas específicas, pero sí es producto de la interacción dinámica entre varias actividades de indagación, como definir un fenómeno, estudiarlo y reflexionar sobre él, descubrir categorías y temas esenciales del fenómeno, describirlo e interpretarlo. (Hernández *et al.*, 2014)

Por otro lado, el enfoque empírico se enfoca menos en la interpretación del investigador y más en describir las experiencias de los participantes. Los procedimientos básicos incluyen: determinar y definir el fenómeno, recopilar los datos sobre las experiencias de los participantes, analizar los comportamientos y narrativas personales para tener un panorama general de las experiencias, identificar y generar categorías, temas y patrones; elaborar una descripción genérica

de las experiencias y su estructura, y desarrollar una narrativa que combina las descripciones y la estructura a fin de transmitir la esencia de la experiencia. (Hernández *et al.*, 2014)

En este estudio se utilizará el enfoque hermenéutico porque se requiere algún grado de interpretación de las experiencias que tienen los estudiantes del colegio técnico con respecto a los fenómenos astronómicos (fases de la Luna, estaciones, eclipses, entre otros) que se están considerando. Es importante conocer dichas percepciones e interpretarlas con el fin de poder diseñar un Plan Piloto que luego se aplique como correctivo. Por eso es por lo que este diseño es el adecuado para responder a las preguntas de investigación y objetivos trazados.

Sujetos

Las poblaciones que se abordarán en este proyecto son los estudiantes de todos los niveles del Colegio Técnico Agustiniiano de la Ciudad de los Niños, desde séptimo hasta duodécimo; así como los docentes de la institución que imparten lecciones a estos estudiantes.

Muestra

Es posible en algunos estudios no utilizar una muestra, sino toda una población (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014). En la presente investigación se tomará este criterio para analizar al Colegio Técnico Agustiniiano, las unidades de estudio serán los estudiantes y los docentes de esta institución.

Entonces, la muestra en este caso será toda la población (todos los estudiantes y profesores) del Colegio Técnico Agustiniiano de la Ciudad de los Niños. Dicha población se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 6.

Población en estudio del Colegio Técnico Agustiniano.

Nivel	Cantidad	Porcentaje
Profesores	34	100%
Estudiantes		
Sétimo	24	17,1%
Octavo	33	23,6%
Noveno	19	13,6%
Décimo	29	20,7%
Undécimo	22	15,7%
Duodécimo	13	9,3%
Total	140	100%

Fuente: Pineda Lizano, 2020, con base en encuestas realizadas y datos suministrados por el Director del CTSA.

En la escogencia de la población, como mencionan Hernández *et al.* (2014), se siguió un método no probabilístico, donde la elección de los elementos no depende de la probabilidad sino de causas relacionadas con las características de la investigación o los propósitos del investigador. Aquí no se utilizan fórmulas ni métodos mecánicos, sino que depende del proceso de la toma de decisiones del investigador. En la escogencia de una muestra en una investigación cualitativa, ésta ocurre desde el planteamiento mismo del problema, pues ahí se espera que se encuentren los casos en los que se está interesados. En el caso presente se lograron utilizar los tres factores que intervienen para determinar el tamaño de la población: la capacidad operativa de recolección y análisis, el entendimiento del fenómeno y su naturaleza.

Variables: Descripción Conceptual y Operacional

Las variables de investigación son aquellas propiedades que pueden fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014). En esta investigación se utilizarán para obtener información de los criterios que tienen los sujetos y de su conocimiento en el tema de la astronomía, para tenerlo como base para formular posteriormente el Plan Piloto.

En el Cuadro 7 se muestran las variables que se utilizarán en este estudio, sus definiciones conceptual y operacional, así como los instrumentos que serán empleados.

Cuadro 7.

Definición de las variables.

Objetivo específico	Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Nivel Instrumentos
1. Determinar el criterio de las autoridades del Colegio Técnico Agustiniiano para la realización de un plan piloto que involucre tanto a estudiantes como a profesores de su institución.	Criterio de las autoridades.	Opinión o juicio que se adopta sobre una cosa.	Consulta a las autoridades del Colegio Técnico Agustiniiano por medio de correos electrónicos.	Conversación con las autoridades del Colegio Técnico Agustiniiano.
2. Identificar el grado de importancia que se le da a la astronomía dentro del Sistema Educativo	Nivel de importancia.	Valor que se le da a una idea, concepto o a	Preguntas sobre la importancia de la astronomía en	Cuestionario aplicado los estudiantes y profesores del

Objetivo específico	VARIABLES	Definición conceptual	Definición operacional	Nivel Instrumentos
Costarricense, dentro de la secundaria y específicamente dentro de un colegio técnico.		una persona u objeto.	distintos niveles educativos.	Colegio Técnico Agustiniiano. Preguntas de la 1 a la 3.
3. Identificar el nivel de conocimiento que tienen los estudiantes y profesores interesados en el tema de la astronomía y su relación con la vida cotidiana.	Nivel de conocimiento.	Conjunto de información almacenada mediante la experiencia o el aprendizaje y su interpretación.	Preguntas fundamentales de astronomía de posición, escalas, tamaños, temperaturas, distancias y conceptos astronómicos.	Cuestionario aplicado a los estudiantes y profesores del Colegio Técnico Agustiniiano. Preguntas de la 6 a la 32.
4. Determinar el grado de interés que tienen tanto los estudiantes como los profesores del Colegio Técnico Agustiniiano en aprender sobre el tema de astronomía.	Nivel de interés.	Provecho o ganancia para obtener una utilidad de algo.	Disposición para participar en un plan para aprender astronomía.	Cuestionario aplicado a los estudiantes y profesores del Colegio Técnico Agustiniiano. Preguntas 4 y 5.

Fuente: Pineda Lizano, 2020.

Variables Sociodemográficas. Las variables sociodemográficas que se consideran en este estudio para los estudiantes son las siguientes:

1. Nombre (opcional).
2. Sexo.
3. Edad.
4. Sección.
5. Especialidad.
6. Lugar de habitación.

Mientras que para los profesores estas variables serán:

1. Nombre (opcional).
2. Sexo.
3. Edad.
4. Grado académico.
5. Materia que imparte.
6. Lugar de habitación.

Descripción de Instrumentos

Para la recolección de la información se empleará el instrumento de los cuestionarios. Los cuestionarios son los instrumentos más utilizados para la recolección de información, sobre todo en fenómenos sociales. Consiste en un conjunto de preguntas respecto de una o más variables a medir y debe ser congruente con el planteamiento del problema. Los cuestionarios se utilizan en todo tipo de encuestas. (Hernández *et al.*, 2014)

Las preguntas que se aplican en los cuestionarios pueden ser abiertas o cerradas. Las cerradas contienen categorías y opciones de respuesta que han sido previamente delimitadas, mientras que las abiertas no delimitan de antemano las alternativas de respuesta (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014). En este estudio se emplearán ambos tipos de preguntas en los cuestionarios.

En el apéndice A se encuentran los cuestionarios que se aplicaron tanto a los estudiantes como a los profesores. Las preguntas fueron seleccionadas y modificadas algunas, principalmente de las tesis doctorales (Palomar Fons, 2013 y Galperin, 2016), y otras fueron creadas por el autor de esta investigación para detectar relaciones entre la astronomía, la vida cotidiana y la educación técnica. Es importante señalar que las preguntas de conocimiento científico miden el nivel que tienen los encuestados para poder tomarlo como base para el diseño del Plan Piloto en una fase posterior.

Procedimiento de Validación

El proceso de validación de un instrumento está vinculado con la teoría (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014); un tipo de validación que muchos autores consideran es la validez de expertos, que se refiere al grado en que aparentemente un instrumento mide la variable en cuestión, de acuerdo con “voces calificadas”. Se encuentra vinculada con la validez de contenido y se establece mediante la evaluación del instrumento ante expertos.

Los cuestionarios aplicados a los estudiantes y profesores fueron compartidos con profesionales y personas del área de la astronomía, de la enseñanza y divulgación de la astronomía, así como de la didáctica, para lograr identificar mejoras tanto en los contenidos, redacción y pertinencia de las preguntas, como para obtener la información que se busca encontrar.

Procedimientos de Análisis

La información que se recopiló a partir de los cuestionarios aplicados se analizó utilizando la hoja de cálculo Microsoft Excel versión 365 para construir los gráficos y sacar los valores numéricos relevantes de ellos. Se clasificó las preguntas y se elaboraron cuadros de información y gráficos de ellos para visualizar los patrones que tienen los encuestados en los temas consultados; en este caso, esto se refiere al conocimiento de algunos fenómenos básicos de la astronomía.

Alcances

La presente investigación se llevó a cabo en un colegio técnico para conocer, en primera instancia, el nivel de conocimiento astronómico que tenían los estudiantes para luego, y si fuera necesario, aplicar un plan piloto para el mejoramiento en esta área, de forma tal que involucre varias materias y haga uso del interés particular de los estudiantes.

El producto final de este trabajo, el plan piloto, podría luego aplicarse a otros centros educativos que estén interesados en incorporarlo, ya sea de la región cercana o inclusive a nivel provincial o hasta nacional.

Limitaciones

En esta sección se detallará varias situaciones que repercutieron en la presente investigación y que tuvieron un impacto no siempre medible en los resultados.

En primer lugar, hay que indicar que debido a la pandemia causada por el virus SARS-CoV-2, la aplicación de los cuestionarios que se efectuaría de forma presencial en la institución no se pudo realizar y, más bien, fue necesario adaptarlos para poderlos aplicar de forma virtual, por medio de un formulario de Google. Esto implicó un cambio en algunas preguntas donde los estudiantes tenían que dibujar acerca de sus ideas sobre tamaños, posiciones y movimientos de astros y sistemas, y se adaptaron preguntas donde se les indicaban algunas imágenes y contestaban sobre ellas.

Inicialmente se asistiría a las instalaciones del colegio, pero por las disposiciones del Ministerio de Salud, las clases presenciales se suspendieron. Esto afectó, pues al colocar dibujos para que escogieran una opción, hay cierta sugerencia de ideas en lugar de que ellos expresen libremente lo que creen.

Otro factor importante durante la aplicación de las pruebas de forma remota, fue el hecho de que muchos estudiantes utilizaran el Internet para poder responder algunas preguntas. Al no

tener un control con los estudiantes en un aula y bajo supervisión, muchos optaron por apoyarse en recursos en línea para responder “bien” las preguntas. Hay que indicar que una vez identificados los casos, se procedió a sacarlos por completo del estudio, en todos los ítems, por falta de confianza en sus respuestas.

Con respecto de la aplicación por medio de un cuestionario en línea, se confirma que la cantidad de personas que sacaron el tiempo para contestarlo fue menor que la que se había contemplado si se hubiera realizado de forma presencial en cada aula. Aunque los números finales son significativos, se pudo haber logrado más con pruebas *in situ*. En este sentido, solo un 57% de la población del colegio técnico respondió al cuestionario.

Otra limitación del estudio es que en el Colegio Técnico Agustiniiano solamente estudian hombres, lo cual invisibiliza la respuesta de la población femenina y esto fue claramente un error en el diseño y escogencia de la institución, pues uno de los factores que lo hicieron elegible fue la cercanía al Instituto Tecnológico de Costa Rica para aplicar los cuestionarios. Finalmente y a causa de la pandemia, resultó igual que haberlo aplicado en otro colegio con más diversidad. Esto hace que las conclusiones obtenidas sean, por ahora, solo válidas para la población masculina.

Análisis de Resultados

Con la información obtenida a partir de los cuestionarios aplicados se realizará la sistematización de los datos. Para el análisis de datos cualitativos, según Hernández *et al.* (2014), el investigador debe, a la hora de analizar los resultados, enfocarse en los siguientes aspectos: una narrativa o historia general, el soporte de las categorías (con ejemplos) y los elementos gráficos.

Análisis de Resultados de los Cuestionarios Aplicados a los Estudiantes

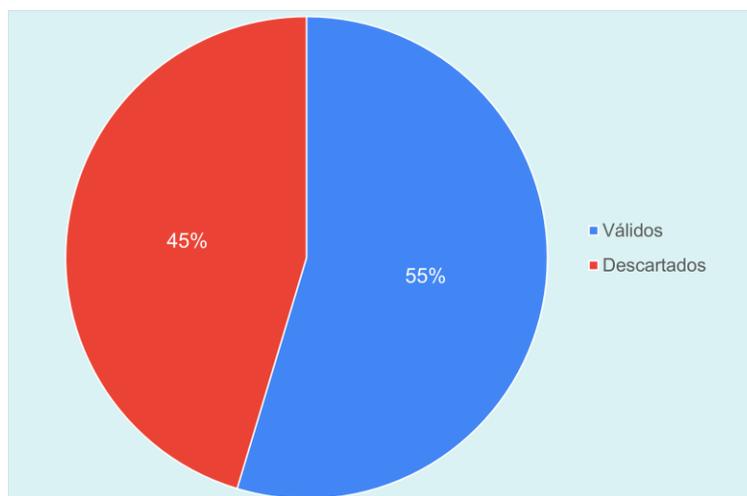
Hay que indicar, en primer lugar, que de los 256 cuestionarios recibidos por parte de los estudiantes fue necesario eliminar 116 debido a que se detectó que realizaron copias textuales de información contenida en diversas páginas de Internet. Esto es un porcentaje muy alto (45%) e inesperado como se muestra en el Gráfico 1. Los motivos por los cuales sucedió esta circunstancia escapan al control del investigador y podrían ser perfectamente un incentivo para elaborar una investigación posterior en ese sentido. Hay que indicar aquí también que, al comentarlo con la administración del centro de estudios, se menciona que esa es una problemática que ellos han detectado dentro de la virtualidad con que se imparten lecciones en estos momentos de pandemia.

Una situación detectada durante la tabulación fue que muchas de esas copias textuales venían en los formularios de forma consecutiva, como si lo estuvieran o lo hicieran *online* entre ellos o compartiendo por *chats* u otras formas las respuestas. Hay que recalcar aquí que una aplicación del instrumento de forma presencial es requerida para este tipo de estudios.

Originalmente, la aplicación del cuestionario sería presencial por dos motivos: para evitar precisamente la situación de que consultaran fuentes externas y para que pudieran tener la oportunidad de realizar dibujos o esquemas y tener más claridad de las ideas que ellos tienen en su mente de los conceptos y situaciones astronómicas. Hay que decir también que, aunque las indicaciones del instrumento estaban muy claras (en apariencia) en cuanto a la importancia de responder con total sinceridad y que no se buscaban necesariamente respuestas correctas, esto no se dio de esa forma.

Gráfico 1.

Cuestionarios válidos del total de la muestra.

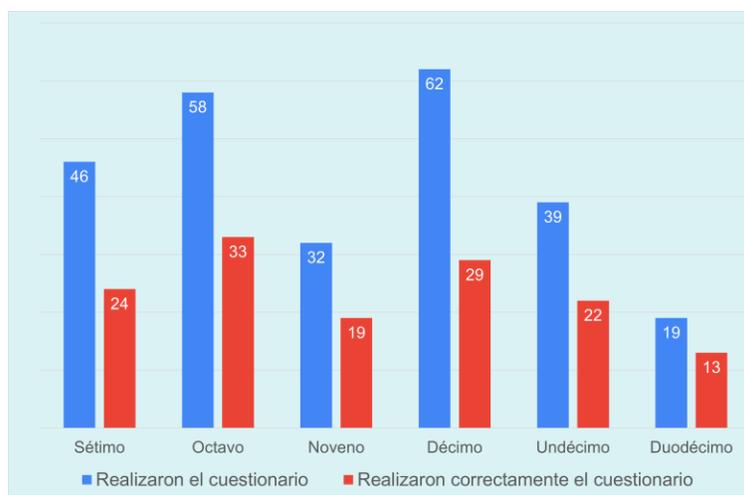


Fuente: Pineda Lizano, 2020.

Finalmente, de la situación mostrada en el Gráfico 1, hay que indicar que dada la gran cantidad de respuestas que fueron copiadas de fuentes de Internet, esto evidencia de alguna forma situaciones como: un miedo a equivocarse o a decir “no sé”, una ingenuidad (o que no les importa) de escribir textualmente y pensar que eso no va a ser detectado; o bien, una falta de seriedad a la hora de realizarlo a sabiendas de que no era una evaluación y que no tendría consecuencias.

Gráfico 2.

Cantidad de estudiantes por nivel que realizaron de forma correcta e incorrecta el cuestionario.

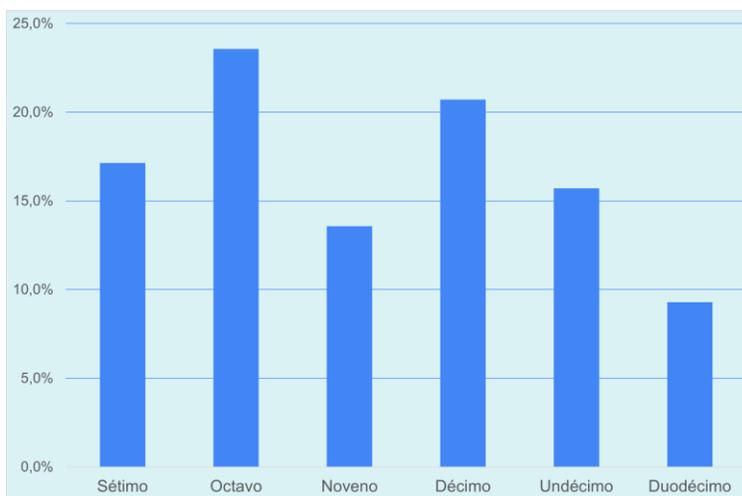


Fuente: Pineda Lizano, 2020.

En el Gráfico 2 se muestra, por nivel, la cantidad de estudiantes que efectuaron el cuestionario en línea, comparado con la cantidad final de estudiantes que se le aceptaron sus respuestas debido a la situación mencionada con anterioridad. Cabe destacar el caso de los estudiantes de décimo, donde más de la mitad de los estudiantes que contestaron el cuestionario incurrieron en la falta mencionada.

Gráfico 3.

Porcentaje de estudiantes por nivel que completaron el cuestionario correctamente.



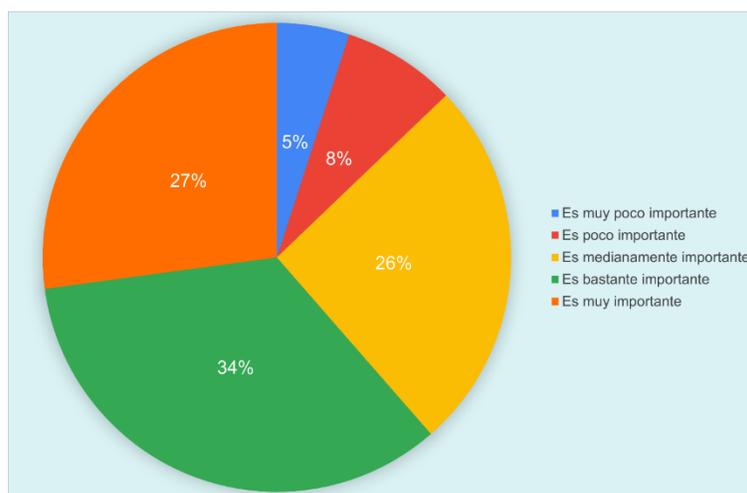
Fuente: Pineda Lizano, 2020.

En el Gráfico 3 se muestra la distribución porcentual de estudiantes por nivel que completaron el cuestionario de la muestra final aceptada para este análisis. Es rescatable notar que los niveles de educación básica, así como los de educación diversificada, tienen porcentajes muy cercanos entre sí, por lo que se podría esperar que los resultados obtenidos en las siguientes preguntas sean representativos de toda la población en general y no solo de uno o unos niveles en particular.

Análisis de la Importancia e Interés en el Tema y en Ser Parte de un Plan Piloto.

Gráfico 4.

Importancia de enseñar astronomía a la población de Costa Rica.

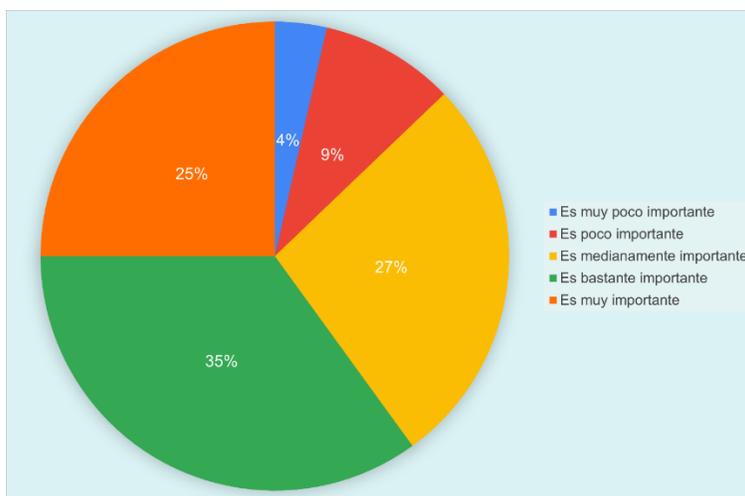


Fuente: Pineda Lizano, 2020.

En relación con la importancia que los estudiantes del Colegio Técnico Agustiniano le dan a que se enseñe astronomía a la población de Costa Rica en general, en su gran mayoría consideran que es de mediana a muy importante hacerlo, según se muestra en el Gráfico 4.

Gráfico 5.

Importancia de enseñar astronomía en la educación secundaria.

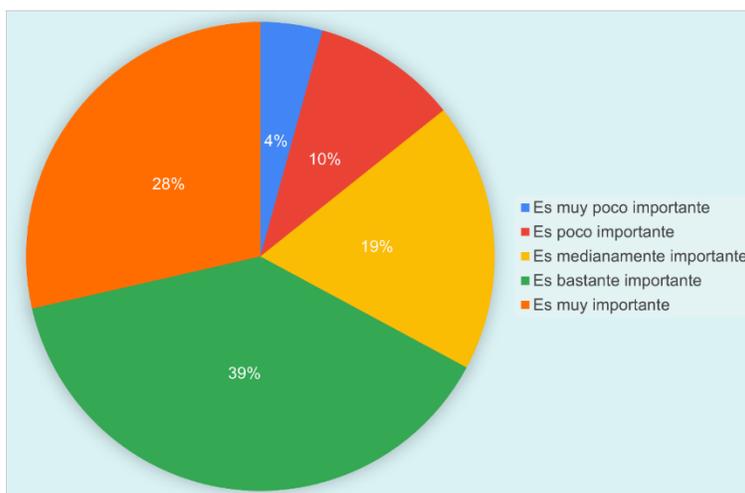


Fuente: Pineda Lizano, 2020.

De igual forma, en el Gráfico 5 la opinión es la misma, pero ahora considerando la importancia de enseñar astronomía pero a nivel de educación secundaria en general. De nuevo las opciones más indicadas están desde mediana a muy importante.

Gráfico 6.

Importancia de enseñar astronomía en la Educación Técnica.



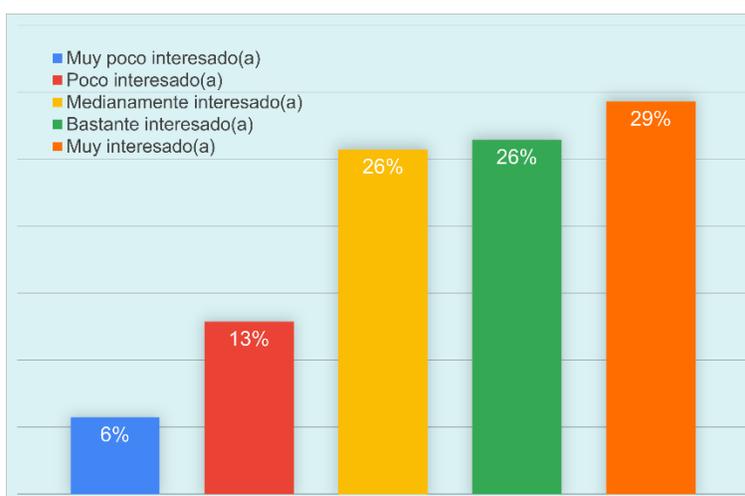
Fuente: Pineda Lizano, 2020.

En cuanto a la importancia que le dan los estudiantes a que se enseñe astronomía en la modalidad de la educación técnica, de la cual ellos forman parte, el resultado es similar, como se muestra en el Gráfico 6, a lo obtenido en los dos anteriores, con una ligera tendencia a aumentar la importancia que le dan.

En general, para los tres gráficos donde se muestra la opinión que tienen los estudiantes sobre la importancia de enseñar astronomía a diferentes poblaciones, la respuesta es muy similar, indicando que consideran que va de mediana a muy importante.

Gráfico 7.

Grado de interés en el tema de la astronomía por parte de los estudiantes.

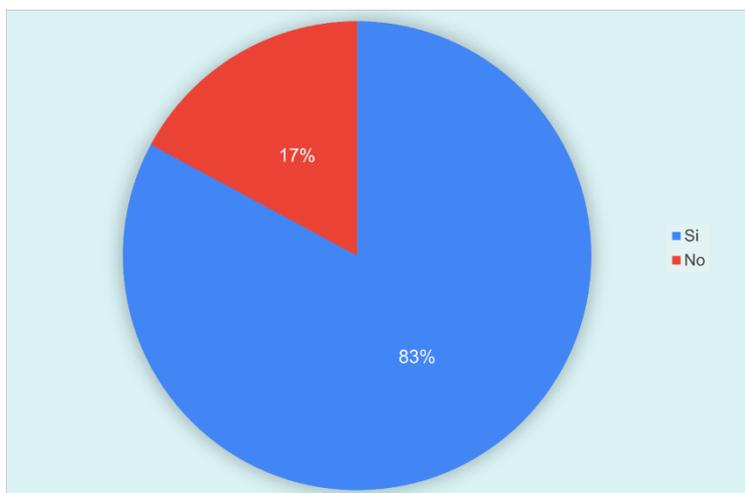


Fuente: Pineda Lizano, 2020.

En cuanto al interés que tienen hacia el tema de la astronomía, el Gráfico 7 muestra que éste es considerable, ya que entre los tres rubros de medianamente, bastante y muy interesados suman más del 75% y eso confirma lo expuesto en el marco teórico (Rosenberg, Russo, Bladon, & Lindberg Christensen, 2018) y abre así una serie de oportunidades y posibilidades no solo para aprender de esta ciencia, sino para afectar e interactuar con otras áreas del conocimiento. Se puede aprovechar este interés para fines no solo de tener un conocimiento básico en el tema, sino para relacionarlo con otras materias y, de este modo, que sirva como puente hacia vocaciones científicas y tecnológicas.

Gráfico 8.

Interés en ser parte de un Plan Piloto de Capacitación en el área de la astronomía.



Fuente: Pineda Lizano (2020).

En el Gráfico 8. queda en evidencia que existe un fuerte interés en participar por un Plan de Capacitación en el área de la astronomía. Este es un resultado importante, pues el objetivo de este trabajo es que, de ser necesario, se implementaría un Plan Piloto para la población del Colegio Técnico Agustiniiano, y el primer requisito es que la población estudiantil así lo quiera.

Es una gran posibilidad para poder utilizar este interés para relacionarlo con otras materias que se imparten y que a veces no motivan demasiado a los estudiantes al no encontrarles aplicaciones útiles y acordes con su realidad.

En las primeras preguntas de importancia e interés, queda claro que los estudiantes consideran importante el tema, e indican que tienen interés en aprender de él por medio de un Plan Piloto. Esto, entonces, apunta a que la idea original de enseñar astronomía puede tener un terreno fértil en la institución y quizás se pueda implementar en un futuro este plan.

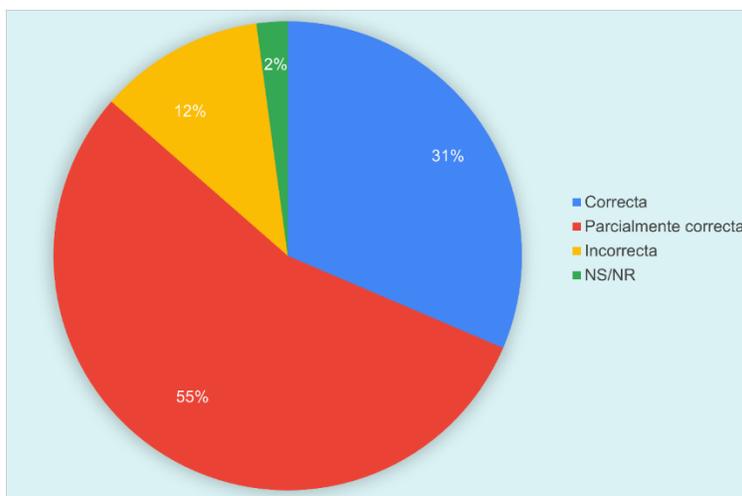
Análisis de las Respuestas a Conceptos Fundamentales de la Astronomía. En esta sección se analizará la información puramente astronómica de los conocimientos básicos que tienen los

estudiantes en esta área. Esto es importante dentro del estudio, pues marcará la profundización que tendría un Plan Piloto que llegaría a implementarse en la institución.

Forma de la Tierra.

Gráfico 9.

Respuestas sobre la forma de la Tierra en la encuesta de estudiantes.



Fuente: Pineda Lizano (2020).

En el primer concepto sobre el conocimiento relacionado con la forma de la Tierra, se muestra en el Gráfico 9, que solo cerca de una tercera parte de los estudiantes conocen la forma correcta que tiene el planeta; y hay una gran mayoría (un 55%) que tienen solamente parte de este conocimiento. En las respuestas asociadas a esta categoría destacan las que indican que es un círculo (figura bidimensional) o una esfera (figura tridimensional); aunque el caso bidimensional es inexacto conceptualmente, igual la esfera perfecta no es del toda correcta por el efecto de achatamiento indicado en el marco teórico. Se considera que esto no es tan difícil de corregir puesto que ya existe al menos una visión tridimensional aproximada, y parte de lo importante sería utilizarla para llegar a la visión correcta cuando se incluya rotación en alguna actividad de aprendizaje en el futuro.

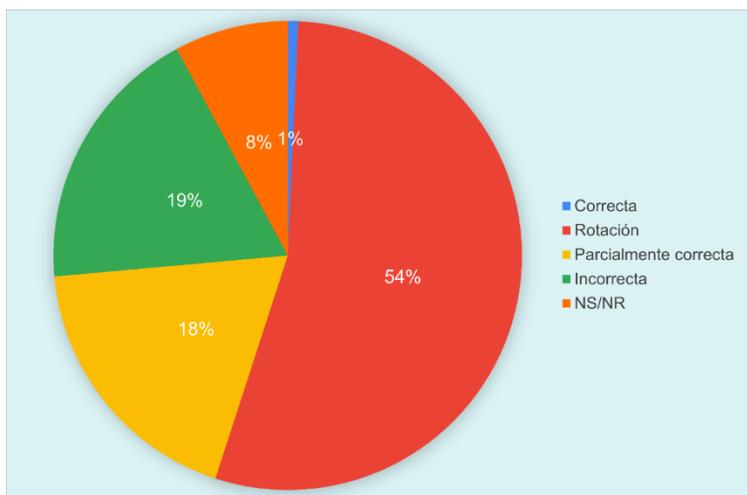
Caben destacar algunas de las respuestas más usuales en relación con que “*es redonda, pero no un redondo perfecto*”, donde se ve que definitivamente saben que no es una esfera perfecta,

pero por otro lado, no saben cómo llamar a esa forma no perfecta. Igual, hay que mencionar que respuestas como “*esferoide oblato*” levantan sospechas pues es una forma geométrica no usual para el nivel de los estudiantes.

Fenómenos del Sistema Sol-Tierra-Luna.

Gráfico 10.

Explicación para el fenómeno del día y de la noche.



Fuente: Pineda Lizano (2020).

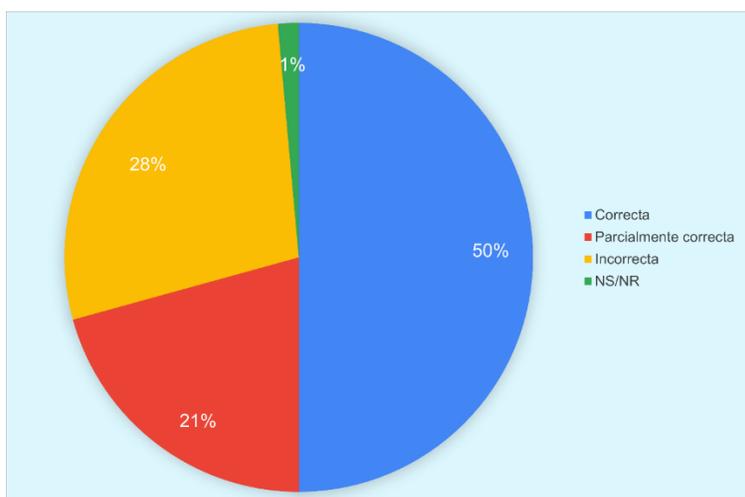
Entrando en temas más de fondo, cuando se analiza la causa del fenómeno del día y la noche, esto fue explorado en el Gráfico 10, donde se ha hecho una categorización entre respuestas correctas, con un sorprendente 1%, y con respuestas parcialmente correctas e incorrectas con un 37% en conjunto. El fenómeno del día y la noche es algo que notamos desde pequeños y se estudia en primaria en la mayoría de los países, aunque en Costa Rica no es algo explícito en los programas de estudio.

En el gráfico en cuestión se consideró agregar una categoría por aparte, donde los estudiantes indicaron que la causa era la *rotación*, pero no dieron detalles de cuál cuerpo era el que estaba rotando, ni más explicaciones al respecto, por lo que no hay mucha más información de si saben o no que la causa es la rotación de la Tierra, como se indicó en el marco teórico, pues podrían referirse a otros movimientos de rotación de otros cuerpos o de varios a la vez.

Uno de los errores más comunes detectados fue que la Luna tenía algo que ver con la ocurrencia de este fenómeno, por ejemplo, con la respuesta “*lo que realmente pasa es que la tierra se encuentra en el medio entre la luna y el sol, la luna rara vez se puede topar con el sol, pero la tierra se mantiene en rotación y lo resulta que llegue la noche o el día en diferentes partes del mundo*” o los que mencionan que es debido “*al Sol y a la Luna*”.

Gráfico 11.

Posición del Sol durante la noche.



Fuente: Pineda Lizano (2020).

En cuanto a la pregunta de dónde está el Sol cuando es de noche, aquí se quiere explorar qué tanto conocimiento se tiene del sistema Sol-Tierra. La mitad de los estudiantes explicaron de forma correcta el fenómeno como se muestra en el Gráfico 11, al indicar que la causa es la rotación de la Tierra y que el Sol se encuentra del lado opuesto a donde es de noche. Esto, sin embargo, nos deja con que la mitad de la población estudiantil desconoce mucho de los movimientos relativos al Sistema Sol-Tierra.

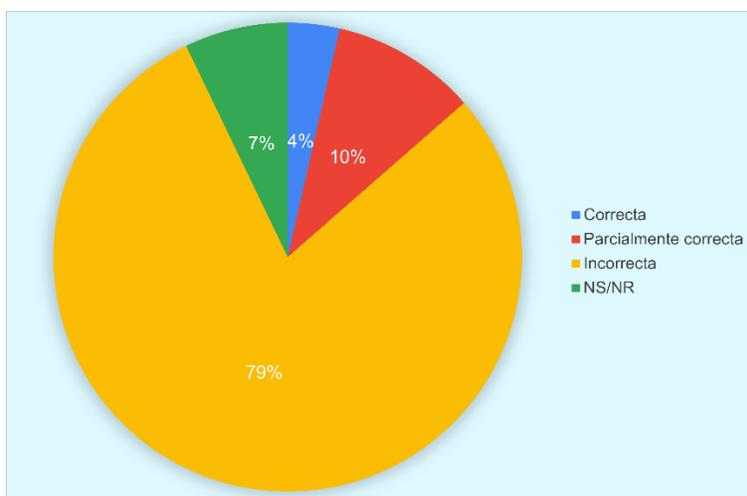
Entre los errores más graves de concepto están los que mencionan que el Sol está “*detrás de la Luna*” o “*escondido detrás de la luna*”; también están los que lo ubican en lugares particulares como “*está al norte del polo norte*”. Muchos también indican que el Sol no va a ninguna parte porque “*está quieto, el que se mueve es el planeta*”, indicando que existen nociones de

heliocentrismo entre los estudiantes y habría que ver si es propio o influenciado. Finalmente, vuelve la idea que involucra a la Luna en el fenómeno cuando no tiene nada que ver, y varios estudiantes mencionan, por ejemplo, que está “*del lado opuesto del lado que esta la luna*” o los que combinan muchos errores como “*detrás de la luna por eso es que se ve brillante la luna de noche*”.

Una actividad para remediar esta idea de donde está el Sol puede involucrar modelos tridimensionales que contemplen al Sol, la Tierra y la Luna. La vivencia de los movimientos propios de cada astro debe ser sentida, vista y manipulada.

Gráfico 12.

Posición de la Luna durante el día.



Fuente: Pineda Lizano (2020).

En el Gráfico 12 se nota que el desconocimiento del movimiento de la Luna dentro del sistema Sol-Tierra-Luna, e inclusive del Tierra-Luna, es muy grande. Incluso se puede comparar este Gráfico 12 con el Gráfico 11 y se muestra que es mucho mayor el desconocimiento del movimiento lunar que del movimiento solar.

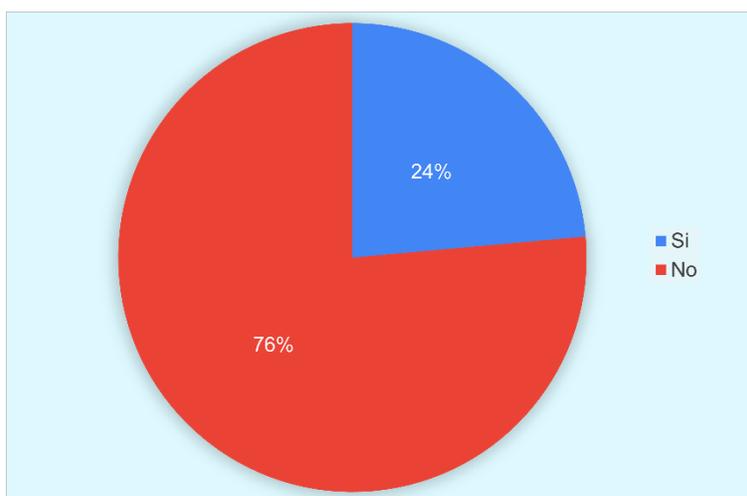
Se muestra que un 79% de las respuestas en relación con ¿dónde está la Luna en el día? son incorrectas. Entre estas respuestas erróneas, una gran mayoría cree que durante el día la Luna se va “*detrás de la Tierra*”, donde se nota una clara asociación a los dúos Sol-Día (correcto) y

Luna-Noche (incorrecto) que ha sido tan difícil de corregir. Por otro lado, hay respuestas como que está “*escondida detrás del sol*” que muestra un muy mal dominio de las escalas de distancia y tamaño como se verá en una pregunta posterior. Finalmente, se mantiene la creencia de los opuestos Sol-Luna con respuestas como que está “*en la otra mitad que no está el sol*”.

Reforzar aquí la idea de que hacen falta actividades donde los estudiantes puedan manipular figuras y modelos tridimensionales que les permitan deducir y comprender mejor los movimientos de los cuerpos, así como los factores de escala.

Gráfico 13.

Opinión sobre si la Luna tiene la misma forma según la vemos en el cielo.

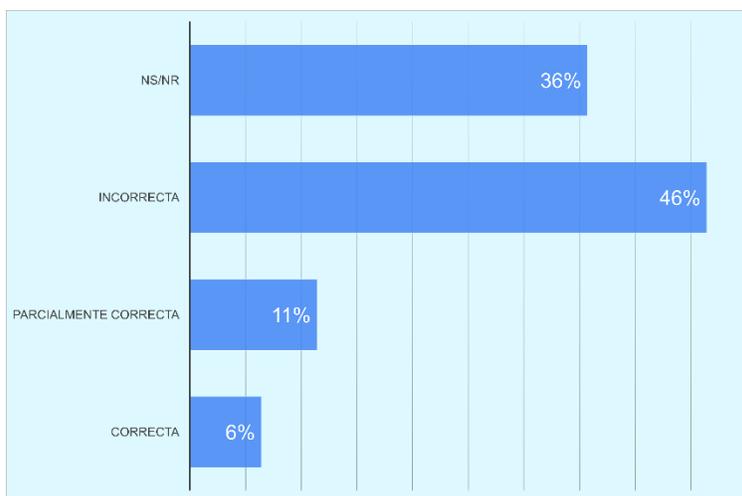


Fuente: Pineda Lizano (2020).

El Gráfico 13 es solamente para notar si los estudiantes están conscientes de que la Luna presenta diversas formas según pasan los días y, efectivamente, cerca de tres cuartas partes de ellos (76%) dicen conocer esta situación. El hecho de que la Luna presenta diversas formas es algo tan cotidiano que no se requiere mucho cuidado para darse cuenta de este hecho, motivo por el cual sorprende que uno de cada cuatro estudiantes no sea consciente de esto.

Gráfico 14.

Explicación sobre la causa de las fases de la Luna.



Fuente: Pineda Lizano (2020).

Gráfico 14 se aborda la causa de la observación anterior de las fases lunares e inmediatamente se nota un muy alto desconocimiento de las causas reales de por qué ocurren. Solamente un 6% de los estudiantes respondieron correctamente a cuál es la causa y casi la mitad (un 46%) dieron una razón errónea, mientras que un poco más de un tercio (36%) indicaron no saber o no respondieron del todo. En el caso de este fenómeno, al ser tan común claramente es ampliamente observado; sin embargo, se requiere un poco más de explicación o experimentación para comprender bien sus causas.

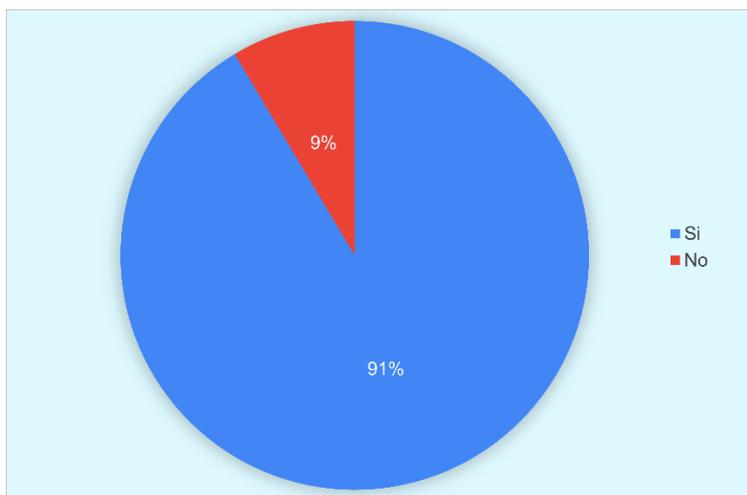
De las respuestas erróneas de los estudiantes hay varias que van en la misma línea, como por ejemplo, quienes mencionan que “*yo pienso que cambia por causa del sol, porque depende de cuanto ilumine a la luna*” o “*depende de donde se refleje la luz del sol en la luna*” indicando que el Sol es la única causa de las fases lunares y que esa luminosidad que le llega a la Luna es variable, cuando en la realidad, la luz del Sol en todo momento está siempre iluminando a la mitad de la Luna.

Además del Sol, otra causa que mencionan es con respecto a la sombra de la Tierra: “*a lo que tengo entendido es por la sombra de la tierra cuando al sol alumbra la tierra de otro lado la*

sombra de la tierra tapa parte de la luna” o a otros objetos que no indican: *“porque algo lo cubre”*. En menor cantidad pero no menos importante, se les dan explicaciones a las fases lunares con fenómenos más locales como *“por la atmósfera”*, o *“supongo que por la densidad de la atmósfera”*. Finalmente, se nombra también a la distancia entre la Tierra y la Luna como una posible causa: *“por la distancia que contiene la luna con la tierra”*.

Gráfico 15.

Porcentaje de estudiantes que han visto la Luna de día.

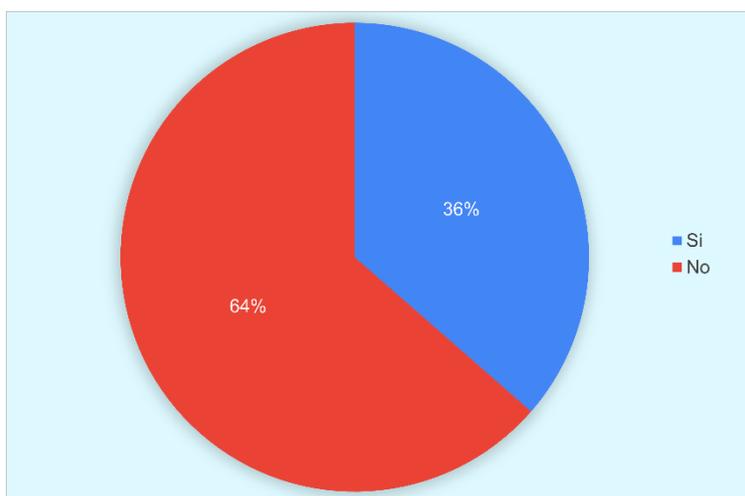


Fuente: Pineda Lizano (2020).

En el Gráfico 15 se nota que una gran mayoría de los estudiantes (91%) ha tenido la oportunidad de observar a la Luna durante el día, esto contrasta con la respuesta mostrada en el Gráfico 12, donde desconocían casi en su totalidad dónde está la Luna cuando es de día. Hay una incongruencia entre lo que observan (la Luna de día) y lo que de alguna forma está implantado en su conocimiento (la Luna relacionada solo con la noche), siendo esa creencia mucho más fuerte que la evidencia que ellos mismos perciben. Quizás una experiencia más vívida de la ubicación de la Luna día a día, o sea, un seguimiento continuo por algunos periodos de tiempo, logre cambiar esa creencia.

Gráfico 16.

Opinión de los estudiantes sobre si saben qué es el lado oculto de la Luna.

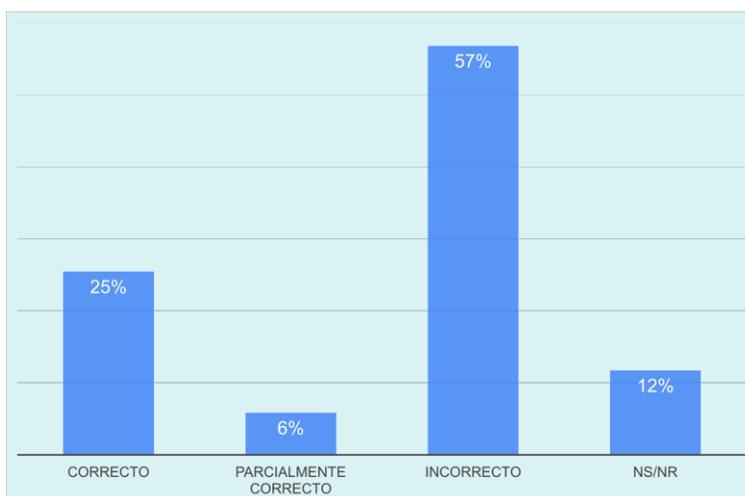


Fuente: Pineda Lizano (2020).

Gráfico 16 se muestra cómo cerca de una tercera parte de ellos (un 36%) mencionan que saben qué es. Esta idea se basa en el hecho de que la Luna siempre presenta la misma parte de su superficie a la Tierra por las causas explicadas en el marco teórico. Al dar siempre una misma cara hacia el planeta, quiere decir que hay una parte de la Luna que no se puede ver desde la Tierra y de ahí su nombre.

Gráfico 17.

Conocen qué es el Lado Oculto de la Luna.



Fuente: Pineda Lizano (2020).

Gráfico 16 En el Gráfico 16. donde un 36% indica saber qué es el Lado Oculto de la Luna, el Gráfico 17 muestra que eso no es cierto, ya que apenas una cuarta parte de los estudiantes que hicieron esa afirmación, tienen una idea correcta de lo que realmente es.

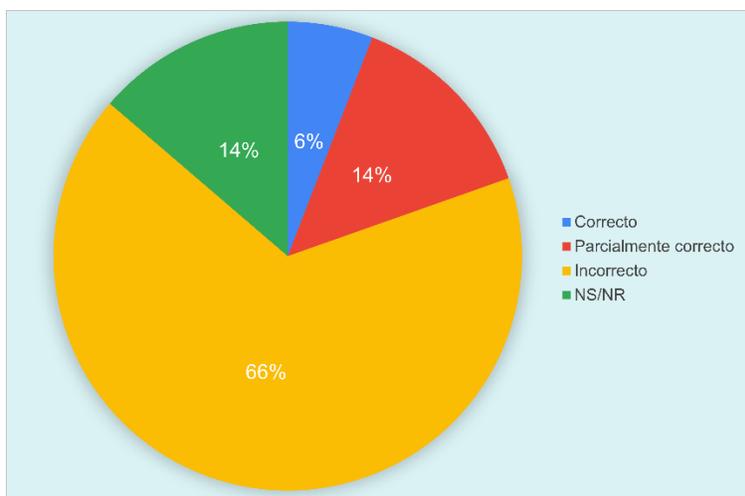
Casi un 60% de los estudiantes que mencionan saber qué es el *lado oculto de la Luna*, dan una razón errónea. Entre los principales errores destaca la confusión con el término *lado oscuro de la Luna*, ya que mencionan, por ejemplo, que “*es la parte a la cual la luz del sol no llega y queda siempre oscuro*”, que es la parte “*donde nunca habido luz solar*” o bien “*es la cara trasera que no está recibiendo luz solar*”. Esta confusión es muy común y muestra profundamente donde radica la necesidad de modelar tridimensionalmente el sistema Sol-Tierra-Luna, pues no existe tal *lado oscuro de la Luna* y basta unas cuantas experiencias, por ejemplo, con un bombillo y modelos del sistema para comprender que todas las partes de la Luna son iluminadas en algún momento por el Sol.

Otras definiciones como “*es el lado que no se ve a simple vista, puesto que la luna no gira en su propio eje*” muestran el desconocimiento de que los cuerpos del sistema Sol-Tierra-Luna giran sobre sí mismos y este error requiere mucho más trabajo por desarrollar, pues tiene que venir de la experiencia del estudiante mediante juegos o modelos donde se exponga qué sucedería, por ejemplo, si la Luna no tuviera rotación y que por medio de alguna actividad de ECBI ellos creen sus propios modelos.

Finalmente hay que indicar que el hecho de que exista un *lado oculto* desde nuestra perspectiva en la Tierra, es un fenómeno que solo involucra a la Tierra y a la Luna, y el Sol no juega ningún papel en este fenómeno; sin embargo, al confundir el hecho, *lado oculto*, con la idea de *lado oscuro*, ellos mismos hacen entrar en escena, equivocadamente, al Sol.

Gráfico 18.

Conocimiento del por qué existe un “lado oculto de la Luna”.



Fuente: Pineda Lizano (2020).

Para profundizar más en el caso de la Luna, primero se preguntó si creían saber qué era, luego que lo definieran y ahora se cuestionó cuál es la causa que hace que la Luna le dé siempre una sola cara a la Tierra y en este

Gráfico 18 se muestra que solamente un 6% de los estudiantes respondieron de forma correcta. Esto afianza el hecho de que hay un gran desconocimiento de la dinámica del sistema.

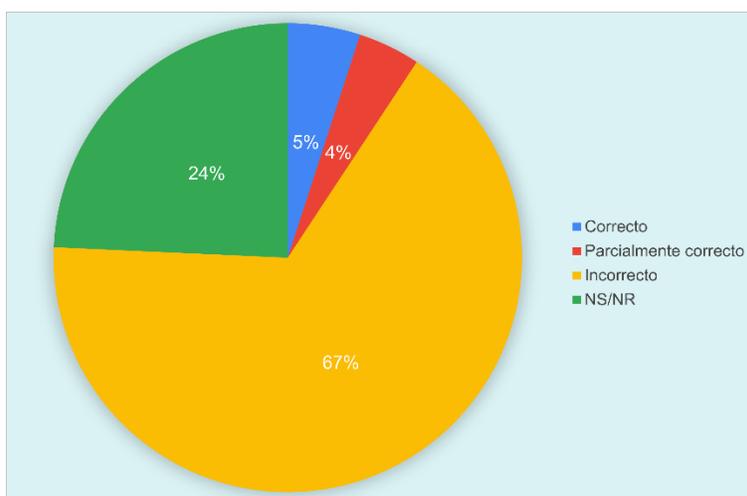
Entre las causas que se mencionan está principalmente el hecho indicado anteriormente con respecto a la rotación del satélite: “*que ella nunca gira sobre su propio eje*”, “*que la luna no tiene rotación*” o “*que la luna no rota, por lo que en efecto del movimiento de la tierra un lado de la luna se tapa*”. Sin embargo, surgen otras explicaciones independientes a la mencionada como “*la sincronización de este con el planeta y la sombra provocada por la tierra*”, donde se sigue incluyendo de alguna forma al Sol en la explicación y parte de la respuesta es correcta.

Un error común, quizás, es suponer que los movimientos antes descritos, para el caso del lado oculto de la Luna, son obvios o fáciles de entender, pero definitivamente se requieren nuevas actividades y abordajes al problema pues es un hecho que no se comprende. A lo sumo, como se indicó en el marco teórico, lo que están haciendo es repetir un conocimiento y lo hacen de forma parcial, sin tener una noción vívida que quede en sus mentes por la experimentación de los fenómenos.

Estaciones del año y movimientos aparentes del Sol.

Gráfico 19.

Conocimiento de las causas de las estaciones del año.



Fuente: Pineda Lizano (2020).

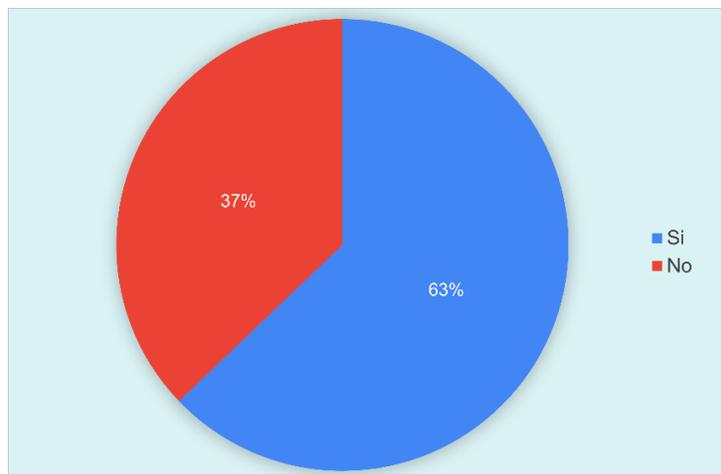
Un fenómeno astronómico con fuerte influencia en la sociedad humana a través de todos los tiempos son las estaciones del año; sin embargo, como se muestra en el Gráfico 19, hay apenas un 5% de conocimiento entre los estudiantes de cuál es la causa de este fenómeno. Este porcentaje es extremadamente bajo y hay que notar alrededor de un 25% no respondieron o indicaron no saberlo. Aunque en nuestra latitud no se dan los efectos marcados de las cuatro estaciones, es un fenómeno fundamental para el entendimiento del sistema Sol-Tierra.

Entre las respuestas más representativas y repetidas están, por ejemplo, los que mencionan que es debido a efectos de la distancia entre los dos cuerpos celestes. Indican, por ejemplo, que *“como la trayectoria del planeta es elíptica, hay lados donde vamos súper lento y estamos alejados del sol, entonces son las épocas frías; luego, cuando pasamos esas partes llegamos en las partes donde estamos más cerca el sol, por eso se dan las estaciones secas o el verano”*, *“la posición de la tierra, es decir, si se encuentra más lejos o cerca del sol”*.

Además, otras causas que citan son *“la rotación de la Tierra supongo”*, los que incluyen a la Luna en la explicación, *“creo que es por la posición de la luna”*, que no tiene nada que ver, o los que enfatizan en causas internas del planeta, como *“el relieve es el que provoca esas estaciones”* o *“el cambio climático”*. Finalmente, hay un porcentaje que menciona que está relacionado o son causadas *“por el eje de la tierra”*, pero les falta precisión al indicar que es debido a la inclinación de dicho eje y de esta forma no queda claro el conocimiento completo del fenómeno.

Gráfico 20.

Opinión sobre si el Sol sale siempre por el este y se oculta por el oeste.



Fuente: Pineda Lizano (2020).

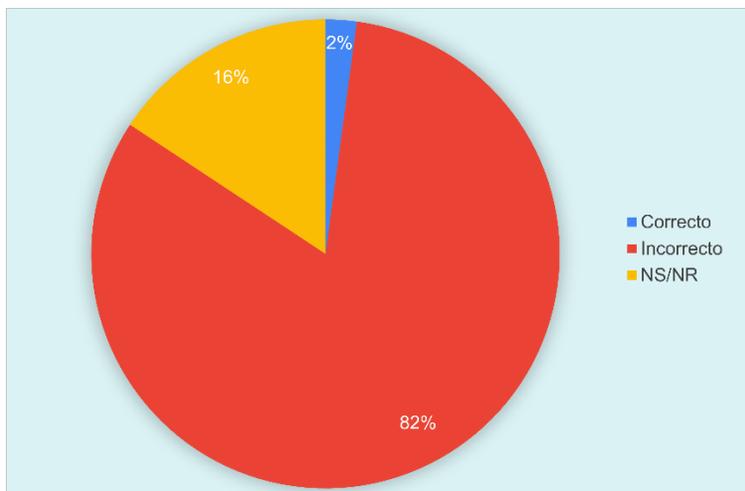
Un tema relacionado es el movimiento aparente que tiene el Sol visto desde la Tierra por todos nosotros. Hay una creencia popular de que el Sol siempre sale por el este y que se oculta por el oeste, siendo eso cierto solamente en dos días al año, durante los equinoccios.

En el Gráfico 20 se muestra que una gran mayoría (63%) de los estudiantes piensan que el Sol siempre sale por el este y se oculta por el oeste. Este tipo de conocimiento es mejor crearlo por experiencia en el campo, donde basta con generar una actividad que siga el punto de salida del Sol cada día o cierta cantidad de días para darse cuenta de este hecho.

No se profundizó en la pregunta, por ejemplo, para saber qué ideas tienen quienes mencionaron que no siempre sale por el este y se oculta por el oeste; saber por qué creen que ocurre y qué tanto conocimiento tienen sobre el movimiento aparente del Sol, así como saber si dominan el lenguaje técnico respectivo de los equinoccios y solsticios. Esto se puede obtener a partir de una entrevista y se puede crear una actividad de seguimiento.

Gráfico 21.

Conocimiento de la causa de que en verano las temperaturas sean más altas.



Fuente: Pineda Lizano (2020).

Una de las preguntas más representativas que muestra la relación entre los fenómenos astronómicos y la vida cotidiana es el entendimiento de por qué las temperaturas son más altas en verano. En el Gráfico 21 se muestra claramente el desconocimiento que existe entre los estudiantes sobre las causas de dicho fenómeno, donde solo un 2% contestó correctamente.

Profundizando en las respuestas dadas, la más frecuente es que esto es causado por la cercanía de la Tierra al Sol en momentos específicos: *“por la posición del planeta con el sol, entre más lejos este más frío se pone el planeta”*, *“la causa radica en que la distancia entre la tierra y el sol es mayor o menor, provocando el fenómeno de verano o invierno”* y *“estamos más cerca del sol”* entre otras relacionadas con el tema de la distancia.

Otras respuestas muy relacionadas con las sensaciones individuales o por la gran publicidad que se le hacen en los medios de comunicación, tienen que ver con causas internas del planeta, como por ejemplo, *“el cambio climático”*, *“el calentamiento global a nivel mundial”*, por *“las temperaturas de las lluvias”* o por *“la falta de agua”*. Esto demuestra que hay un gran desconocimiento de la relación del verano y sus altas temperaturas con respecto a una interacción particular de la Tierra con el Sol.

Una serie de respuestas de los estudiantes traen una nueva vertiente a las causas y tienen que ver más con la naturaleza intrínseca del Sol. Señalan, por ejemplo, que *“porque la radiación del sol está más fuerte”* o *“porque no pega mucha luz del sol”*, e incluso, indican causas tan

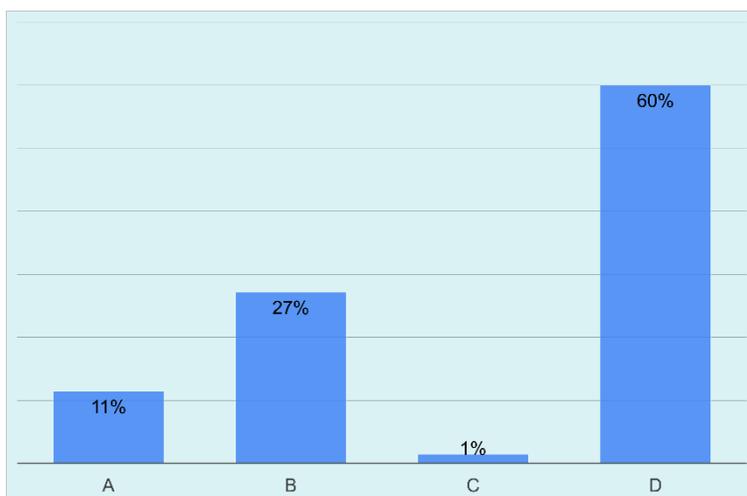
extrañas como que “*es porque la tierra gira de una forma diferente en esas épocas*” y no explican a qué se refieren con que “*gira de una forma diferente*”. Este tipo de respuestas evidencian una causa debido enteramente a un solo cuerpo y no a un fenómeno debido a dos cuerpos en interacción.

Como parte de una metodología para solventar estas fallas de causa-efecto, una buena alternativa es realizar experimentos que demuestren lo que es una incidencia perpendicular, en contraste con una incidencia oblicua de un rayo de luz y, por otro lado y de forma quizás paralela, ir midiendo la altura a la que llega el Sol en su viaje anual, para que así los estudiantes logren relacionar ambos fenómenos y comprendan sus implicaciones en cuanto al efecto de las temperaturas altos o bajas según la estación del año.

Posiciones y escalas. Eclipses.

Gráfico 22.

Identificación de las posiciones relativas del sistema Sol-Tierra-Luna [Correcta D].



Fuente: Pineda Lizano (2020).

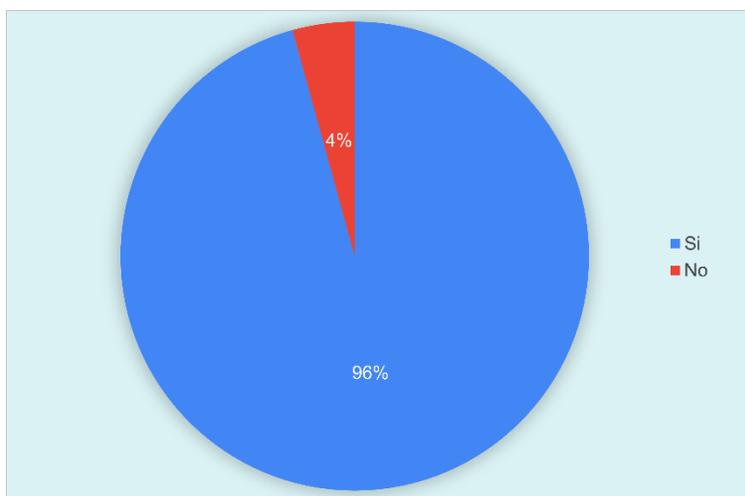
La idea original era ponerlos a dibujar los tres cuerpos del sistema Sol-Tierra-Luna, pero como se explicó, no fue posible efectuarlo a causa de la pandemia y las clases virtuales. Se substituyó por darles varias configuraciones para que escogieran la más cercana a la realidad. Cuando se les da a reconocer la posición relativa de los cuerpos, en el Gráfico 22 se muestra que los estudiantes logran reconocer la configuración correcta en un 60%.

Sin embargo, llama la atención que un 27% tienen dificultades con las escalas espaciales, pues ubican a la Luna en medio de la distancia entre el Sol y la Tierra y un 11% sitúan a la Tierra mucho más cerca del Sol que de la Luna. Esto, inclusive, toca el tema de la definición de un satélite natural y de su cercanía con el planeta al que orbita.

Una actividad remedial y que permite a la vez relacionar el tema de la astronomía con materias como matemática, es dibujar o, mejor aún, colocar los cuerpos en un diagrama o maqueta a escala. El uso de las escalas ayudará a desarrollar un mejor entendimiento y la experimentación al colocar cuerpos en sus posiciones relativas, grabará mejor esa información.

Gráfico 23.

Respuesta a la pregunta de si sabe qué es un eclipse.

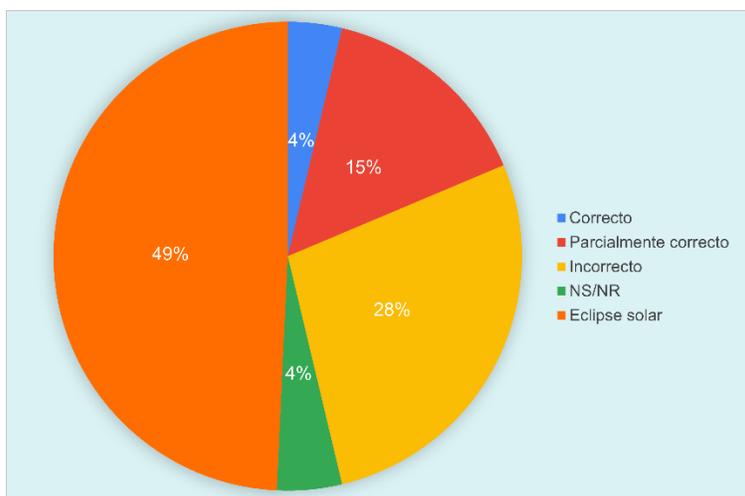


Fuente: Pineda Lizano (2020).

En la siguiente pregunta del cuestionario se indaga solamente si los estudiantes creen saber o no qué es un eclipse y la respuesta es abrumadora en cuanto a que un 96% afirma saberlo, como se muestra en el Gráfico 23. Esto se va a contrastar con la pregunta siguiente, donde se cuestiona por la definición de dicho fenómeno. Aquí puede darse una circunstancia curiosa y es que muchas veces uno cree saber qué es un fenómeno, pero a la hora de explicarlo le faltan palabras o conceptos que ayuden a su descripción, o simplemente no lo sabe.

Gráfico 24.

Definición de qué es un eclipse.



Fuente: Pineda Lizano (2020).

Aunque casi la totalidad de los estudiantes afirmaron que sabían lo que era un eclipse, a la hora de explicarlo solamente un 4% pudo dar una definición precisa. Casi la mitad, en conjunto, no lograron dar una buena definición, y tal como se observa en el Gráfico 24, además la otra mitad se refirió exclusivamente a lo que es un eclipse solar. Aquí podría deberse a que, aparte de que es el que más impresiona, a la vez es al que se le hace más propaganda y campañas publicitarias, como por ejemplo, el eclipse solar parcial que se vio desde Costa Rica en el 2017 y que fue cubierto ampliamente por los medios de comunicación masiva, y que esta generación de estudiantes lo vivieron.

Algunas de las respuestas incorrectas indican desconocimiento de fenómenos mecánicos (de mecánica celeste y mecánica en general), como que “*es cuando la luna se mueve hacia el sentido contrario*” o un problema de dimensiones y escalas como “*es un fenómeno en el que la luna se posiciona justo enfrente del sol o viceversa*”, ya que ese “viceversa” significaría que el Sol se posiciona frente a la Luna, más precisamente, entre la Tierra y la Luna; y como se explica en el marco teórico y como se verá más adelante, el Sol simplemente no cabe entre la Tierra y la Luna.

Finalmente, hay respuestas como “*es cuando el sol interfiere en la iluminación de la luna y si se presenta de día es un eclipse lunar*”, donde hay una confusión total de ideas, de posiciones

e, inclusive, de causa y efecto. Se requiere un gran trabajo en las bases para poder aclarar muchas de estas ideas y el trabajo con modelos, simulaciones, experimentos, aplicaciones o programas pueden darnos herramientas para que los estudiantes creen sus propios modelos y dejen de repetir lo que vieron o escucharon.

Gráfico 25.

Elección de dibujo que representa a un eclipse lunar total.



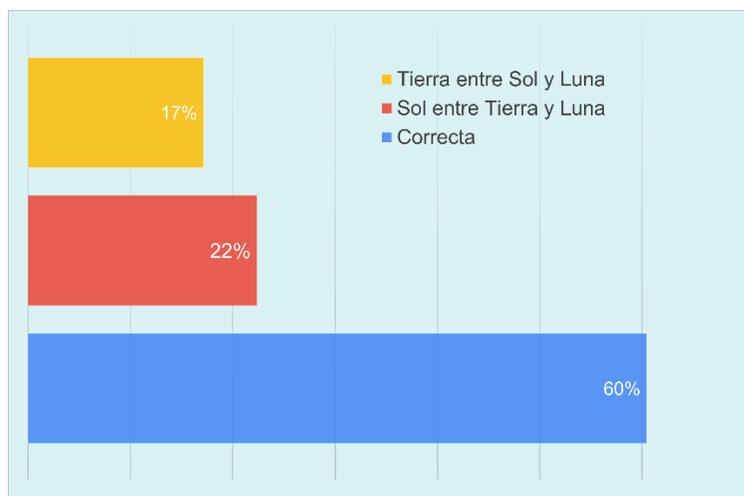
Fuente: Pineda Lizano (2020).

Cuando se da la opción de escoger una imagen que represente a un eclipse lunar total, solamente 28% escogen la opción correcta, como se muestra en el Gráfico 25. Un porcentaje muy alto de un 58% colocan a la Luna entre la Tierra y el Sol, configuración incorrecta, pues esa representaría más bien uno de tipo solar. De igual manera y como se mencionó antes, hay un porcentaje significativo (13%) que escogieron colocar al Sol entre la Tierra y la Luna, error grave y complejo como se citó antes.

Modelar eclipses, tanto solares como lunares, es indispensable para lograr comprender el fenómeno. No se trata de aprenderse posiciones de memoria, sino interiorizar lo que significa un eclipse y de paso “jugar” con modelos, iluminaciones, etc., que permita a los estudiantes lograr crear sus propias reglas y conceptos.

Gráfico 26.

Elección de dibujo que represente a un eclipse solar total.



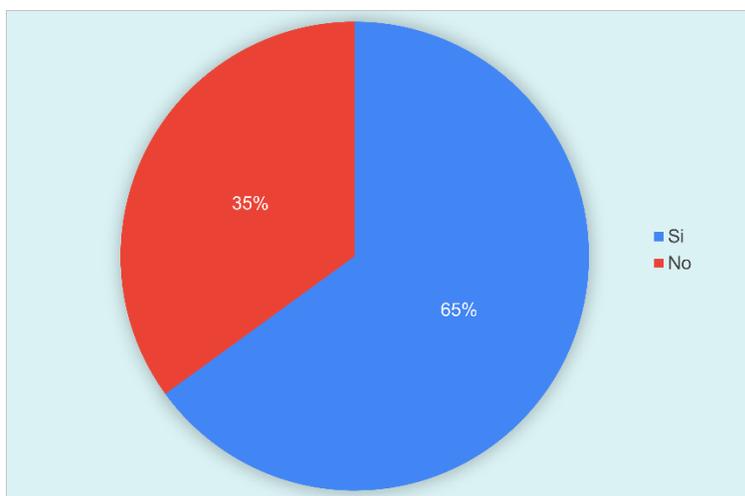
Fuente: Pineda Lizano (2020).

Del Gráfico 26 se nota que la mayoría logra identificar correctamente la configuración para el eclipse total de Sol; sin embargo, algo muy curioso es que, aunque escogieron correctamente la posición de la Luna entre la Tierra y el Sol, esta fue precisamente la opción que mayoritariamente escogieron para el eclipse de la pregunta anterior, y es claro que la misma configuración no puede servir para ambos tipos de eclipses.

De nuevo, el fenómeno solar es mejor comprendido que el fenómeno lunar como se ha puesto de manifiesto en este estudio. Un asunto que podría sorprender, aunque ya se ha analizado su causa, es el de la colocación del Sol entre la Tierra y la Luna. Ahora, en esta pregunta, subió a un 22% y ese quinto aproximado ya es un valor mucho más significativo y que implica tomar las medidas que se mencionaron en el caso del eclipse lunar.

Gráfico 27.

Opinión sobre si conoce o no qué es un año bisiesto.

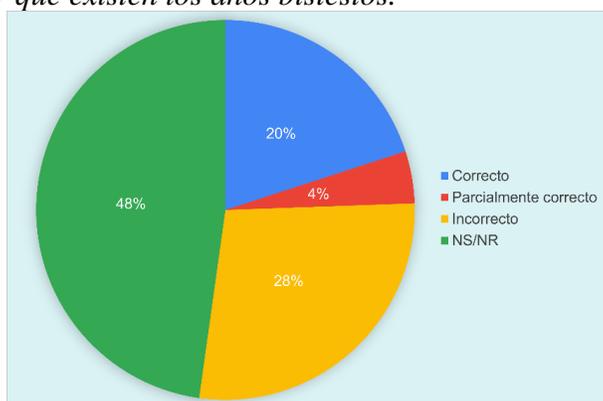


Fuente: Pineda Lizano (2020).

Una de las aplicaciones más importantes a través de la historia es la aplicación que surge de la astronomía como una fuente de conocimiento para poder organizar y medir el tiempo en la Tierra. En relación con la pregunta de si sabe qué es un año bisiesto, en el Gráfico 27 se muestra que casi dos tercios (65%) de los estudiantes mencionan que sí conocen lo que es. El fenómeno que cada cuatro años toma cierta relevancia cuando se le agrega un día más al mes de febrero, parece que pasa desapercibido para un 35% de los estudiantes.

Gráfico 28.

Explicación de por qué existen los años bisiestos.



Fuente: Pineda Lizano (2020).

Aunque hubo una mayoría que indicaron que sabían qué era un año bisiesto, a la hora de explicar el por qué ocurren, solo un 20% de esos estudiantes dieron una causa correcta, tal como se observa en el Gráfico 28 y la gran mayoría indica que no sabe el por qué. Esto es algo que se ha visto en esta encuesta: de los que saben o han oído hablar de algún fenómeno astronómico, no todos entienden por qué ocurre.

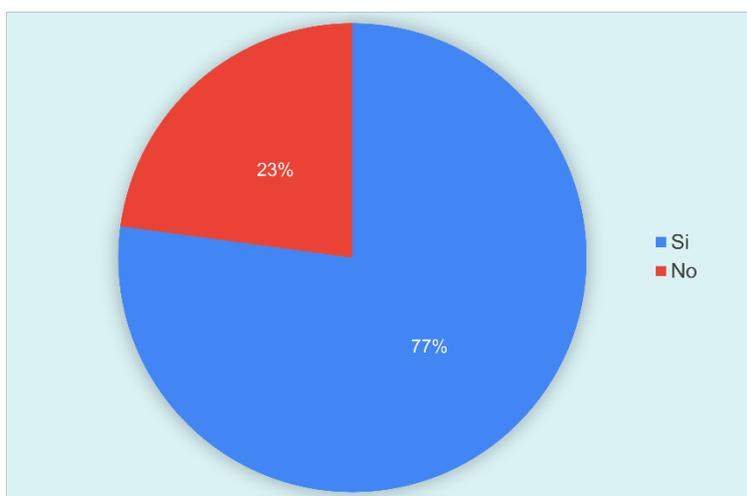
Entre las causas que indican los estudiantes al por qué existen años que tienen un día más en el calendario, hay algunas opiniones que muestran que el estudio de la mecánica (las causas del movimiento) no son bien comprendidas y piensan que los cuerpos pueden cambiar apreciablemente su forma de moverse, “*porque cada 3 años la tierra dura un poco más para darle la vuelta al sol*”, o “*el planeta gira más lento y eso hace la suma de 24 horas más y 366 días*”.

También otros motivos implican de nuevo a la Luna como posible causante, “*por la diferencia de rotación de la tierra respecto a la luna*” o por causas que involucran más cuerpos como “*por el movimiento de todo el sistema solar*” y como se explicó en el marco teórico, solo depende del movimiento de la Tierra en relación con el Sol.

Opinión sobre los beneficios de la astronomía en la vida cotidiana.

Gráfico 29.

Opiniones sobre si la astronomía trae algún beneficio a las personas en su vida cotidiana.

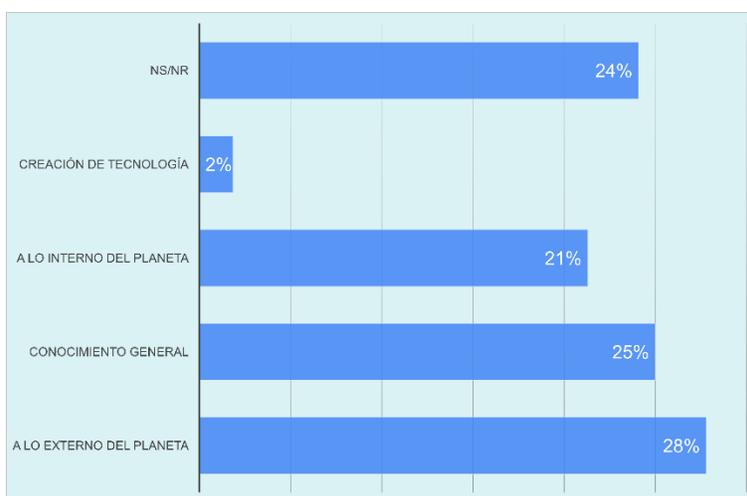


Fuente: Pineda Lizano (2020).

Del Gráfico 29 se observa una marcada opinión positiva (77%) con respecto a que la astronomía trae beneficios a las personas en su vida cotidiana. Esta opinión positiva es algo de lo que se podría echar mano ante un posible Plan Piloto para que se tenga una motivación extra y que, como un subproducto, se busquen relaciones entre las especialidades que estudian y la astronomía y ciencias conexas.

Gráfico 30.

Aplicaciones de la astronomía indicadas por los estudiantes.



Fuente: Pineda Lizano (2020).

Aunque una gran mayoría mencionó en el Gráfico 29 que la astronomía trae muchos beneficios a las personas en su vida cotidiana, en el Gráfico 30 solamente un 2% indica algo relacionado con la creación de tecnologías, que es de los principales aportes que, como se indicó en el marco teórico, es de lo principal que ha dejado la astronomía a través de los tiempos.

Un 28% lo enfocan más bien en generación de conocimiento hacia afuera del planeta, en aprender del universo, lo cual no es necesariamente algo que repercuta de forma directa o inmediata en el diario vivir de las personas o que identifiquen como útil. Mientras tanto, un 21% lo enfoca con algo relacionado hacia adentro del planeta, aunque no especifican mucho, salvo los

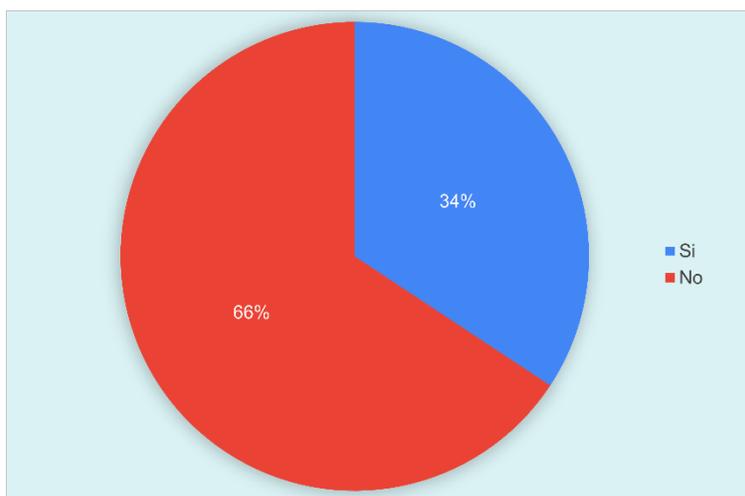
que señalan la medición del tiempo, la relación con las cosechas, entre otros, y un cuarto de los entrevistados lo enfocan en conocimiento general (ni externo ni interno).

Aunque hay un 21% que lo enfoca a lo interno del planeta, es más de aplicaciones que en su momento fueron muy útiles, como la agricultura, los calendarios, etc., pero que en el presente no son tan relevantes para la gran mayoría de las personas en el día a día, ya que estos son controlados por entes especializados. Las principales aplicaciones desarrolladas por la astronomía están en el área de la tecnología, y es por este motivo que tener solo un 2% de respuestas en este sentido, aunque muestra un desconocimiento de dichas aplicaciones, también abre un terreno fértil para combinar la astronomía con otras materias, como Estudios Sociales, donde se puede ver la relación que se tiene con la sociedad y claramente con las tecnologías que los estudiantes reciben como parte de su formación especializada. Esto implicaría generar dentro del Plan Piloto, una serie de actividades en este sentido.

Definiciones de Otros Conceptos Astronómicos. Con respecto a la definición de varios conceptos astronómicos que se consideran de dominio medio, se pregunta por algunos fenómenos de los que se habla de forma cotidiana en los medios de comunicación y que usualmente se escuchan en distintos ámbitos.

Gráfico 31.

Opinión de los estudiantes sobre si saben qué es un año luz.

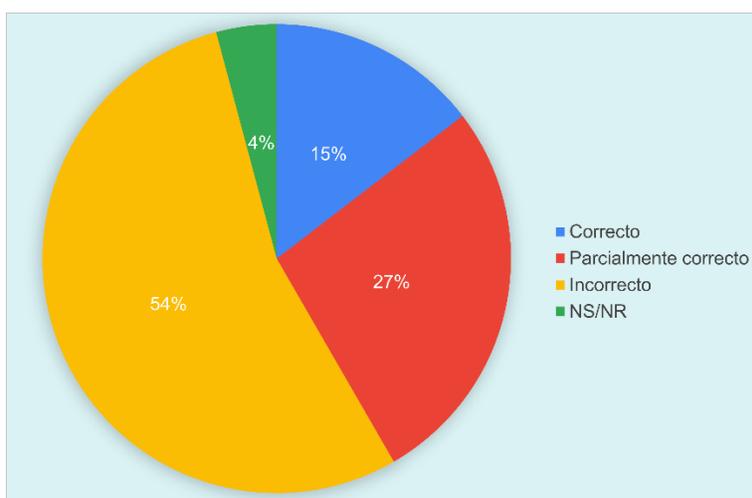


Fuente: Pineda Lizano (2020).

Un primer concepto que se consultó fue: ¿qué es un año luz?, término que se usa en películas de ciencia ficción de forma recurrente y en otras noticias científicas. Como se observa en el Gráfico 31, hay un 34% de los estudiantes que dicen saber qué es.

Gráfico 32.

Respuestas a qué es un año luz.



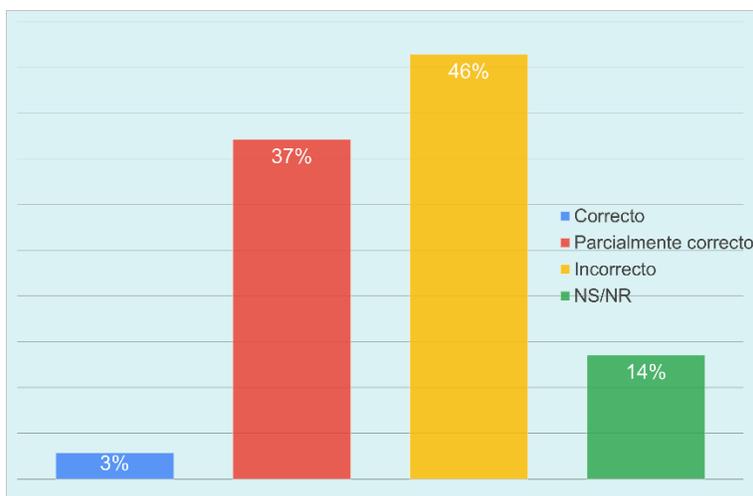
Fuente: Pineda Lizano (2020).

En el Gráfico 32 se muestra como un concepto fundamental en astronomía no es comprendido del todo por los estudiantes. En este, solo un 15% de los que dijeron que sabían qué era un año luz logran dar una buena definición del término y un 27% se acerca bastante a dicha definición.

Como se podría esperar, la principal confusión surge de creer que un año luz es una unidad de tiempo en lugar de una unidad de distancia. Por ejemplo, mencionan que “*es la forma de representación del tiempo en el espacio*”, “*es el tiempo que dura la tierra en dar vuelta a el sol y volver a el punto inicial*” o bien, “*es una forma de tiempo*”; y en otros casos, incluso, no tienen claridad de que no pueden ser varias variables físicas al mismo tiempo: “*una medida de tiempo, velocidad y distancia*”, o “*los años luz es la velocidad de la luz*”.

Gráfico 33.

Respuestas a qué es una estrella fugaz.



Fuente: Pineda Lizano (2020).

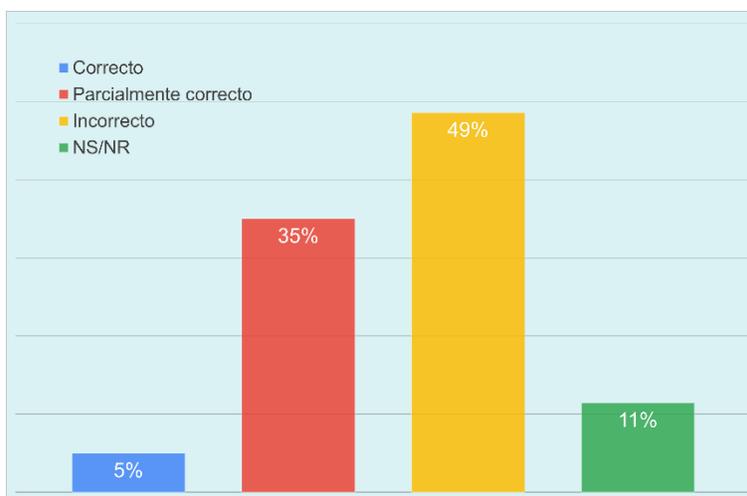
Un segundo fenómeno que se pregunta es ¿qué es una estrella fugaz? Aquí hay que indicar que en los medios de comunicación, de forma periódica, publican información sobre los días del año en que se va a producir una de estas lluvias de estrellas fugaces, por lo que es casi un hecho que en algún momento los estudiantes tengan contacto con esa terminología. En el Gráfico 33 se muestra, sin embargo, que solamente un 3% logra definirla correctamente, mientras que el resto, o no lo tienen del todo claro (37%) confundiendo muchas veces la terminología científica con la terminología popular, o lo definen de forma errónea, en un 46%.

Entre las respuestas más usuales está la clara confusión debido al nombre y muchos opinan que una estrella fugaz es, en efecto, una estrella real que cae y que pasa cerca de la Tierra o se mueve de un punto a otro: “*es una estrella que, al rotar la tierra, es observada como si esta tuviera movimiento o cayera*”, “*una estrella que viaja a largas distancias*” o “*estrella que aparece de pronto en movimiento*”. Esto es uno de los errores en cuanto a dimensiones, masas y distancias más grande que se puede cometer y que requiere un fuerte trabajo, dentro de un Plan Piloto, que se ocupe de definiciones de los diversos cuerpos celestes.

Hay otras respuestas que señalan más bien otras concepciones totalmente diferentes, como por ejemplo, “*un cometa viajando a miles de kilómetros*”, donde se vuelve a notar el asunto antes indicado de las definiciones de los distintos cuerpos celestes, o “*es un fragmento de roca solar que se desprende*”, donde hay, incluso, un concepto que se puede vincular con la materia de ciencias, donde se hable de los estados o fases de la materia, ya que el término “roca solar” no tiene ningún sentido.

Gráfico 34.

Concepto de qué es una estrella.



Fuente: Pineda Lizano (2020).

Pasando ahora precisamente a la definición de ¿qué es una estrella?, en el Gráfico 34 se muestra que solo un 5% puede definirla de forma correcta, mientras que casi la mitad (49%) lo hace de forma incorrecta. Las estrellas se han considerado por muchísimo tiempo como las unidades básicas del universo, porque de ellas salen la gran mayoría de los elementos químicos que se esparcen por el espacio y que luego forman parte de otras estrellas, planetas y demás cuerpos celestes.

Se observa que, entre los conceptos erróneos de los estudiantes, hay varios que los confunden con otros cuerpos celestes, como los planetas: “*un planeta muy lejano*”, “*un planeta a muchos años luz*” o “*son planetas en su extinción*”. Aquí hay que indicar, una vez más, la

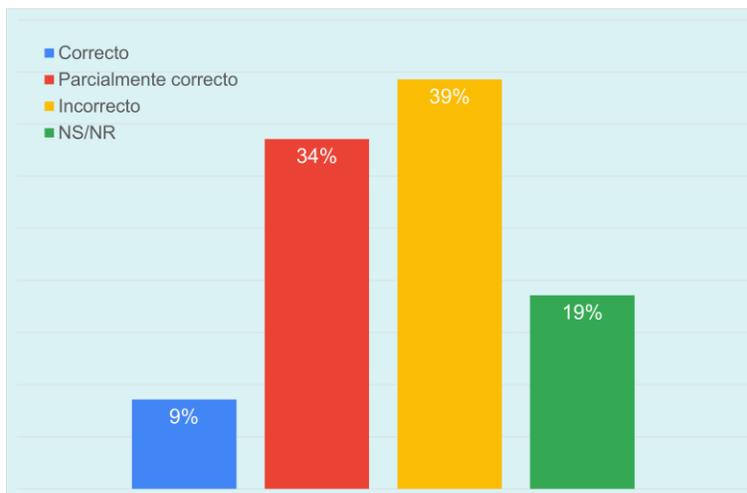
importancia de definir bien cada uno de los cuerpos celestes, similitudes y, sobre todo, sus diferencias.

Otras definiciones erróneas tratan a las estrellas como rocas, aunque se sabe que están compuestas por plasma. Esta concepción errónea de que las estrellas son sólidas implica un problema específico relacionado con el tema de los estados de la materia y de conceptos como densidad, entre otros. Se detalla, entre otras cosas, que son “*rocas cubiertas de fuego*”, “*es los miles de pedazos de rocas espaciales u otros objetos*”, “*una piedra gigante*” o bien, que una estrella “*pues son rocas muy lejanas que brillan*”. Como se mencionó anteriormente, se presenta una gran oportunidad para relacionar esta temática con los estados de la materia cuando se estudien en ciencias.

Finalmente, aparecen algunas respuestas que muestran aún más confusión al tratar a las estrellas como: “*una estrella es como una mini luna*”, “*un sol muerto*” o “*una estrella es un objeto espacial que está en el cielo acompañando la noche con la luna*”.

Gráfico 35.

Concepto de qué es una galaxia.



Fuente: Pineda Lizano (2020).

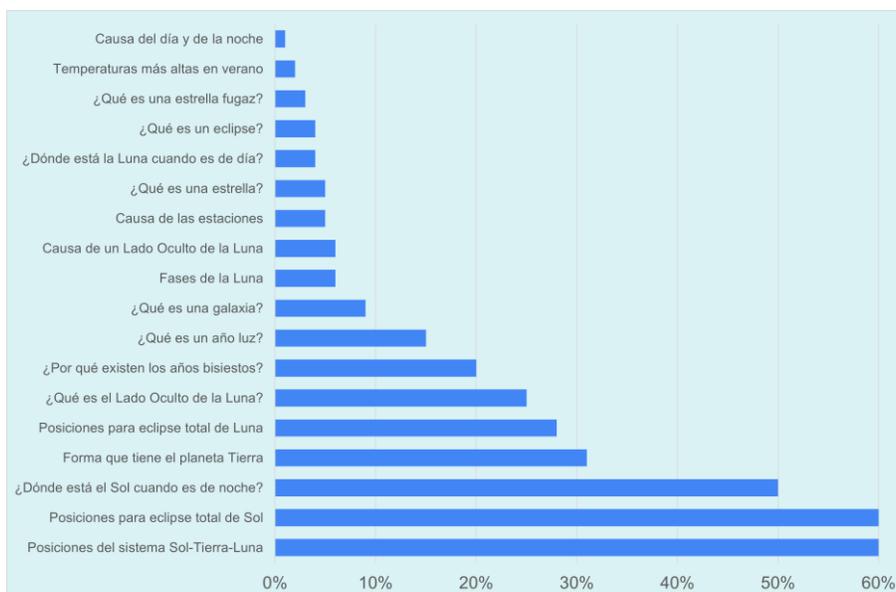
Se llega así a la última pregunta, cuyos resultados se muestran en el Gráfico 35. Aquí se pregunta por una estructura mucho más grande, ya que, como se mencionó en el marco teórico, es un conjunto de estrellas, planetas, nebulosas, gases, polvo y otros cuerpos celestes. Se observa que apenas un 9% puede definirlo con precisión, mientras las respuestas incorrectas o las parcialmente correctas andan parecido en porcentaje: 39% y 34%, respectivamente.

Para una buena mayoría, es una estructura muy grande, pero las dimensiones de esa estructura muchas veces son magnificadas o minimizadas según las comparaciones que se efectúan. Muchos estudiantes le dan un tamaño similar al de un Sistema Planetario o a un Sistema Solar, por ejemplo: *“creo que es donde los planetas tienen su orden de girar”*, *“la que conforma el sistema solar”* o *“es un espacio donde ubican varios planetas”*.

Otros, por el contrario, lo magnifican y comparan con cosas muchísimo más grandes, como el universo mismo o incluso más que eso: *“un universo”*, *“un lugar en el espacio donde se encuentran los universos”*, demostrando aquí que este otro concepto de universo está lejos de ser comprendido, y finalmente *“es el conjunto de universos”*. Aquí el error dimensional es total y se requiere un trabajo organizado, estructurado y con creación de maquetas, escalas, aplicaciones, modelos y otros, para lograr revertir estas ideas que están totalmente lejos de lo correcto.

Gráfico 36.

Porcentajes de respuestas correctas en preguntas de conocimientos básicos.

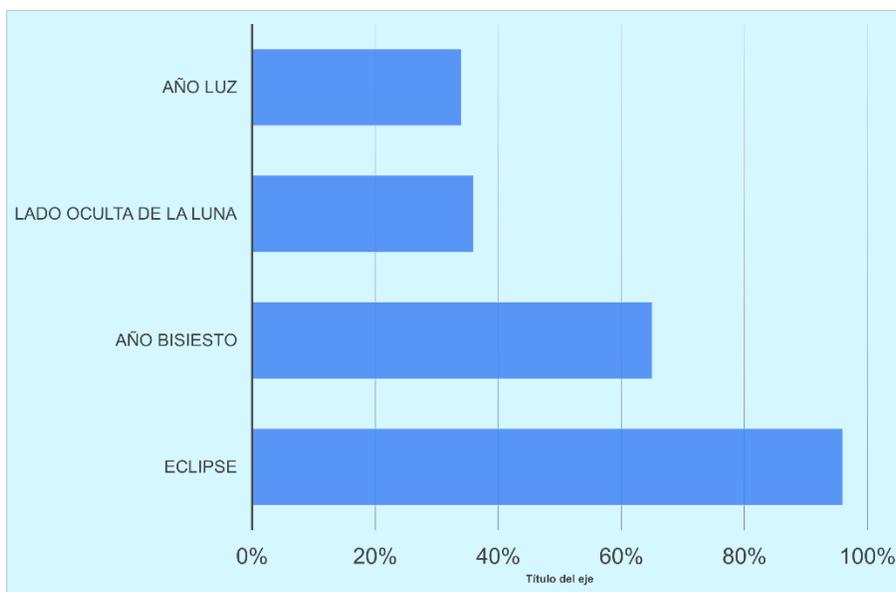


Fuente: Pineda Lizano (2020).

Finalmente, en el Gráfico 36. se muestran los resultados correctos obtenidos de las distintas preguntas para visualizar el grado total en que los estudiantes respondieron bien a cada pregunta específica. Se nota que, globalmente, los porcentajes de respuestas correctas son extremadamente bajos, donde 10 de las 18 preguntas de definiciones están por debajo del 10%, 5 de las 18 preguntas se ubican entre el 10% y el 35%, y solamente 3 de 18 preguntas obtuvieron más que eso, pero sin pasar nunca del 60%.

Gráfico 37.

Respuestas a conceptos que los estudiantes consideran saber.



Fuente: Pineda Lizano (2020).

En contraposición, en el Gráfico 37 se muestran los porcentajes obtenidos por los estudiantes cuando se les consultó sobre si sabían qué era algún fenómeno o la definición de algún cuerpo celeste. Estas preguntas son de opinión y no hay bueno ni malo, solamente se mide el grado de conocimiento que creen tener los estudiantes. Se destaca que comparado con el de respuestas correctas, en este caso se muestran valores mayores, llegando incluso a un 96% de creencia de que saben qué es un eclipse, contrastado con el porcentaje de respuestas correctas de este mismo tema, con apenas un 4%.

Análisis de los Resultados de los Cuestionarios Aplicados a los Profesores

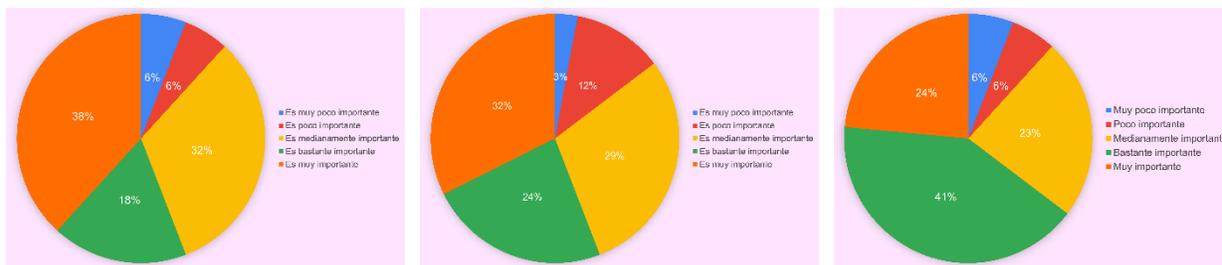
En este apartado se analizarán las respuestas que se dieron al cuestionario que se aplicó a los profesores del Colegio Técnico Agustiniiano. La muestra es de 34 docentes de todas las áreas que se imparten en la institución, desde las materias básicas de matemática, español, estudios sociales y ciencias, hasta las distintas especialidades, como electricidad, agropecuario, ebanistería,

salud ocupacional, electromecánica, mecánica de precisión, agroindustria, mecánica automotriz, computación y otras áreas, como el inglés, música y educación religiosa.

Análisis de la importancia e interés en el tema y en ser parte de un Plan Piloto.

Gráfico 38.

Nivel de importancia de enseñar astronomía según distintas poblaciones.



a) A nivel de Costa Rica

b) A nivel de secundaria

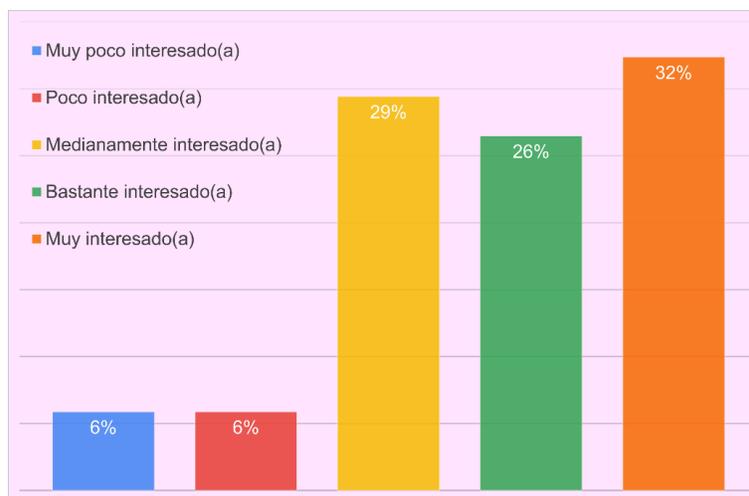
c) A nivel de educación técnica

Fuente: Pineda Lizano (2020).

Con respecto a la importancia de enseñar astronomía, en los Gráfico 38 a), b) y c) se identifica claramente que los profesores del Colegio Técnico Agustiniano consideran que va de mediana hasta muy importante. Específicamente, en el caso de la educación técnica, un alto porcentaje relativo (65%) lo consideran entre bastante y muy importante. Se espera una buena acogida de cualquier iniciativa que se aplique en el futuro en la institución dada esta respuesta.

Gráfico 39.

Nivel de interés en el tema de la astronomía por parte de los profesores del C.T. Agustiniano.

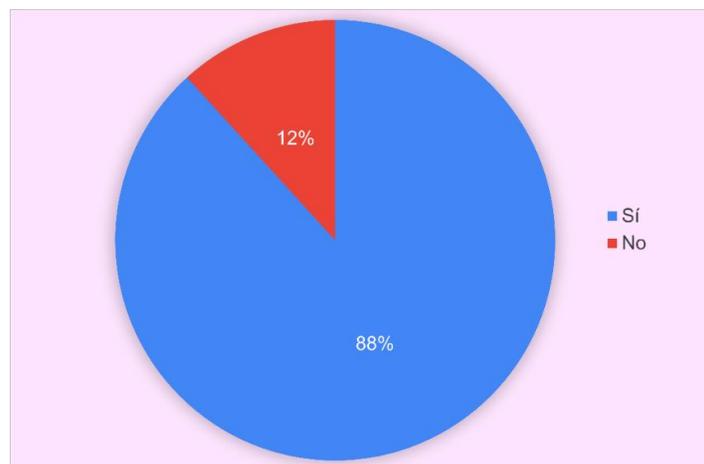


Fuente: Pineda Lizano (2020).

En el Gráfico 39 se muestra claramente que hay un interés por el tema de la astronomía, pero eso no necesariamente quiere decir que hay un interés en que se imparta de alguna forma en la institución, ni que su materia esté relacionada con eso. Para eso se hace una consulta puntual más adelante en el cuestionario.

Gráfico 40.

Grado de interés en ser parte de un Plan Piloto en enseñanza de la astronomía.



Fuente: Pineda Lizano (2020).

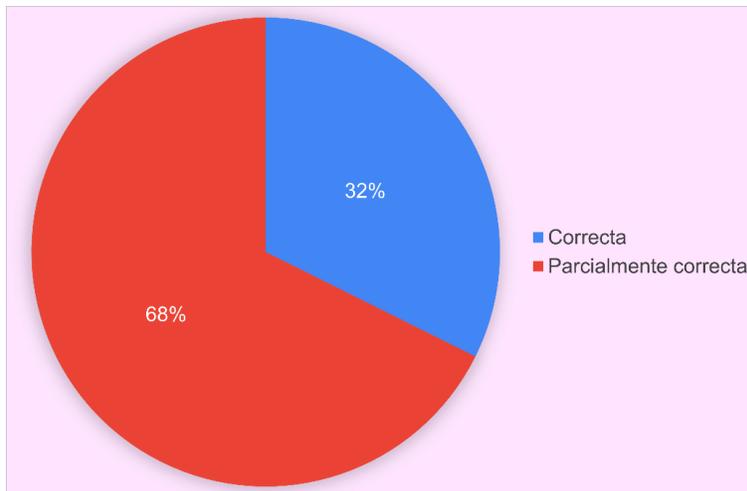
Con respecto al grado de interés en ser parte de un plan piloto relacionado con la enseñanza de la astronomía, se muestra que hay un alto grado de interés (88%). Esto podría verse desde dos perspectivas a futuro, que sean parte de actividades para aprender de esta disciplina y que, además, algunos sean partícipes de montar dichas actividades u otras directamente dentro de las temáticas de sus propias especialidades.

Análisis de las Respuestas a Conceptos Fundamentales de la Astronomía. En esta sección se verán los resultados obtenidos por parte de los docentes, en cuanto a su conocimiento de algunos conceptos básicos en astronomía, y se compararán para fines de medición, con los obtenidos por parte de los estudiantes, con el fin de identificar posibles temas puntuales de mejora en la implementación de las actividades del Plan Piloto.

Forma de la Tierra.

Gráfico 41.

Respuesta sobre la forma de la Tierra en la encuesta de profesores.



Fuente: Pineda Lizano (2020).

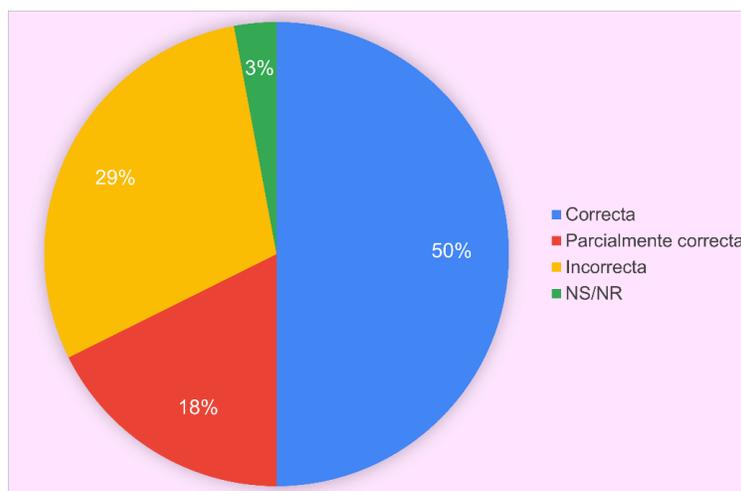
Del Gráfico 41 se nota que apenas cerca de una tercera parte de las respuestas son correctas (32%) y el resto responde solo una parte correcta. Al comparar con las respuestas de los estudiantes se llega a un resultado casi idéntico (31%), evidenciando que es un asunto más de fondo e

independiente del nivel educativo que se tenga. Se considera que la forma de la Tierra es un tema fundamental de abarcar en un posible Plan Piloto para la enseñanza de la astronomía.

Fenómenos del Sistema Sol-Tierra-Luna.

Gráfico 42.

Explicación para el fenómeno del día y de la noche por parte de los docentes.

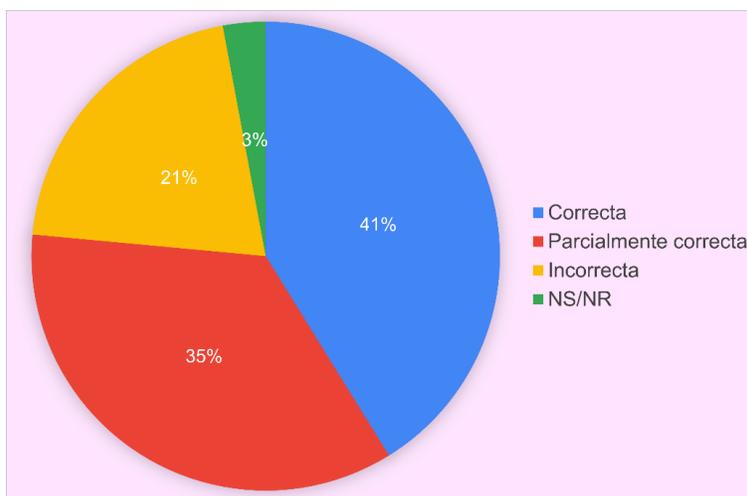


Fuente: Pineda Lizano (2020).

En esta pregunta sí se ve una diferencia abismal en cuanto al conocimiento que tienen los profesores con respecto a los estudiantes. Como se muestra en el Gráfico 42, los profesores acertaron en un 50%, mientras que los estudiantes en apenas un 1%. Sin embargo, todavía queda por hacer bastante con respecto a esta pregunta que se considera fundamental entre los conocimientos básicos de astronomía, por tratarse de uno de los movimientos principales que tiene el planeta y que afecta a toda la sociedad en todos los ámbitos.

Gráfico 43.

Posición del sol durante la noche, según cuestionario de profesores.

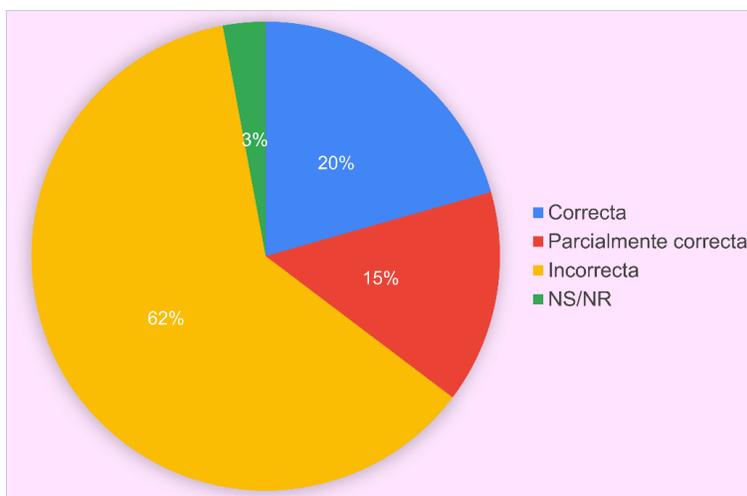


Fuente: Pineda Lizano (2020).

En el Gráfico 43 se muestra un cambio con respecto al comportamiento previo y más bien esta respuesta la tiene correcta apenas un 41% de los docentes, en contraposición del 50% obtenido por los estudiantes. Algunas de las respuestas son idénticas a las que expresaron muchos estudiantes, como por ejemplo: “*en la misma posición la tierra es la que gira alrededor del sol*”, con un punto de vista heliocentrista o algo como “*por la rotación de la tierra el sol esta hacia el oeste*”, que no tiene ningún sentido más que el repetir algo del conocimiento popular.

Gráfico 44.

Posición de la Luna durante el día según respuestas de profesores.

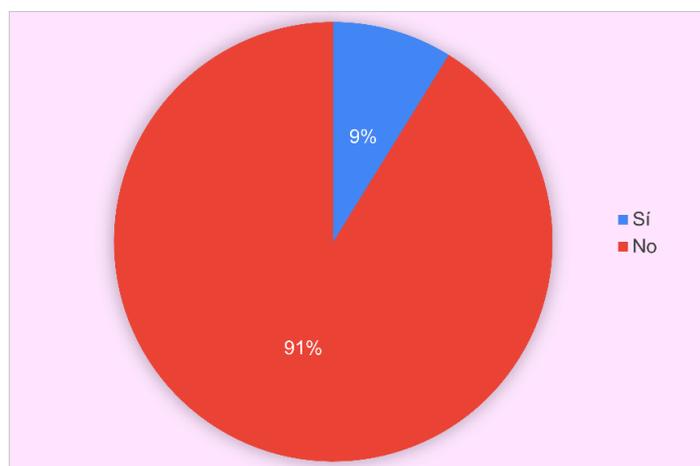


Fuente: Pineda Lizano (2020).

En cuanto a la pregunta de dónde está la Luna cuando es de noche, aunque hay una mejora en cuanto a la respuesta de los estudiantes, un 20% comparado contra un 4%, la gran mayoría de las respuestas son incorrectas. Esto recalca el hecho de que los movimientos de la Luna siguen siendo los más complicados de explicar y de entender.

Gráfico 45.

Opinión de los profesores sobre si la Luna cambia de forma según se ve en el cielo.

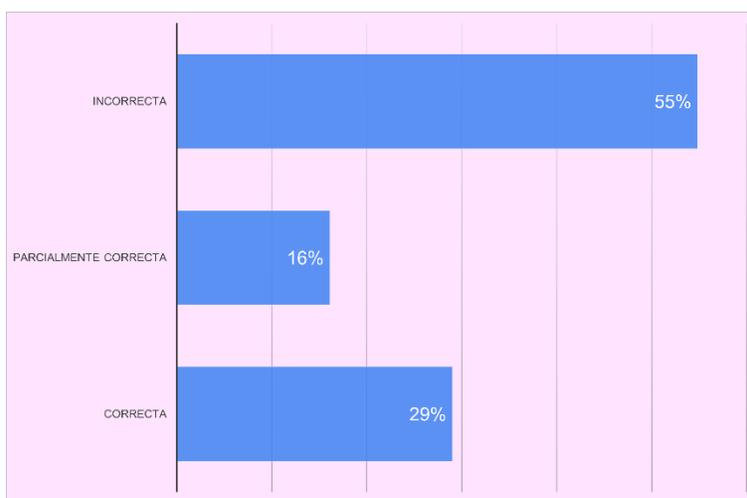


Fuente: Pineda Lizano (2020).

En el Gráfico 45 se muestra cómo una gran mayoría (91%) tienen claro que la Luna presenta formas distintas en distintos instantes. Es un fenómeno que en un corto tiempo de pocos días se distingue y es un buen inicio para incentivar una búsqueda de explicaciones, tanto para los estudiantes como para los docentes.

Gráfico 46.

Explicación sobre las causas de las fases de la Luna en el cuestionario de profesores.



Fuente: Pineda Lizano (2020).

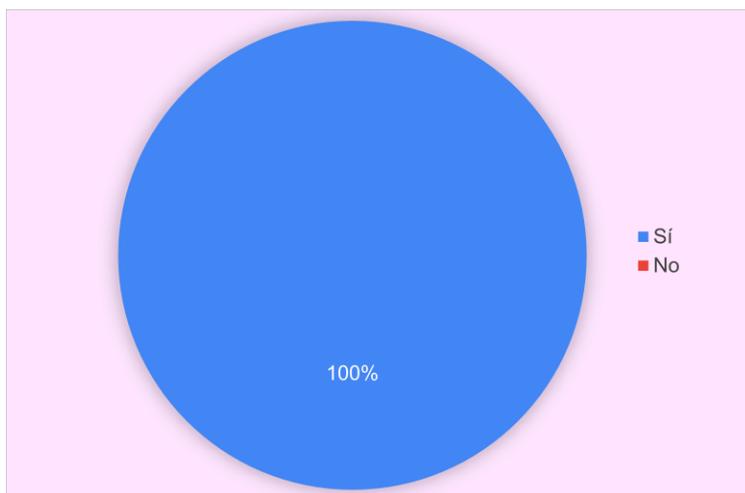
En el Gráfico 46, el comportamiento encontrado entre los estudiantes se repite para los profesores, aunque estos últimos lo explicaron porcentualmente un poco mejor para la respuesta correcta, de 6% a 29%. Sin embargo, el porcentaje de respuestas incorrectas aumentó entre los profesores, con un 55% contra un 46% de los estudiantes. Esto muestra una vez más que el comportamiento de la Luna es, sin duda, poco comprendido, empezando por el más obvio para los seres humanos como sus fases.

Entre las respuestas dadas para explicar el por qué ocurren las fases de la Luna, hay algunas totalmente alejadas de la causa, como por ejemplo: “*por la rotación de la tierra supongo*”, “*por el cambio de estación*” o que “*depende del clima hace que se vea diferente*”. Y otras lo atribuyen al Sol solamente, al indicar que: “*porque le da más la luz del sol*”, “*por la luz que refleja el sol sobre*

ella” o “debido a la posición de la Luna con respecto a la luz del sol que refleja”, dejando por fuera a la Tierra y la posición relativa de los tres cuerpos.

Gráfico 47.

Porcentaje de profesores que han visto la Luna de día.

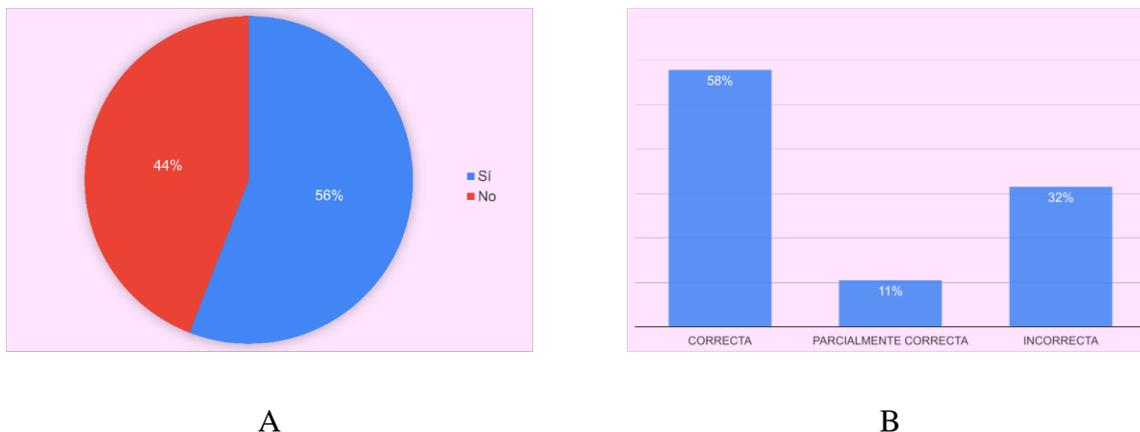


Fuente: Pineda Lizano (2020).

En relación con la pregunta de si han logrado observar a la Luna de día, la totalidad (100%) expresa que efectivamente así es. Esto contrasta con la respuesta mostrada en el Gráfico 44, donde muchos indican que la Luna y el Sol son opuestos en el cielo. Aquí se aprecia una contradicción entre lo que ven y lo que creen. Hay que desarrollar iniciativas en el sentido de que la experimentación o una vivencia sean los factores más importantes en el entendimiento de una situación o fenómeno.

Gráfico 48.

Opiniones (A) y explicaciones (B) sobre el Lado Oculto de la Luna en el cuestionario de profesores.

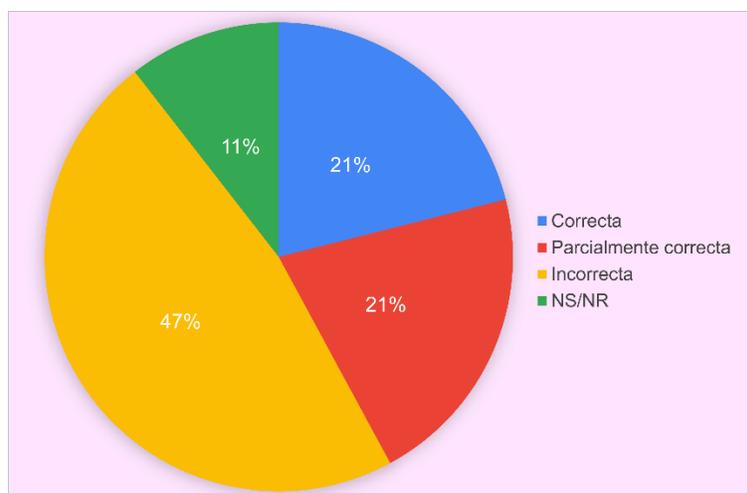


Fuente: Pineda Lizano (2020).

En el Gráfico 48. se muestra una comparación entre la creencia que tienen los profesores con respecto a saber qué es el lado oculto de la Luna y la definición que dieron al respecto. Como se nota en dicho gráfico, hay un 56% que indican saber qué es el lado oculto de la Luna, pero de estos profesores, solo el 58% pudieron definirlo de forma adecuada. Esta es una problemática que igual se identificó entre los estudiantes.

Gráfico 49.

Conocimiento del por qué existe un lado oculto de la Luna según las respuestas de los profesores.



Fuente: Pineda Lizano (2020).

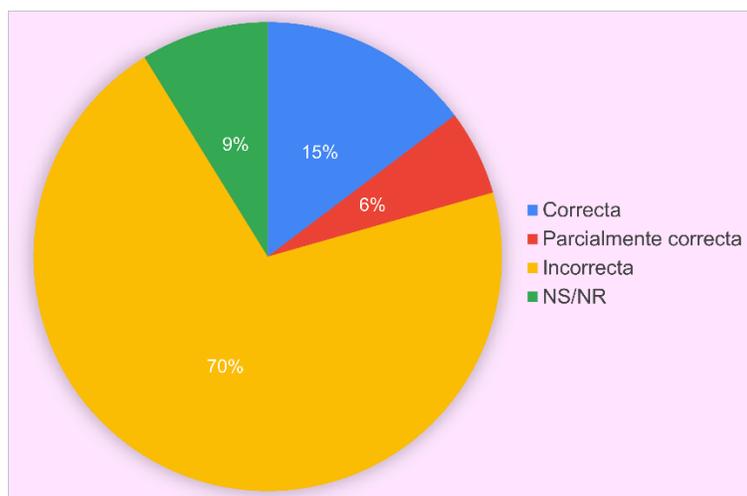
Para cerrar el tema, cuando se les pregunta a esos profesores que dijeron saber qué era el lado oculto de la Luna, cuál es la causa de que se dé ese fenómeno, apenas un 21% citan la causa correcta; mucho mayor que el 6% de los estudiantes ante la misma pregunta, pero de igual forma, con un alto porcentaje de respuestas incorrectas.

Algunas de las explicaciones erróneas al respecto son, por ejemplo: “*que la luna no tiene movimiento giratorio solo de traslación*”, que “*la luna no rota sobre su propio eje, pero no estoy del todo seguro*”, donde se muestra de nuevo ese error general observado ya con los estudiantes de que la Luna no posee rotación, o bien respuestas confusas como: “*el dar la espalda al sol*”, que en realidad no significan mucho.

Estaciones del año y movimientos aparentes del Sol.

Gráfico 50.

Conocimiento de los profesores sobre las causas de que existan las estaciones del año.



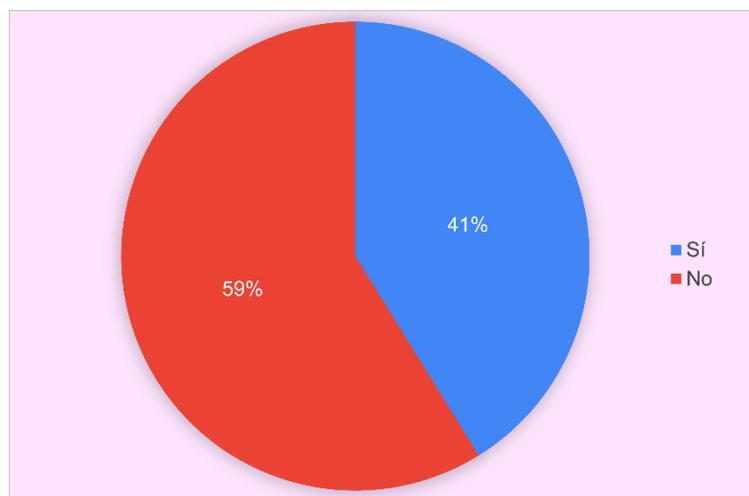
Fuente: Pineda Lizano (2020).

En relación con la causa de las estaciones del año, apenas un 15% lo explican de forma correcta, tal como se muestra en el Gráfico 50. Este porcentaje comparado con el 6% de respuestas correctas de los estudiantes ante la misma pregunta, aunque mejora, no lo hace de forma significativa. Los errores encontrados van en la misma línea que las que explicaron los estudiantes, respuestas que enfatizan en la distancia Tierra-Sol, como por ejemplo: *“por el movimiento de traslación de la Tierra, cercanía o lejanía con el Sol”*, *“la distancia entre el sol y la tierra con respecto a la órbita”* o *“creo que es por la posición de la tierra en la traslación”*.

Otras explicaciones son más complejas pues involucran cuerpos y fenómenos que no corresponden en nada con la realidad. Entre estas explicaciones es posible destacar *“relación con la luna”*, *“la época del año y la fase lunar”* o *“cambios en el clima”*. Como las respuestas van en la misma dirección que las dadas por los estudiantes, se puede suponer que ambas son producto del mismo proceso de enseñanza. En otras palabras, no ha habido un aprendizaje significativo en el fenómeno de las estaciones a pesar de ser un tema que se discute regularmente en diferentes escenarios.

Gráfico 51.

Opinión de los profesores sobre si el Sol sale siempre por el este y se oculta por el oeste.

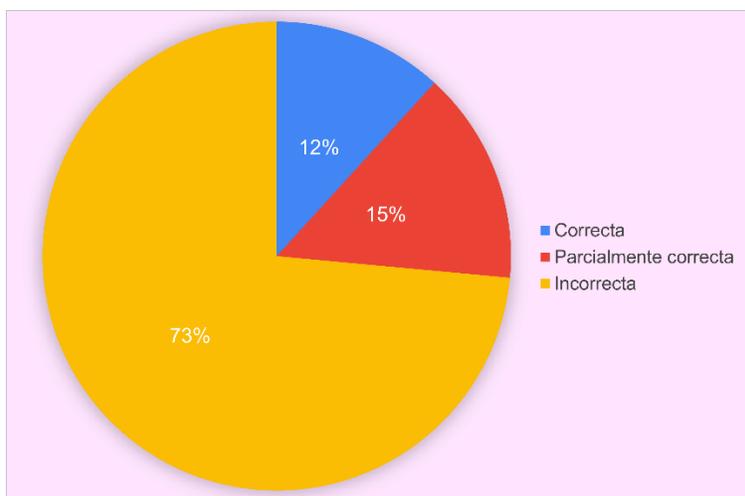


Fuente: Pineda Lizano (2020).

En el Gráfico 51 se muestra la opinión de los docentes sobre la creencia popular de que el Sol sale siempre por el este y se oculta por el oeste. Un 41% indica erróneamente que así sucede. Se considera que es un porcentaje bastante alto, pero no sorprende pues las creencias populares siempre son fuertes y se encuentran muy arraigadas. Es importante destacar nuevamente que se requiere trabajo de campo, sobre todo, para erradicar estas ideas.

Gráfico 52.

Conocimiento de las causas de que en verano las temperaturas sean más altas.



Fuente: Pineda Lizano (2020).

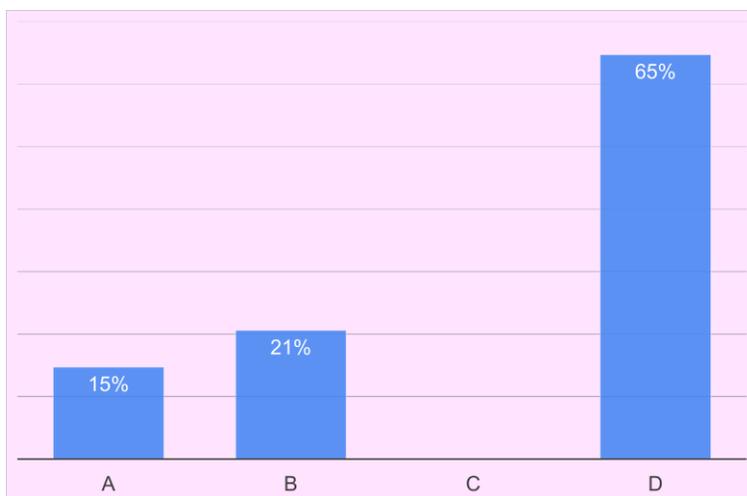
De nuevo, en el Gráfico 52. se muestra un elevadísimo porcentaje (73%) de respuestas incorrectas ante las causas de que en verano las temperaturas sean más altas que en otras estaciones del año. Comparando con el Gráfico 50 de las estaciones, se ve una correlación interesante, pues lo están relacionando directamente con esa pregunta y las causas son básicamente las mismas: *“la distancia entre el sol y la tierra con respecto a la órbita”, “por la cercanía con el sol” y “la cercanía de la tierra con el sol en el movimiento de traslación”*.

Sin embargo, hay otros motivos mencionados, como por ejemplo: *“por las precipitaciones atmosféricas”, “las corrientes de los vientos y la humedad de los mares”*, los cuales muestran una relación más con nuestra zona de clima, ya que son factores que afectan la sensación de temperatura que se siente en el ambiente. Cabe señalar también que el motivo explicado en el marco teórico sobre la perpendicularidad de los rayos solares se presta perfectamente para relacionarlo con otras materias y hacer experimentos que demuestren varios de los conceptos involucrados.

Posiciones y escalas. Eclipses.

Gráfico 53.

Identificación de los docentes de las posiciones relativas del sistema Sol-Tierra-Luna [Correcta D]

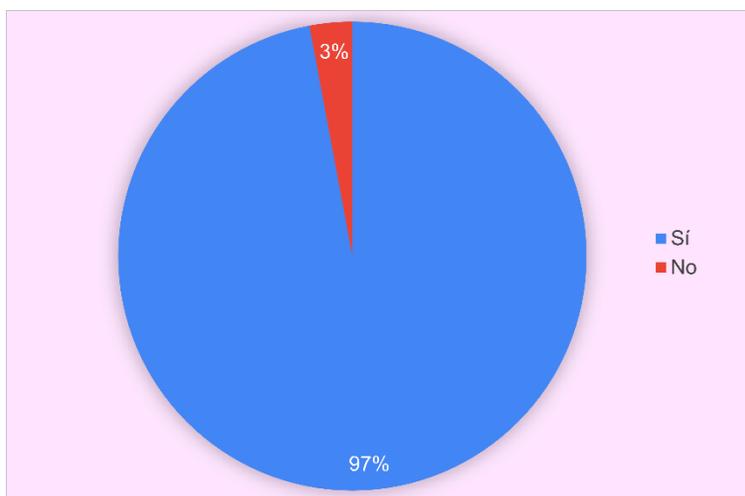


Fuente: Pineda Lizano (2020).

En el Gráfico 53. se muestra que hay un buen conocimiento de la posición relativa entre los tres cuerpos del sistema indicado, con un 65%. Aun así, hay que trabajar sobre las distancias relativas y sus escalas, puesto que un porcentaje importante pone, ya sea a la Tierra más cerca del Sol que de la Luna, y a la Luna a media distancia entre la Tierra y el Sol.

Gráfico 54.

Respuesta de los docentes con respecto de si saben qué es un eclipse.

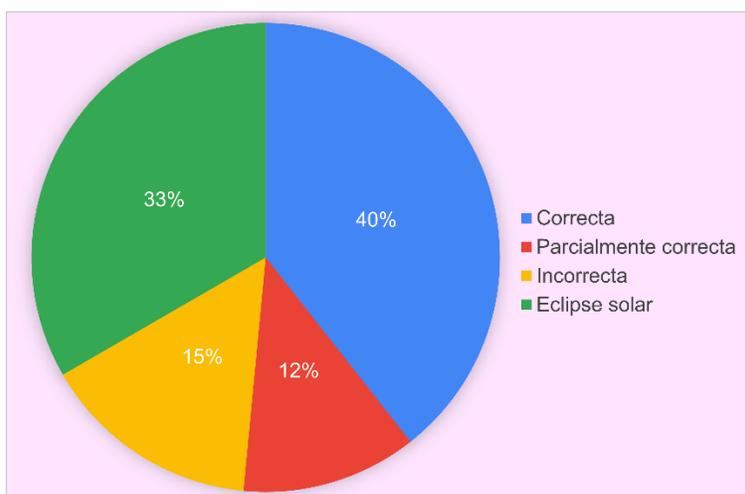


Fuente: Pineda Lizano (2020).

Esta es de las preguntas donde más se acerca la respuesta de los profesores (97%), como se muestra en el Gráfico 54, a la de los estudiantes (96%), evidenciando una confianza casi total en que se sabe qué es el fenómeno. Se verá en las siguientes preguntas cuánto de esto es cierto.

Gráfico 55.

Definición de parte de los docentes de qué es un eclipse.



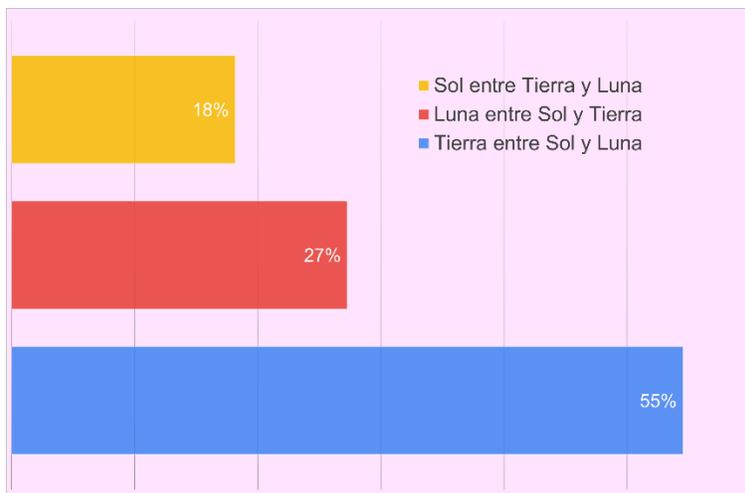
Fuente: Pineda Lizano (2020).

De la totalidad de los profesores que indicaron que sabían qué era un eclipse, solo un 40% lograron definirlo correctamente, tal como se muestra en el Gráfico 55. Hay un porcentaje apreciable de un 33% que definen un caso específico de eclipse, que es el eclipse solar y, como se mencionó en el caso de los estudiantes, estos son fenómenos que no pasan desapercibidos para la población en general por ser muy llamativos y prácticamente capturan la atención de los noticieros y redes sociales cuando suceden.

Igualmente, los fenómenos solares han sido mejor comprendidos pues aún hay un 12% que lo definen parcialmente utilizando al Sol dentro de su definición: *“es el momento en el cual un astro pasa frente a otro con respecto a la tierra, ya sea lunar o solar”*. Solo queda un 15% que lo definieron mal. Como se observa, este es un concepto que al menos está bastante claro en general y en el caso específico del eclipse solar, se puede utilizar este conocimiento para generalizarlo con modelos y experimentos.

Gráfico 56.

Elección de los profesores del dibujo que representa a un eclipse lunar total.



Fuente: Pineda Lizano (2020).

En el Gráfico 56 se muestra que hay un mejor entendimiento del eclipse lunar, con un 55%, comparado contra un 28% para el caso de los estudiantes. Un dato interesante es que definitivamente ocupa un primer lugar para los docentes, pues es una mayoría de opiniones

correctas, mientras que en el caso de los estudiantes, la opción correcta apenas ocupa el segundo lugar.

A pesar de un mejor resultado en cuanto a las respuestas correctas, hay que decir que un 18% colocó al Sol entre la Tierra y la Luna, que como se mencionó, no es para nada ni el caso, ni remotamente posible. Y una de las posibles causas de esta elección puede radicar en la idea errónea de que si en el caso del eclipse solar, la Luna se interpone entre la Tierra y el Sol, en el caso lunar es el Sol que se interpone entre la Tierra y la Luna, un error más de seguir patrones erróneos y de escala.

Gráfico 57.

Elección por parte de los profesores del dibujo que representa a un eclipse solar total.

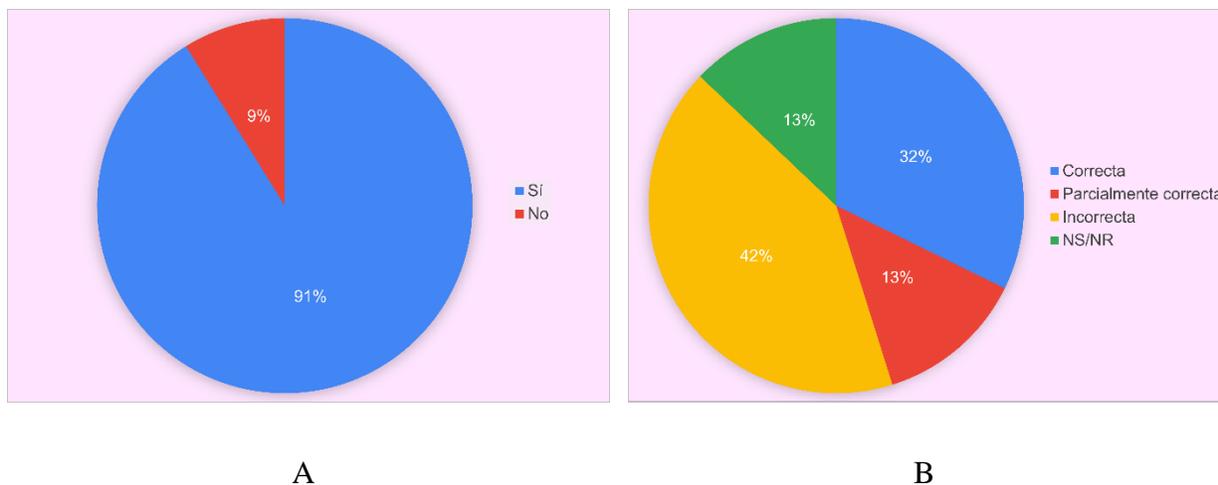


Fuente: Pineda Lizano (2020).

Los resultados de la escogencia del dibujo correcto para que se dé un eclipse total de Sol son mucho más contundentes, pues como se muestra en el Gráfico 57, un 79% escogió la opción correcta. Esto reafirma una vez más que el fenómeno solar es mejor entendido que el lunar; pero de nuevo, hay un porcentaje de un 15% que coloca al Sol entre la Tierra y la Luna.

Gráfico 58.

Opiniones de si sabe qué es (A) y explicaciones del por qué ocurre (B) en relación con el año bisiesto en el cuestionario de profesores.



Fuente: Pineda Lizano (2020).

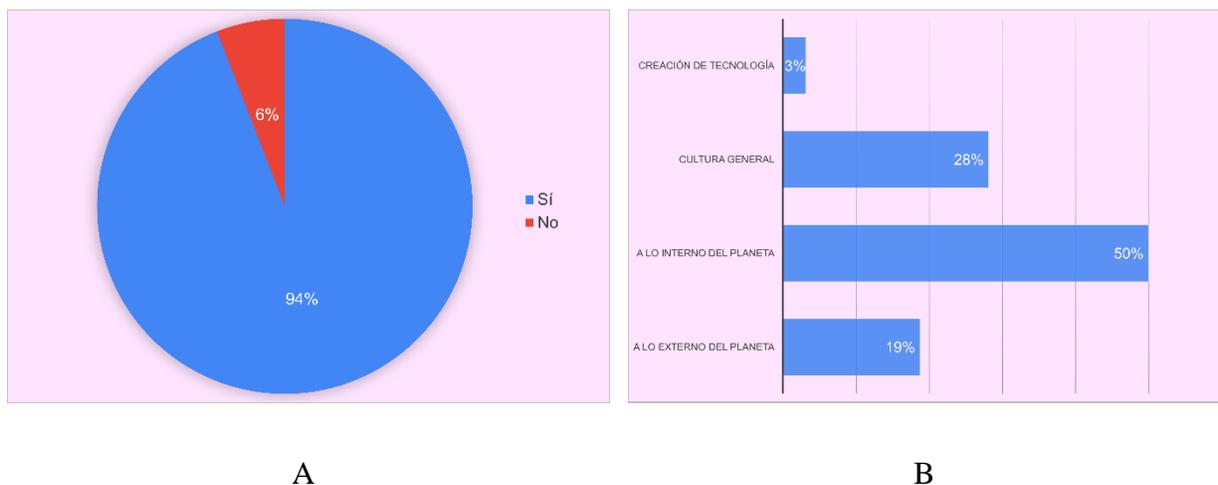
Como se muestra en el Gráfico 58., hay un alto porcentaje de un 91% que indica que sí conocen lo que es un año bisiesto, pero de esos que contestaron afirmativamente, solo un 32% logró explicar la causa de forma completa y correcta, contra un valor mayor del 42% que lo explicaron de forma incorrecta.

Si se compara el resultado correcto de los profesores (32%) contra el resultado de los estudiantes (4%) de respuestas correctas para esta pregunta, hay una gran diferencia que puede deberse a la diferencia de edades entre las dos poblaciones. En general, al ser un fenómeno que ocurre cada cuatro años, el año bisiesto es un tema que recurrentemente surge y en esos momentos podrían darse explicaciones en los medios de comunicación o en discusiones particulares, creando un poco más de conocimiento y, al tener mayor edad los profesores que los estudiantes, este es un factor por considerar para este mejor desempeño en la respuesta.

Opinión Sobre los Beneficios de la Astronomía a la Vida Cotidiana.

Gráfico 59.

Opiniones sobre si la astronomía trae beneficios a la vida diaria (A) y posibles aplicaciones identificadas.



Fuente: Pineda Lizano (2020).

En el Gráfico 59. A se muestra que un 94% de los docentes creen que la astronomía sí trae beneficios a la vida diaria de las personas; sin embargo, cuando se especifica cuáles son esos beneficios, en el Gráfico 59. B apenas un 3% lo relacionan con la tecnología que se ha creado y que ha permeado a otras áreas del conocimiento.

La mitad de los docentes dieron alguna aplicación a lo interno del planeta y sus opiniones se inclinan a actividades como pesca, agricultura y navegación, que fueron relaciones importantes directas de la astronomía en el pasado, pero que ya, y por la misma tecnología, no lo son tanto. Sí hay que decir que si hay aplicaciones astronómicas involucradas en el sistema de posicionamiento global GPS para seguir animales marinos, cardúmenes, entre otros, o bien monitorear la salud de las selvas y sembradíos.

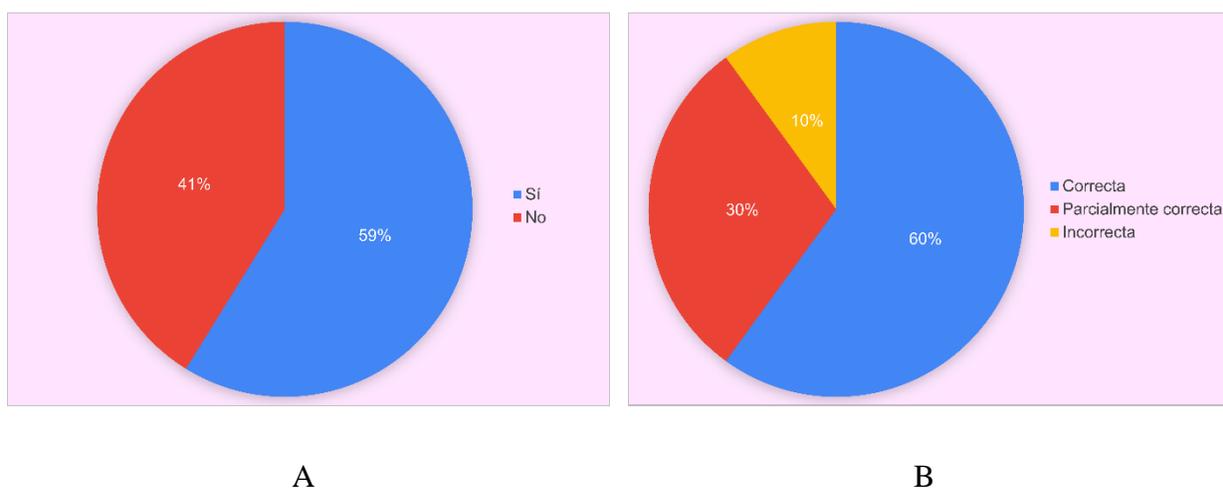
Algo que puede estar sucediendo es que se estén repitiendo conocimientos de otras épocas al estar los libros desactualizados y, por lo tanto, los profesores que los siguen ciegamente, igual los reproducen. Algunos sí opinan a lo interno que se puede usar pues “*permite comprender mejor los efectos de los cuerpos celeste sobre la Tierra, por ejemplo, las mareas, las estaciones, sequías,*

los climas, y las tormentas solares”, fenómenos mucho más relacionados con la problemática mundial actual.

Definiciones de Otros Conceptos Astronómicos.

Gráfico 60.

Opinión de si saben qué es un año luz (A) y explicación que dan al concepto.



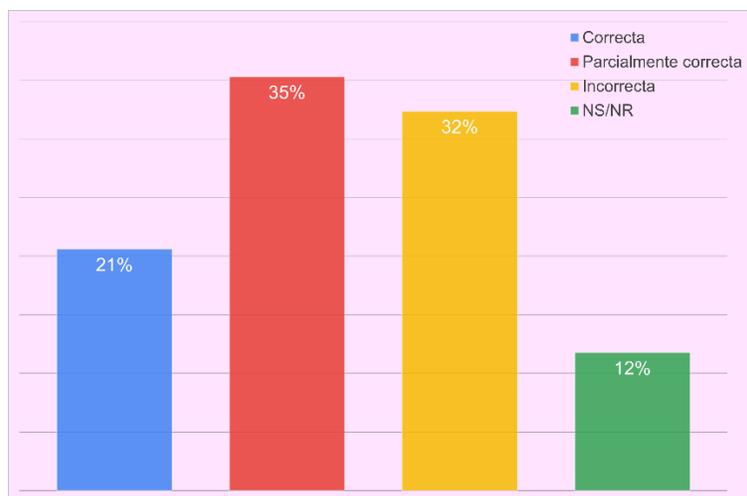
Fuente: Pineda Lizano (2020).

En cuanto al concepto de qué es un año luz, según el Gráfico 60 A, un 59% cree saber qué es este concepto. De este porcentaje que menciona saberlo, un 60% de ellos logran definirlo bien y otro 30% están cerca en su definición. Esto implica que es un conocimiento mucho mayor que el de los estudiantes, quienes obtuvieron un 15% de respuestas correctas entre los que dijeron que sabían el concepto.

Como cabría esperarse, la principal confusión que surge es cuando se cree que es una medida de tiempo, “*es el tiempo en años que tarda en recorrer la luz en distancia*” como les pasó también a los estudiantes. Y entre los que tuvieron una respuesta parcialmente correcta, se debe en su mayoría a que no lograron precisar la definición, pero tienen la idea general y el ámbito en que se aplica: “*es la medida utilizada para lograr distancias en el espacio*”, “*es un sistema para medir distancias*” o “*medida de distancia habitual de la astronomía*”.

Gráfico 61.

Respuestas de los profesores a la pregunta de ¿qué es una estrella fugaz?



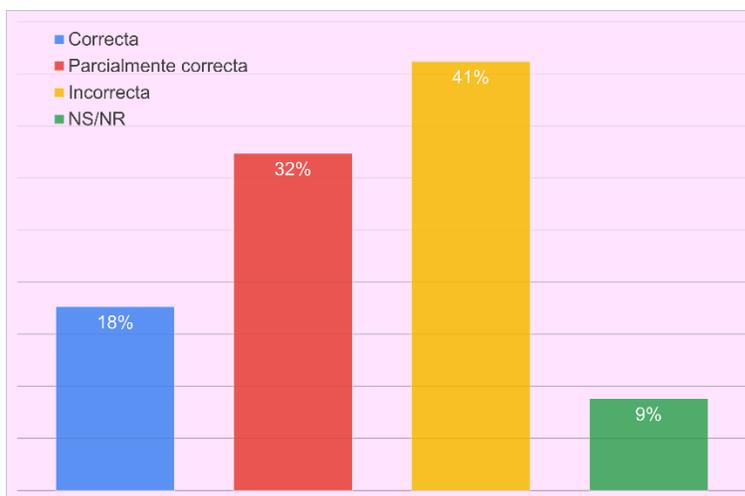
Fuente: Pineda Lizano (2020).

En relación con lo que es una estrella fugaz, un 21% responde de forma correcta. Aunque en las noticias y redes sociales a menudo se anuncia cuando hay lluvias de estrellas fugaces, no se le da tanta importancia ni tanto seguimiento al fenómeno. Por este motivo, entre otros, es que no se generan los espacios para discutir qué son realmente y se pasa a una parte del conocimiento que se hace por asociación con su nombre.

Altos porcentajes relativos de 32% para las respuestas incorrectas y de un 35% para las parcialmente correctas, indican que ni siquiera se ha llegado a una fase primitiva de entendimiento. Realizar experimentación en este caso será más difícil de lograr pero, por otro lado, el enorme interés que puede despertarse por una gira nocturna para observar el fenómeno, da posibilidades muy buenas para desarrollar investigación propia y que tanto los profesores como los estudiantes se apoderen de los conceptos. Una gira de campo para ver una lluvia de estrellas fugaces da la oportunidad de hablar de estos conceptos y otros por horas, siendo algo vívido que puede quedar en la consciencia de los participantes.

Gráfico 62.

Concepto de ¿qué es una estrella?



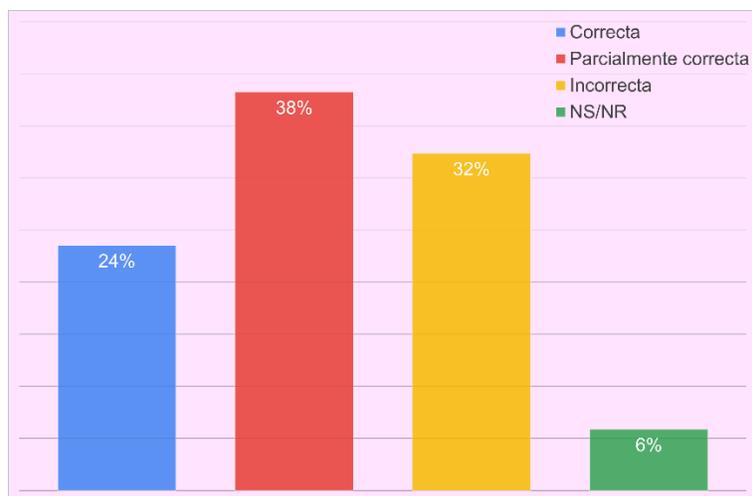
Fuente: Pineda Lizano (2020).

Como se mencionó anteriormente, las estrellas son el bloque fundamental del universo tal y como lo conocemos hoy en día, y entre éstas se incluye al Sol. Como se aprecia en el Gráfico 62, apenas un 18% de respuestas fueron correctas por parte de los profesores, contra un 41% de respuestas incorrectas y un 32% parcialmente correctas.

Las respuestas incorrectas indican en gran medida un desconocimiento total de composición, estado de la materia, distancias y otras; esto por cuanto algunas respuestas van en el sentido de “*un astro inmóvil o en órbita alrededor de algún planeta*”, donde se muestra un desconocimiento de que el Sol es una estrella; “*objetos de diferente índole que son iluminados por el sol*”, mostrando desconocimiento de distancias a las que se encuentran y a las causas del brillo de las estrellas, o bien “*un agujero con luz*”. Hay mucho por hacer en este tema y se podría vincular con propiedades químicas y físicas, así como estados de la materia y, finalmente, relacionarlo con escalas de tamaño y distancia.

Gráfico 63.

Concepto para los profesores de ¿qué es una galaxia?



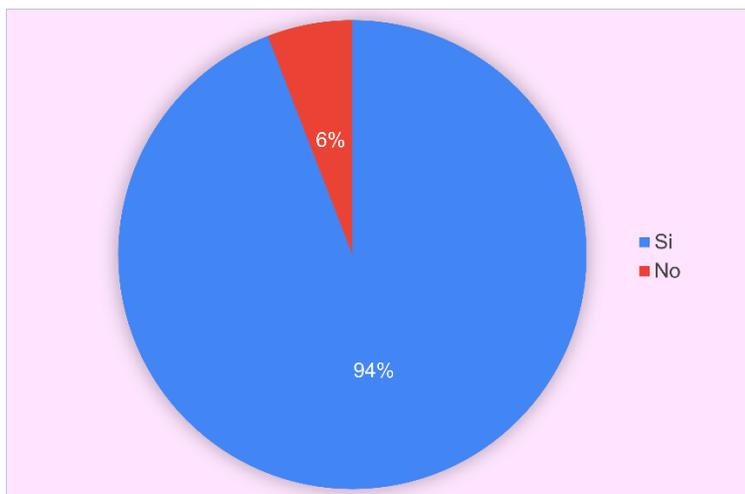
Fuente: Pineda Lizano (2020).

En este concepto, el Gráfico 63. muestra que hay un 62% de respuestas entre correctas y parcialmente correctas, contra un 32% de respuestas incorrectas. Específicamente, el 25% respondieron bien a la pregunta, porcentaje que se considera bajo para un concepto tan fundamental en la astronomía, mientras que entre las deficiencias de concepto, la principal es creer que la galaxia está compuesta solamente de estrellas, dejando de lado planetas, nebulosas, polvo, etc., como se indicó en el marco teórico.

Relación de la Astronomía con la Materia que se Imparte.

Gráfico 64.

Creen que la astronomía puede servir de motivación a los estudiantes.



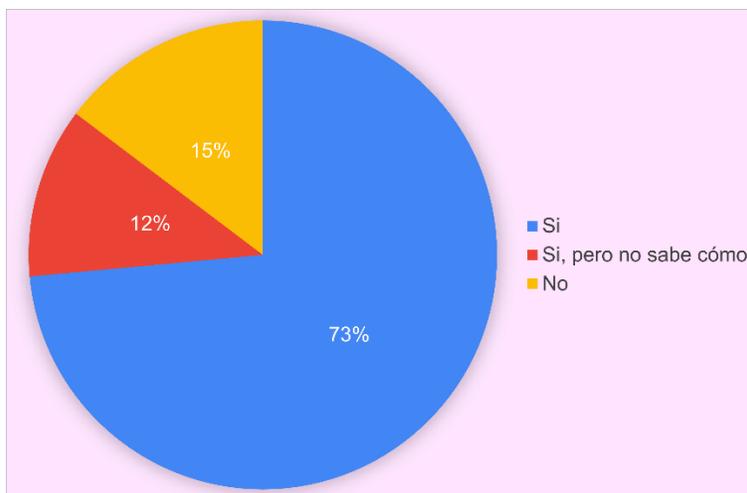
Fuente: Pineda Lizano (2020).

A los docentes se les hicieron dos preguntas adicionales. En la primera, reflejada en el Gráfico 64., un 94% de los docentes creen que, efectivamente, la astronomía puede servir de motivación a los estudiantes en las áreas de ciencia y tecnología. Mencionan, entre otras cosas, que *“por supuesto, les amplía su visión sobre el mundo, la creatividad y mejora la comprensión de la ciencia. Les ayuda a inclinarse por una ingeniería”,* o *“emprender nuevas carreras tecnológicas”,* entre otras opiniones.

Dentro del 6% que considera que no sirve en ese sentido, algunas de las justificaciones son *“más o menos, no todos se interesan por lo mismo y si se realizan preguntas de las que se desconoce o generan curiosidad o desinterés al desconocer la mayor parte”* o *“no mucho porque no está acorde con la enseñanza en nuestro medio”*.

Gráfico 65.

Respuestas a la pregunta de si la astronomía puede vincularse con las materias propias que cada docente imparte.



Fuente: Pineda Lizano (2020).

Finalmente, en el Gráfico 65. se muestra el resultado a la consulta que se hizo a los docentes en cuanto a si creen que la astronomía podría vincularse con la materia que imparten. El resultado fue que un 75% consideran que sí: *“Sí, en el caso de inglés cualquier materia se puede llevar de forma interdisciplinar. Que el joven pueda expresar ideas, conocimientos y experiencia en una lengua extranjera será siempre un beneficio para el estudiantado”*, *“pues sí en la manera que se usa la tecnología para aprender o investigar la astronomía”* o *“claro que se puede aplicar, por medio de simuladores (Google Earth) o páginas educativas que nos muestren un mejor panorama”*.

Entre los docentes hubo algunos que creen que sí, pero no se les ocurrió en el momento cómo, para un 12%, y otros definitivamente no lo consideran posible. De implementarse un plan piloto para enseñar conceptos básicos de astronomía, es indispensable incluir a la mayor cantidad posible de profesores y materias para que el impacto sea mucho más fuerte.

Conclusiones

Las autoridades del Colegio Técnico Agustiniano tienen una disposición positiva para la realización de un Plan Piloto para la enseñanza de la astronomía y, a su vez, tanto los profesores como los estudiantes mostraron igualmente una buena acogida a la idea de su implementación.

Tanto los estudiantes como los profesores del Colegio Técnico Agustiniano mencionan que el estudio de la astronomía en un colegio técnico puede llegar a ser bastante importante por motivos como: ser un generador de vocaciones científico-tecnológicas, vinculación con otras materias y por cultura general.

Los temas astronómicos básicos que se deben adquirir durante la educación primaria no están bien estructurados ni completos en los programas de estudio vigentes, y esto trae como consecuencia que no exista una secuencia lógica entre los temas que aún permanecen, dando como resultado un conocimiento incompleto y mal estructurado.

No hay datos de ningún tipo sobre la forma en que se enseñan los conceptos y fenómenos astronómicos en la educación formal en Costa Rica, o siquiera si se está haciendo o no. Sin embargo, de esta investigación se ha concluido que hay un divorcio total entre lo que es la enseñanza de la astronomía de las otras ciencias e instrumentos como la física y la matemática.

En general, hay un desconocimiento muy pronunciado de fenómenos básicos, como son: el día y la noche, las fases lunares, la rotación y la traslación de diversos cuerpos, las estaciones y los eclipses, entre otros; de objetos astronómicos básicos como estrellas, galaxias, estrellas fugaces y un desconocimiento casi total de posiciones, escalas y tamaños del sistema Sol-Tierra-Luna.

Existe un mayor desconocimiento del movimiento de la Luna y de los fenómenos asociados a ella que del movimiento del Sol y sus fenómenos. Una causa puede ser la divulgación que se hace de fenómenos, como eclipses solares, en contraposición con los lunares, mucho menos espectaculares.

Hay una confusión de términos, como lo que es el *lado oculto de la Luna*, en comparación con el *lado oscuro de la Luna*; que el Sol sale siempre por el este o que una estrella fugaz es una

estrella verdadera, los cuales deben ser abordados con nuevas metodologías alejadas de lo tradicional.

La enseñanza de la astronomía debe cambiar radicalmente para incluir actividades prácticas de observación de los distintos fenómenos y conceptos, así como metodologías nuevas que hagan que los estudiantes se apropien más del conocimiento por medio de modelos, experimentación y uso de *software* y aplicaciones específicas.

Recomendaciones

Iniciar una campaña de concientización para los estudiantes del Colegio Técnico Agustiniense sobre la importancia de no cometer plagio en ningún trabajo que se realice, sea evaluado o no.

Revisar más a fondo qué se enseña realmente del tema astronómico en las escuelas y colegios del país, y de ser necesario, hacer una propuesta de mejora para un aprendizaje mucho más significativo.

Realizar una propuesta educativa que se pueda aplicar a nivel tanto de escuelas como de colegios sobre los distintos fenómenos y conceptos astronómicos, utilizando las más modernas teorías relacionadas con la educación y las nuevas tecnologías.

Propuesta de un Plan Piloto

Título de Propuesta

Plan Piloto para la enseñanza de la astronomía en el Colegio Técnico Agustiniano basado en métodos como el de Enseñanza en Ciencias Basada en Indagación, el de aprendizaje basado en problemas y con metodología STEAM.

Problema Priorizado Pretendido a Solucionar en la Propuesta

Se han identificado en la investigación efectuada, deficiencias en el conocimiento de conceptos y fenómenos astronómicos fundamentales que deberían conocerse en cierto grado a nivel de secundaria. Este conocimiento no solo es importante por sí mismo, sino que podría servir de puente para enlazar ese conocimiento con otras asignaturas y además, motivar al mismo tiempo a aquellos estudiantes que tengan vocaciones científico-tecnológicas.

Se cree que muchas de las carencias encontradas pueden ser corregidas realizando un Plan Piloto que no solo muestre los fenómenos y conceptos desde un punto de vista experimental y vivencial para los estudiantes, sino que puede echar mano de las mismas asignaturas que los estudiantes llevan para complementar y aprovechar las temáticas asociadas.

La realización de este Plan Piloto podría servir para explotar el enorme potencial que tienen los colegios técnicos, ya que estos cuentan con una población inclinada a las cosas prácticas, construcción de productos y análisis de procesos; y en una nueva metodología para enseñar la astronomía todo esto es ventajoso pues los métodos que se implementarán utilizan el trabajo individual y en equipo para crear conocimiento propio.

Población Beneficiaria

El Plan Piloto beneficiará a aquellos estudiantes del Colegio Técnico Agustiniano que deseen inscribirse en este, y se espera que eventualmente llegue a más estudiantes una vez que se

conozca su impacto positivo, tanto en la parte de aprendizaje y relación con otras materias, como con las actividades que se efectúan.

El Plan Piloto podría llevar a desarrollar un tipo de Club de Astronomía y así el impacto podría llegar, incluso, mucho más allá de los estudiantes, llegando a sus familias y comunidades con actividades que los mismos muchachos organicen, una vez que tengan el conocimiento base y la confianza para compartirlo.

Justificación del Proyecto

En la actualidad hay un gran déficit de conocimientos básicos en astronomía dentro de la población estudiantil y docente del Colegio Técnico Agustiniiano. Las deficiencias vienen arrastradas desde la primaria y durante la secundaria no ha habido una mejora por resolver ese problema y enseñar nuevos contenidos.

Además de este déficit de conocimientos, no se aprovecha el enorme interés que despierta la astronomía como motivador vocacional, ni como vínculo con otras materias para generar un mayor impacto con trabajo interdisciplinario, de tal forma que los estudiantes se motiven a ir más allá y que de paso les permita relacionar lo que se haga con sus especialidades técnicas.

Se espera, entonces, que la aplicación del Plan Piloto ayude a resolver ese déficit y que a la vez permita que se genere un ambiente más positivo hacia la ciencia y la tecnología. Los métodos que se emplearán pueden aplicarse a muchas otras áreas y disciplinas, y fomentarán el pensamiento crítico y la construcción del conocimiento.

Objetivos de la Propuesta Metodológica

Elaborar un Plan Piloto para la enseñanza de la astronomía basado en el método de ECBI y en el aprendizaje basado en problemas.

Referente Teórico

Según Reyes y Padilla (Reyes Cárdenas & Padilla, 2012), el método que usa la indagación apareció por primera vez en el año de 1910 con John Dewey, como una reacción al tipo de educación que prevalecía, donde el énfasis se daba en la acumulación de información en lugar del desarrollo de actitudes y habilidades que son necesarias para la ciencia.

Promover experiencias que generen en los estudiantes el desarrollo de un pensamiento crítico es vital en la sociedad moderna y compleja, donde lo más importante es la valoración crítica que se hace de la información, más que la información en sí misma. Y esta es una misión intrínsecamente asignada principalmente a las instituciones educativas de toda índole (Yaber, 2010)

La indagación busca fomentar el cuestionamiento antes de los hechos e informaciones, diseñar estrategias de enseñanza que motiven el aprendizaje, construir modelos y realizar trabajos de laboratorio para generar experiencia vívida y presencial (Reyes Cárdenas & Padilla, 2012). Se debe incluir que para el caso de las ciencias en general y en particular para la astronomía, la interacción con las situaciones de estudio debe ser intensa, libre y organizada.

Existen diversos subtipos de indagación según Garritz (Garritz, 2010), la *indagación abierta* con un enfoque centrado en el estudiante y que inicia por una pregunta que deberá ser contestada al final del proceso; la *indagación guiada*, donde el profesor sirve de guía a los estudiantes para desarrollar las investigaciones; la *indagación acoplada*, que es una combinación de las dos anteriores (la abierta y la guiada) y finalmente, la *indagación estructurada*, que es dirigida casi totalmente por el profesor y que permite que los estudiantes lleguen a soluciones específicas o productos finales.

La metodología que sigue la indagación varía de autor a autor, según Garritz (Garritz, 2010), quien hace una recopilación de varios autores. La metodología se puede resumir en términos generales en los siguientes siete pasos:

1. Identificar y planear preguntas que puedan ser respondidas por el método de indagación.
2. Definir y analizar bien el problema a resolver e identificar sus aspectos relevantes.

3. Reunir información bibliográfica para que sirva de prueba.
4. Formular explicaciones al problema planteado, a partir de las pruebas.
5. Plantear problemas de la vida cotidiana y tocar aspectos históricos relevantes.
6. Diseñar y conducir trabajos de investigación a través de diversas acciones.
7. Compartir el conocimiento con otros mediante argumentación lo que ha sido aprendido a través de la indagación.

En el punto 6, las acciones que se pueden utilizar pueden ser (Garritz, 2010):

- Reflexionar sobre las observaciones y fomentar la búsqueda de patrones dentro de la información.
- Generar relaciones hipotéticas y pruebas entre las variables.
- Postular factores causales potenciales.
- Evaluar la consistencia empírica de la información.
- Hacer uso de analogías y/o de la intuición para ayudar a conceptualizar los fenómenos.
- Formular y manipular modelos físicos y mentales.
- Utilizar herramientas apropiadas y técnicas para reunir, analizar e interpretar datos.
- Pensar crítica y lógicamente para desarrollar predicciones, explicaciones y modelos empleando las pruebas.
- Coordinar los modelos teóricos con la información.
- Evaluar las explicaciones alcanzadas, con algún modelo científico.
- Comunicar hechos y procedimientos científicos en la clase.

En particular, en la indagación guiada se pueden seguir los siguientes pasos (Yaber, 2010):

1. Punto de partida: una pregunta realizada para una explicación que se relaciona con conceptos científicos (aquí es importante resaltar que el tema debe serle atractivo al estudiante, porque de lo contrario será muy difícil que quiera siquiera iniciar el proceso).
2. El profesor colecta las ideas de los estudiantes acerca de un fenómeno, evento o concepto.
3. Los estudiantes en grupo observan un evento y discuten posibles explicaciones.
4. Las observaciones e ideas son compartidas con toda la clase.
5. Los estudiantes hacen predicciones basados en ideas.

6. Estudiantes en grupos planean como probar sus predicciones.
7. La evidencia recolectada es interpretada: se recoge toda la información y se construye un saber colectivo.
8. Se hacen conexiones con otros fenómenos e ideas.

Aunque el enfoque de indagación acoplada podría servir bien para un Plan Piloto, donde se mezcle un poco la indagación abierta con la guiada, se requiere que el componente de experimentación y alcance del conocimiento por creación propia sea lo que guíe a los estudiantes, máxime que se trata de estudiantes de un colegio técnico donde “el hacer” es aún más relevante.

Hay que mencionar que la indagación guiada es un enfoque meramente constructivista que busca que los estudiantes desarrollen procesos de pensamiento por medio de un enfrentamiento con la información mediante encuentros que los estimulen. Así, ellos serían los principales actores en cuanto a su propio saber acerca de los fenómenos y conceptos deseados. (Yaber, 2010)

Adicional a lo anterior, Iván Yaber (Yaber, 2010) enfatiza en distinguir muy bien las etapas genéricas que deben acompañar un proceso de indagación. Estas etapas son:

1. Focalización: donde se busca obtener y centrar la atención de los estudiantes. Aquí se plantean las preguntas y las posibles respuestas.
2. Exploración: donde los estudiantes buscan las respuestas a través de diversas actividades generalmente grupales; además, diseñan y realizan experimentos, observaciones, modelos y todo lo que necesitan para poner a pruebas las hipótesis.
3. Reflexión: donde se comparan las predicciones que se logran hacer y se comparan explicaciones con lo que se observa. Hay un fuerte componente de análisis de datos y sus interpretaciones.
4. Aplicación: donde los estudiantes utilizan los aprendizajes obtenidos con el método. Se debe enfrentar al estudiante con nuevas situaciones y van a surgir nuevas preguntas, situaciones y se pueden, incluso, realizar nuevos experimentos.

Finalmente, hay que decir que dentro del Plan Piloto podrían participar docentes que puedan incorporar su experiencia o bien adquirirla hacia este tipo de aprendizajes. Y el papel del

docente, o en este caso del guía, debe ser, aparte de poseedor de cierto conocimiento, un participante que sepa lo necesario con respecto a las nuevas metodologías. (Yaber, 2010)

Referente Metodológico

En esta sección se detallará la propuesta base del Plan Piloto a implementar en el Colegio Técnico Agustiniiano en las siguientes etapas: I. Articulación interinstitucional, II. Identificación de las necesidades, III. Planificación de las acciones, IV. Ejecución de las actividades y V. Evaluación de las acciones.

Para la realización del Plan Piloto se contará con el apoyo del grupo AstroTEC, que es parte de la Escuela de Física del Instituto Tecnológico de Costa Rica y que cuenta con equipos astronómicos, así como recursos humanos para la enseñanza y acompañamiento de los estudiantes que formen parte de la propuesta.

AstroTEC tiene más de once años de dedicarse a la divulgación, estudio, extensión e investigación en el área de la astronomía y sus miembros son estudiantes y profesores del Instituto Tecnológico de Costa Rica, en su mayoría.

Etapa I. Articulación Interinstitucional.

Para un buen desarrollo del Plan Piloto es necesario que tanto las autoridades del Colegio Técnico Agustiniiano, junto con los profesores y estudiantes que se anoten a participar, tengan una buena coordinación con el grupo AstroTEC, que sería el apoyo con que se contaría para realizar muchas de las actividades.

Cuadro 8.

Etapa I. Articulación interinstitucional.

Actividad	Objetivo	Responsable	Acciones
	Establecer un enlace con la población estudiantil interesada en ser parte del Plan Piloto.	Colegio Técnico Agustiniiano	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar a los estudiantes que serán parte del Plan Piloto. 2. Establecer lineamientos y reglas para poder ser parte del Plan Piloto.
Vincular al Colegio Técnico Agustiniiano con el grupo AstroTEC del Instituto Tecnológico de Costa Rica.	Establecer un enlace con personas calificadas para la enseñanza de la astronomía.	Grupo AstroTEC	<ol style="list-style-type: none"> 1. Articular el aporte que el grupo dará para el desarrollo del Plan Piloto. 2. Establecer lineamientos para la participación de los miembros. 3. Establecer lineamientos para el uso de los equipos y recursos para la implementación del Plan Piloto.

Fuente: Pineda Lizano (2020).

Etapa II. Identificación de las Necesidades.

En esta etapa se identificará qué insumos materiales e intelectuales se requieren para un buen resultado del Plan Piloto. Es indispensable saber con qué se cuenta y en qué áreas específicas hay que tener cuidado.

Cuadro 9.

Etapa II. Identificación de las necesidades.

Actividad	Objetivo	Responsable	Acciones
Necesidades de infraestructura, materiales, tiempo y espacios interdisciplinarios.	Identificar las necesidades en espacio y de tiempo requeridas para el Plan Piloto.	Colegio Técnico Agustiniano.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ubicar un espacio físico donde realizar las sesiones del Plan Piloto. 2. Ubicar un momento de la semana donde realizar las sesiones presenciales. 3. Establecer alianzas con docentes para la aplicación conjunta de las actividades del Plan Piloto.
	Identificar a los miembros del grupo que colaborarán con el desarrollo del Plan Piloto.	Grupo AstroTEC.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer una lista de miembros que apoyarán las distintas actividades.
	Identificar los equipos y recursos necesarios para		<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer una lista de los equipos que se requieren para las distintas actividades.

apoyar las actividades.

-
2. Establecer una lista de los materiales de apoyo que se requieren.
 3. Establecer una lista de aplicaciones existentes para el apoyo a las actividades.
-

Fuente: Pineda Lizano (2020).

Etapa III. Planificación de las Acciones.

En esta sección se efectuará la descripción de las acciones que se deben llevar a cabo para tener un ordenamiento adecuado para que la ejecución del Plan Piloto sea óptima.

Cuadro 10.

Etapa III. Planificación de las acciones.

Actividad	Objetivo	Responsable	Acciones
Se definen tanto el cronograma de trabajo como el uso de los recursos disponibles.	Organizar a los participantes del Plan Piloto.	Colegio Técnico Agustiniano y Grupo AstroTEC.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer la lista definitiva de estudiantes interesados en el Plan Piloto. 2. Establecer el horario y el espacio donde se realizarán las sesiones. 3. Realizar una sesión inicial para determinar intereses y procedimientos. 4. Establecer el contacto directo con los profesores interesados en un trabajo interdisciplinario.

Organizar los temas y metodologías a emplear en el Plan Piloto.

Grupo
AstroTEC

-
1. Definir los temas que se abordarán en el Plan Piloto.
 2. Establecer los instrumentos de medición de conocimientos básicos en distintas materias.
 3. Establecer las capacitaciones que requieren los miembros de AstroTEC en la metodología utilizada.
 4. Establecer las capacitaciones requeridas por los estudiantes.
-

Fuente: Pineda Lizano (2020).

Etapa IV. Ejecución de las Acciones.

Una vez establecidas las acciones que le corresponden a cada uno de los actores dentro del Plan Piloto, se ejecutan dichas acciones.

Cuadro 11.

Etapa IV. Ejecución de las acciones.

Actividad	Objetivo	Responsable	Acciones
Realización del Plan Piloto de enseñanza de la	Capacitar en la metodología a los miembros de AstroTEC.	Coordinador del grupo del grupo AstroTEC.	1. Realizar la capacitación de la metodología a los miembros de AstroTEC.

astronomía a los
estudiantes.

Desarrollar el
Plan Piloto.

Grupo
AstroTEC y
estudiantes.

1. Ejecutar las sesiones presenciales del Plan Piloto.
2. Acompañar a los estudiantes en el desarrollo de la metodología ECBI en los temas introductorios.
3. Realizar sesiones de discusión de los resultados.
4. Realizar actividades de observación astronómica.
5. Realizar actividades de divulgación del conocimiento astronómico adquirido.

Fuente: Pineda Lizano (2020).

Etapa V. Evaluación de las Actividades.

Una parte vital en toda propuesta es llevar a cabo una evaluación de las actividades realizadas, sesiones de discusión sobre posibles mejoras e identificación de nuevas oportunidades.

Cuadro 12.

Etapa V. Evaluación de las acciones.

Actividad	Objetivo	Responsable	Acciones
Ejecución de diagnósticos a los participantes.	Evaluar las actividades realizadas durante el Plan Piloto.	Colegio Técnico Agustiniiano	1. Realizar instrumentos de evaluación de las diferentes actividades.

-
- | | |
|----------------------|---|
| y grupo
AstroTEC. | <ol style="list-style-type: none"> 2. Aplicar los distintos instrumentos realizados a los participantes del Plan Piloto. 3. Realizar sesiones de interacción entre los participantes para compartir experiencias. |
|----------------------|---|
-

Fuente: Pineda Lizano (2020).

Viabilidad de la Propuesta

Para esta propuesta no se requiere un presupuesto económico, sino que el apoyo del grupo AstroTEC se logra como parte de las actividades que ejecutan en divulgación, extensión e investigación. Lo que se requiere de parte del Colegio Técnico Agustiniano es una aula y permisos para las actividades de observación que se programen como parte del Plan Piloto. Las aplicaciones que se utilizarán como parte del aprendizaje son *software* libre, por lo que tampoco se requerirá un desembolso en ese rubro. Lo único en que se podría necesitar fondos es en cuanto a alguna gira de observación fuera de la institución y eso conllevaría una logística con las autoridades institucionales.

El proyecto se considera viable debido al interés mostrado por las autoridades del Colegio Técnico Agustiniano, los estudiantes y profesores de la institución y por el grupo AstroTEC. Lo único que hay que esperar para su implementación es que pase la emergencia por el virus SARS-Cov-2 y se puedan volver a las lecciones presenciales.

Evaluación

Como se detalló en el Cuadro 12 sobre la evaluación, la implementación del Plan Piloto conlleva una serie de evaluaciones entre las que se encuentran: evaluación del aprendizaje logrado por parte de los estudiantes, de los métodos desarrollados, de la logística empleada y del trabajo

en equipo e interdisciplinario efectuado. Es importante que cada etapa sea evaluada para tener insumos que promuevan mejoras en posteriores aplicaciones.

Los avances deben irse midiendo apenas se termine cada etapa para hacer las correcciones necesarias de una vez y aplicarlas a las siguientes fases del proceso. El registro de todas esas modificaciones será un insumo invaluable para posteriores aplicaciones.

Al finalizar el proceso completo deberá elaborarse un documento con la evaluación de cada etapa, que genere no solo una comprensión de los fallos y aciertos detectados durante la ejecución del Plan Piloto, sino que sirva como punto de mejora y punto de partida para una repetición, ya sea en la misma institución o en otras interesadas.

Cronograma

A continuación, se muestra mediante un diagrama de Gantt, un cronograma detallado de las actividades, plazos y actores involucrados en las distintas etapas del Plan Piloto.

Aplicación y Resultados

El Plan Piloto está establecido para que en un periodo de seis meses se logre estudiar al menos uno o dos temas fundamentales con la metodología ECBI. Cada tema en particular requerirá actividades propias para el desarrollo, por ejemplo, modelos físicos o computacionales, mediciones diarias de eventos y/o estudios específicos relacionados con otras materias y especialidades.

Sin embargo, por la pandemia y la modalidad de lecciones con sesiones virtuales, se debe esperar a que se levanten las restricciones y se pueda volver de forma presencial a las aulas. Y por este motivo, la implementación del Plan Piloto debe esperar para ser aplicado en el Colegio Técnico Agustiniano.

Finalmente, es necesario mencionar que en el transcurso de las actividades se estará buscando la forma de implementar relaciones entre los conocimientos astronómicos que se van adquiriendo por parte de los estudiantes y las especialidades técnicas que cursan en la institución.

Conclusiones

Es posible la implementación de un Plan Piloto para enseñar astronomía en el Colegio Técnico Agustiniano, ya que se cuenta tanto con el interés de las autoridades institucionales como el interés del grupo AstroTEC para implementarlo.

Se cuenta con la infraestructura necesaria para desarrollar el Plan Piloto en las instalaciones del Colegio Técnico Agustiniano, así como con los equipos y materiales necesarios para la implementación de parte del grupo AstroTEC.

Se requiere que tanto las autoridades de la institución, como los estudiantes y profesores interesados en el Plan Piloto, se comprometan a desarrollar las distintas etapas y actividades para que el aprendizaje de la astronomía se logre y se disfrute en el camino.

Es indispensable el complemento del aprendizaje dado por giras astronómicas, diseño de experimentos, creación de modelos y uso de tecnología para que los estudiantes lleguen a sus

propias conclusiones luego de un análisis detallado y propio de sus resultados, siendo esto una base del método de indagación.

Es necesaria una concientización de la importancia del método de indagación entre los interesados en el Plan Piloto, pues se trata de dejar de lado la educación tradicional donde el profesor imparte conocimiento y se empieza a trabajar más bien con la creación de este por parte de los mismos estudiantes.

Recomendaciones

Enlazar el conocimiento astronómico una vez adquirido por los estudiantes, con sus especialidades de estudio para el desarrollo de propuestas tecnológicas para la divulgación y la enseñanza de la astronomía.

Fomentar la creación de aplicaciones tecnológicas utilizando lo aprendido en el Plan Piloto de acuerdo con cada una de las especialidades técnicas que siguen los estudiantes, esto con el fin de contribuir a resolver problemáticas específicas y, por otro lado, a desarrollar potenciales actividades de emprendimiento.

Desarrollar un modelo virtual de enseñanza de la astronomía para poder llegar a otras instituciones más lejanas y/o poder ejecutarlo aun en condiciones como la presente, de lecciones no presenciales, ya sea por situaciones como la pandemia actual, o por situaciones provocadas por fenómenos naturales que imposibiliten la presencialidad.

De resultar exitosa la implementación del Plan Piloto, instar a las autoridades institucionales a la creación de un Club de Astronomía y a que compren su propio equipo astronómico básico para el uso de sus estudiantes.

Referencias Bibliográficas

- Aguirre García, J. C. y Jaramillo Echeverri, L. G. (2012). Aportes del método fenomenológico a la investigación educativa. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 51-74.
- Alvarado Calderón, G., Araya Madriz, J., Elizondo Mena, D., Mora Hernández, R., Peralta Delgado, J. y Solano Hidalgo, P. (2016). *Educación Técnica secundaria pública en Costa Rica: 1950-2014. (Tesis de Licenciatura)*.
- Bocanegra Caro, G. (2018). *La astronomía como recurso de aprendizaje interdisciplinar en la escuela para el grado quinto (Tesis de maestría)*. Ibagué, Colombia: Universidad del Tolima.
- Camino, N. (2011). La didáctica de la Astronomía como campo de investigación e innovación educativas. *I Simpósio Nacional de Educação em Astronomia*. (p. 13). Río de Janeiro.
- Cardenete García, S. (2011). Sol, Tierra y Luna. Movimientos relativos y sus consecuencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 512-518.
- Consejo de Educación Inicial y Primaria. (2013). *Asociación Nacional de Educación Pública*. Uruguay. Obtenido de: http://www.ceip.edu.uy/documentos/normativa/programaescolar/ProgramaEscolar_14-6.pdf
- Consejo Superior de Educación. (2020). *Consejo Superior de Educación*. Obtenido de: <http://www.cse.go.cr/>
- Constitución Política de la República de Costa Rica. (1948). Recuperado el 26 de febrero de 2020 de: <http://pdba.georgetown.edu/Parties/CostaRica/Leyes/constitucion.pdf>
- De Biasi, M. S., Orellana, R. B., Escapil, A. y Olaizola, E. (2015). *Alfabetización en astronomía de docentes de educación primaria, secundaria y adultos de la región de La Plata*. Obtenido de IV Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las

Ciencias Exactas y Naturales:
http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.8069/ev.8069.pdf

De Oliveira Kitzberger, D., Chiesa Bartelmebs, R. y Rosa, V. (2019). As diferentes concepcoes sobre as fases da lua de alunos dos oitavos anos do ensino fundamental de uma escola pública. *Revista Latino-Americana de Educacao em Astronomia*, 67-93.

Dirección General de Cultura y Educación. Argentina. (2006). *Diseño curricular para la Educación Secundaria, 7º y 8º*. Obtenido de: http://abc.gob.ar/secundaria/dc_123

Domènech Casal, J. (2015). Eppur si muove: una secuencia contextualizada de indagación y comunicación científica sobre el sistema astronómico Sol-Tierra. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 328-340.

Esteve, A. R. y Solbes, J. (2017). El desinterés de los estudiantes por las ciencias y la tecnología en el bachillerato y los estudios universitarios. *X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*.

Ferreira, C. y Mascarello Bisch, S. (2019). ¿Cuál es el tamaño del Universo? Una propuesta de secuencia de enseñanza investigativa sobre los métodos de Eratóstenes y Aristarco para medir los tamaños de la Tierra y la Luna. *Revista Latinoamericana de Educación en Astronomía*, 27-46.

Franco Mariscal, A. J. y López Flores, V. (2017). Retención de los conceptos sobre el Universo. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 235-271.

Franco, Y. (2011). *Tesis de investigación. Marco Metodológico*. Obtenido de: <http://tesisdeinvestig.blogspot.com/2011/06/marco-metodologico-definicion.html>

Galperin, D. J. (2016). *Sistemas de referencia y enseñanza de las ciencias: el caso de los fenómenos astronómicos cotidianos. (Tesis doctoral)*. Tandil, Argentina: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

Gangui, A. y Adúriz Bravo, A. (2017). Un enfoque de enseñanza de la Astronomía: algunas consideraciones epistemológicas y didácticas. *Quehacer Educativo*.

- García Herrero, J. L. (2014). Conocimientos astronómicos del profesorado de educación secundaria obligatoria y preferencias metodológicas para la enseñanza de astronomía. *Enseñanza & Teaching*, 161-198.
- Garriz, A. (2010). Indagación: las habilidades para desarrollarla y promover el aprendizaje. *Educación Química*, 106-110.
- Giraldo Cano, A. M. (2013). *Semillero de Astronomía: Un acercamiento a la Ciencia y la Investigación en la I.E Yermo y Parres de la ciudad de Medellín. (Tesis de maestría)*. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Gobierno de Costa Rica. (Noviembre de 2018). *Marco Nacional de Cualificaciones de la Educación y Formación Técnica Profesional de Costa Rica*. San José, Costa Rica.
- Gómez Valverde, V. B. (2015). *La formación docente en ciencias, física y astronomía. (Tesis doctoral)*. España: Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED).
- González Clemente, O. J. (2018). Por qué enseñar ciencias de la Tierra en Venezuela. *Línea Imaginaria*, 42-64.
- González Valcárcel, A. (2012). *Propuesta didáctica para la enseñanza de fenómenos de movimiento en el sistema Sol-Tierra-Luna*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F.: McGraw-Hill.
- Instituto Nacional de Aprendizaje. (2018). Obtenido de: <https://www.ina.ac.cr/SitePages/acerca.aspx>
- Instituto Nacional de Educación Tecnológica. (2020). *Instituto Nacional de Educación Tecnológica*. Obtenido de: <http://www.inet.edu.ar/>
- Instituto Tecnológico de Costa Rica. (2020). *Tecnológico de Costa Rica*. Obtenido de: <https://www.tec.ac.cr/escuelas/escuela-educacion-tecnica>

Karttunen, H., Kröger, P., Oja, H., Poutanen, M. y Donner, K. J. (2017). *Fundamental Astronomy*. Springer.

Kutner, M. L. (2003). *Astronomy. A physical perspective (Astronomy and Cosmology)*. New York: Cambridge University Press.

Ledezma Hernández, R. y Peralta Villalobos, M. (1981). *Elaboración de una Guía de Instituciones Educativas de Costa Rica (Tesis Licenciatura)*. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.

Ley 20786. (7 de Agosto de 2019). Asamblea Legislativa de Costa Rica. *Ley de Educación y Formación Técnica Profesional*. San José, San José, Costa Rica.

Luiz Fagundes, A., Da Silva, T. y Feijó Barroso, M. (2019). Visualización y evaluación de las concepciones previas de alumnos de la enseñanza superior sobre estaciones del año. *Revista Latino-Americana de Educacao em Astronomia*, 48-66.

Martín del Pozo, R., Arillo, M., Ezquerro, Á., Fernández, P., Galán, P., García, E., . . . San Martín, C. (2013). *Las ideas "científicas" de los alumnos de primaria: tareas, dibujos y textos*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.

Ministério da Educacao. (2018). *Base Nacional Común Curricular*. Obtenido de: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf

Ministerio de Comunicación, Presidencia de la República. (2019). *Costa Rica. Gobierno del Bicentenario*. Obtenido de: <https://www.presidencia.go.cr/comunicados/2019/09/ley-mejora-formacion-tecnica-y-experiencia-para-estudiantes-de-educacion-dual/>

Ministerio de Educación Argentina. (Abril de 2020). *Educar*. Obtenido de Educar: <https://www.educ.ar/recursos/113952/educacion-tecnica>

Ministerio de Educación del Ecuador. (2019). *Currículo de los Niveles de Educación Obligatoria*. Obtenido de: <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/09/EGB-Eeemental.pdf>

Ministerio de Educación Pública. (2018). *Programa de estudio de Ciencias. Primer y segundo ciclo de Educación General Básica.*

Ministerio de Educación Pública. (2018). *Programa de estudio de Ciencias. Tercer ciclo de Educación General Básica.*

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. España. (2014). *Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las cortes y memoria democrática.* Obtenido de: <file:///D:/Seminario%20de%20Graduaci%C3%B3n%20Final/Planes/Espa%C3%B1a/BOE-A-2014-2222.pdf>

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. España. (2015). *Ministerio de la Presidencia, relaciones con las cortes y memoria democrática.* Obtenido de: <https://www.boe.es/boe/dias/2015/01/03/pdfs/BOE-A-2015-37.pdf>

Ministerio de Educación. Gobierno de Chile. (2016). *Curriculum Nacional.* Obtenido de: https://curriculumnacional.mineduc.cl/614/articles-20720_programa.pdf

Ministerio de Educación. Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. (2012). Buenos Aires. Obtenido de: https://www.buenosaires.gob.ar/sites/gcaba/files/disenio_curricular_para_la_escuela primaria._primer_ciclo.pdf

Ministerio de Educación. Gobierno de Panamá. (2014). *Educa Panamá.* Obtenido de: <http://www.educapanama.edu.pa/?q=planes-y-programas-de-estudios>

Ministerio de Educación. Gobierno de Chile. (2012). *Gobierno de Chile.* Obtenido de: <https://curriculumnacional.mineduc.cl/614/w3-propertyvalue-118605.html>

Ministerio de Educación. Perú. (2016). *Programa curricular de educación primaria.* Obtenido de: <http://www.minedu.gob.pe/curriculo/pdf/programa-curricular-educacion-primaria.pdf>

Ministerio de Educación. Perú. (2016). *Programa curricular de educación secundaria.* Obtenido de: <http://www.minedu.gob.pe/curriculo/pdf/programa-curricular-educacion-secundaria.pdf>

Ministerio de Educación. República de Panamá. (2014). *Programa de la Educación Básica General*. Obtenido de: Portal. Educa Panamá: <http://www.educapanama.edu.pa/sites/default/files/documentos/programas-educacion-basica-general-primaria-6-2014.pdf>

Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. (2020). *Mideplan*. Obtenido de: https://www.mideplan.go.cr/pnd-1998-2002/actores/sector_publico/ina/index.htm

Monje Álvarez, C. A. (2011). *Metodología de la Investigación cuantitativa y cualitativa. Guía didáctica*. Universidad Surcolombiana.

Moritz, H. (1980). *Geodetic Reference System 1980*.

Navarro Pastor, M. (2011). Enseñanza y aprendizaje de astronomía diurna en primaria mediante "secuencias problematizadas" basadas en "mapas evolutivos". *Enseñanza de las ciencias*, 163-174.

OCDE. (2015). *Revisión destrezas más allá de la Escuela en Costa Rica*.

OCDE. (2017). *Análisis de la OCDE acerca de las políticas nacionales para educación*.

Organización Internacional del Trabajo. (2010). *Herramientas básicas para el diseño e implementación de Marcos de Cualificaciones*. Ginebra, Suiza.

Organización Internacional del Trabajo. (2010). *Herramientas básicas para el diseño e implementación de Marcos de Cualificaciones*. Nina Billorou-Fernando Vargas. *Guía de Trabajo*. Ginebra, Suiza.

Organización Internacional del Trabajo. (2020). *Centro Interamericano para el Desarrollo del Conocimiento en la Formación Profesional*. Obtenido de: <https://www.oitcinterfor.org/taxonomy/term/1700>

Ortiz Arango, L. S. (2015). *El cielo en las ciencias: Enseñanza de la astronomía en la Escuela. Grado Décimo. (Tesis de maestría)*. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

- Padilha Renner, G. L. (2018). Construcción de un modelo tridimensional fosforescente de la constelación de Orión: una propuesta didáctica para la enseñanza de la astronomía. *Revista Latinoamericana de Educación en Astronomía*, 39-49.
- Palomar Fons, R. (2013). *Enseñanza y aprendizaje de la astronomía en el bachillerato (Tesis Doctoral)*. Universidad de Valencia, España.
- Peña Martínez, C. M. y Páez Rodríguez, J. A. (2013). *Estrategia didáctica para estimar los tamaños y distancias de separación del sistema Sol-Tierra-Luna*. Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.
- Polanco Erazo, Y. (2017). *Enseñanza de astronomía estelar a docentes en formación en ciencias naturales. (Tesis de maestría)*. Cali, Colombia: Universidad del Valle.
- Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. Á. (2010). Por qué los alumnos no comprenden la ciencia que aprenden. Qué podemos hacer nosotros para evitarlo. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 73-79.
- Programa Estado de la Nación. (2017). *Sexto Informe Estado de la Educación*.
- Red de Comunicación de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. (2012). *Percepción social de la ciencia y la tecnología en Costa Rica*.
- Redondo Moralo, F. y Cañada Cañada, F. (2016). Concepciones alternativas de alumnos de segundo y tercer ciclo de primaria, sobre el sistema Sol-Tierra-Luna. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México)*, 147-174.
- Revista Somos Costa Rica. (2019). *98 años de historia y de aporte a la educación de Costa Rica*. Obtenido de: <https://revistasomoscrblog.blogspot.com/2019/12/98-anos-de-historia-y-de-aporte-la.html>
- Reyes Cárdenas, F. y Padilla, K. (2012). La indagación y la enseñanza de las ciencias. *Educación Química*, 415-421.

- Rosenberg, M., Russo, P., Bladon, G. y Lindberg Christensen, L. (2018). *Why is Astronomy important?* International Astronomical Union.
- Secretaría de Educación Pública. Gobierno de México. (2017). *Plan y programas de estudio para la educación básica*. Obtenido de: https://www.planyprogramasdestudio.sep.gob.mx/descargables/APRENDIZAJES_CLAVE_PARA_LA_EDUCACION_INTEGRAL.pdf
- Soares Amorin, D. (2017). Construcción de un modelo didáctico para la visualización de fases de la Luna y Eclipses. *Revista Latinoamericana de Educación en Astronomía*, 53-66.
- Solbes, J. y Palomar, R. (2011). ¿Por qué resulta tan difícil la comprensión de la astronomía a los estudiantes? *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 187-211.
- Solbes, J. y Palomar, R. (2013). Dificultades en el aprendizaje de la astronomía en secundaria. *Revista Brasileira de Ensino de Física*.
- Tarquino Cabra, E. M. (2016). *Desarrollo de Procesos de Investigación en la Escuela a partir de la Astronomía (Tesis de maestría)*. Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Tovar Garrido, L., Rodríguez Henao, J. y Díaz Álvarez, L. (2016). *Herramienta didáctica para la enseñanza de los principios básicos de Astronomía a niños mediante realidad aumentada*. Universidad de Cartagena, Colombia.
- UNESCO. (2020). *Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura*. Obtenido de: <https://unevoc.unesco.org/home/Que%20es%20la%20EFTP>
- Universidad Castro Carazo. (2020). *Universidad Castro Carazo*. Obtenido de: Antecedentes de la institución: <https://www.castrocarazo.ac.cr/web/la-universidad/trayectoria>
- Universität Heidelberg. (2020). *Heidelberg Center para América Latina*. Obtenido de: <http://www.heidelbergcenter.cl/astronomy/en/?idcat=News&idtypep=72>

- Varela Losada, M. M., Pérez Rodríguez, U., Serralle Marzoa, J.y Arias Correa, A. (2013). Evolución de las concepciones sobre astronomía de profesorado en formación tras una intervención educativa con actividad simulación. *IX Congreso Internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias*, 3612-3617.
- Vernal Vilicic, T. P. (2014). *Divulgación y valoración de las potencialidades astronómicas en Antofagasta, Chile. El rol de los medios de comunicación, científicos, instituciones sociales, políticos y educadores (Tesis doctoral)*. Santiago, Chile: Universidad Finis Terrae.
- Vilchez González, J. y Ramos Tamajón, C. (2015). La enseñanza-aprendizaje de fenómenos astronómicos cotidianos en la Educación Primaria española. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* , 2-21.
- Yaber, I. (2010). *Indagación guiada*. Cartagena de Indias, Colombia.
- Zugasti Arbizu, M. (1996). Tratamiento de la astronomía en la enseñanza primaria. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 85-97.

Apéndices

Apéndices

Apéndice A. Cuestionario 1. Dirigido a estudiantes.

Sección 1

Seminario – Educación Técnica – Instituto Tecnológico de Costa Rica

Enseñanza de la Astronomía en la Educación Técnica

El propósito de este estudio es obtener información acerca de la importancia y posible vinculación de la Astronomía en la educación secundaria y específicamente en la educación técnica. Este cuestionario forma parte del curso de Seminario de Graduación de la Maestría en Educación Técnica del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Por este motivo es que le solicito su colaboración para contestar algunas preguntas que no le tomarán mucho tiempo. Su opinión es muy valiosa para este estudio y se le está muy agradecido por su valioso tiempo.

Se le solicita que, por favor, llene este cuestionario con total sinceridad. El tiempo aproximado de este cuestionario es de unos 20 minutos y consta de 32 preguntas enumeradas de la 1 a la 32.

Las respuestas a este cuestionario serán analizadas de forma grupal por parte del investigador, y toda la información suministrada se tratará de modo totalmente confidencial.

Lea con cuidado las indicaciones, ya que existen tanto preguntas cerradas (con opciones para escoger su respuesta), como preguntas abiertas (donde debe dar su opinión).

¡Muchas gracias por su colaboración!

Sección 2

Información del estudiante

La información de todo este cuestionario será privada y solamente el investigador tendrá acceso a ella

A. Nombre o iniciales (opcional):

Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

B. Sexo:

Mujer

Hombre

C. Edad (en años cumplidos):

Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

D. Sección:

Indicar el nivel y la sección a la que pertenece el estudiante

Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

E. Especialidad que estudia:

Indicar a cuál especialidad técnica pertenece el estudiante

Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

F. Lugar de habitación:

Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

Sección 3

Importancia de la Astronomía

Conteste a las siguientes preguntas sin consultar con nadie, ni con ninguna fuente de información externa (ni digital, ni impresa). Solo responda de acuerdo con lo que usted creé que es correcto.

1. ¿Qué tan importante cree usted que es enseñar Astronomía a la población de Costa Rica en general?

Es muy poco importante

Es poco importante

Es medianamente importante

Es bastante importante

Es muy importante

2. ¿Qué tan importante cree usted que es el estudio de la Astronomía en la educación secundaria en Costa Rica?

Es muy poco importante

Es poco importante

Es medianamente importante

Es bastante importante

Es muy importante

3. ¿Qué tan importante cree usted que puede llegar a ser el estudio de la Astronomía en la modalidad de la Educación Técnica?

Es muy poco importante

Es poco importante

Es medianamente importante

Es bastante importante

Es muy importante

4. ¿Qué tan interesado(a) está usted en el tema de la Astronomía?

Muy poco interesado(a)

Poco interesado(a)

Medianamente interesado

Bastante interesado(a)

Muy interesado(a)

5. ¿Estaría interesado(a) en ser parte de un Plan Piloto de Capacitación en el área de la Astronomía?

EL Plan Piloto consiste en aprender los temas básicos de la Astronomía de una manera no tradicional y estar en condiciones de explicarlo a otras personas, tanto en la parte teórica como en la parte práctica.

Sí

No

Sección 4

Fenómenos astronómicos 1

6. ¿Describa, ¿cuál cree usted que es la forma que tiene el planeta Tierra?

Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

7. ¿Cuál cree usted que es la causa de los fenómenos del día y de la noche?

Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

8. ¿Dónde cree usted que está el Sol cuando es de noche?

Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

9. ¿Dónde cree que está la Luna cuando es de día?

Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

10. ¿Cuándo usted ve la Luna, ésta siempre tiene la misma forma?

Sí

[Ir a la Sección 6]

No

[Ir a la Sección 5]

Sección 5

Fenómenos astronómicos 2

11. ¿Por qué considera usted que cambia la forma en que ve la Luna?

Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

Sección 6

Fenómenos astronómicos 3

12. ¿Usted ha visto la Luna durante el día?

Sí

No

13. ¿Sabe usted qué es el Lado Oculto de la Luna?

Sí

[Ir a la Sección 7]

No

[Ir a la Sección 8]

Sección 7

Fenómenos astronómicos 4

14. ¿Qué es para usted el Lado Oculto de la Luna?

Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

15. ¿Cuál es la causa de que exista un Lado Oculto de la Luna?

Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

Sección 8

Fenómenos astronómicos 5

16. ¿Cuál es la causa de que existan las estaciones (verano, otoño, invierno y primavera)?

Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

17. ¿Es correcto decir que el Sol sale siempre justo por el este y se oculta justo por el oeste?

Sí

No

18. ¿Cuál cree usted que es la causa de que haya temperaturas más altas en verano que en invierno?

Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

19. ¿Cuál de las siguientes imágenes corresponde mejor a la realidad de las posiciones del sistema Sol-Tierra-Luna?

A



B



C



D



20. ¿Sabe usted qué es un eclipse?

Sí

[Ir a la Sección 9]

No

[Ir a la Sección 10]

Sección 9

Fenómenos astronómicos 6

21. Describa ¿qué es para usted un eclipse?

Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

22. ¿Cuál de las siguientes opciones representa la posición relativa entre el Sol, la Tierra y la Luna para que se dé un eclipse total de Luna?

Las posiciones son relativas, las distancias mostradas no están a escala real

A



B



C



23. ¿Cuál de las siguientes opciones representa la posición relativa entre el Sol, la Tierra y la Luna para que se dé un eclipse total de Sol?

Las posiciones son relativas, las distancias mostradas no están a escala real

A



B



C



Sección 10

Fenómenos astronómicos 7

24. ¿Sabe qué es un año bisiesto?

Sí

[Ir a la Sección 11]

No

[Ir a la Sección 12]

Sección 11

Fenómenos astronómicos 8

25. ¿Por qué cree usted que existen los años bisiestos?

Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

Sección 12

Fenómenos astronómicos 9

26. ¿Considera usted que la Astronomía trae algún beneficio a las personas en su vida cotidiana?

Sí

[Ir a la Sección 13]

No

[Ir a la Sección 14]

Sección 13

Fenómenos astronómicos 10

27. ¿En qué aspectos considera que la Astronomía ha contribuido a mejorar la vida cotidiana de las personas?

Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

Sección 14

Fenómenos astronómicos 11

28. ¿Sabe usted qué es un año luz?

Sí

[Ir a la Sección 15]

No

[Ir a la Sección 16]

Sección 15

Fenómenos astronómicos 12

29. ¿Qué cree usted que es un año luz?

Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

Sección 16

Fenómenos astronómicos 13

30. ¿Qué cree usted que es una estrella fugaz?

Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

31. ¿Qué cree usted que es una estrella?

Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

32. ¿Qué cree usted que es una galaxia?

Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

Apéndice B. Cuestionario 2. Dirigido a profesores.

Seminario – Educación Técnica – Instituto Tecnológico de Costa Rica

Enseñanza de la Astronomía en la Educación Técnica

Sección 1

El propósito de este estudio es obtener información acerca de la importancia y posible vinculación de la Astronomía en la educación secundaria y específicamente en la educación técnica. Este cuestionario forma parte del curso de Seminario de Graduación de la Maestría en Educación Técnica del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

El profesor es quien sirve como mediador para que el estudiante adquiera el conocimiento asignado y quien valora las actividades y acciones académicas que potencian esa adquisición. Dada esa importante posición en el proceso educativo, le solicito su colaboración para contestar algunas preguntas que no le tomarán mucho tiempo. Su opinión es muy valiosa para este estudio y se le está muy agradecido por su valioso tiempo.

Se le solicita que, por favor, llene este cuestionario con total sinceridad. El tiempo aproximado de este cuestionario es de unos 20 minutos y consta de 32 preguntas enumeradas de la 1 a la 32.

Las respuestas a este cuestionario serán analizadas de forma grupal por parte del investigador, y toda la información suministrada se tratará de forma totalmente confidencial.

Lea con cuidado las indicaciones ya que existen tanto preguntas cerradas (con opciones para escoger su respuesta), como preguntas abiertas (donde debe dar su opinión).

¡Muchas gracias por su colaboración!

Sección 2

Información del docente

La información de todo este cuestionario será privada y solamente el investigador tendrá acceso a ella.

A. Nombre o iniciales (opcional):

Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

B. Sexo:

Mujer

Hombre

C. Edad (en años cumplidos):

[Escriba solamente el número de años cumplidos]

Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

D. Materia(s) y nivel(es) que imparte:

Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

F. Lugar de habitación:

Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

Las primeras 32 preguntas en el cuestionario para docentes, son exactamente las mismas que las mostradas ya en el formulario para estudiantes. Únicamente hay una sección nueva con dos preguntas adicionales en el cuestionario para los docentes que se detallan a continuación:

Sección 17

Astronomía y Educación Técnica

33. ¿Cree usted que la Astronomía podría servir como vía motivadora para que los estudiantes en el área de ciencia y tecnología? ¿Por qué?

Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

34. ¿Cree usted que la Astronomía podría vincularse de alguna forma con la materia o especialidad que usted imparte? ¿De qué forma?

Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

Anexos

Anexo A.

Se muestra a continuación, un cuadro donde se resume lo que se encuentra acerca del tema de la astronomía en distintos planes de estudio de primaria en distintos países. Se muestra un resumen de lo que en los documentos se indica, siendo un extracto ordenado, desde primero hasta sexto grado, por lo que en ocasiones se ve la evolución de algún tema.

Anexo A. Temas astronómicos en los Planes de Estudio de Primaria en varios países.

País	Temas
Costa Rica	<ul style="list-style-type: none"> • Reconocer al Sol como una estrella que brinda calor y luz a la Tierra e influye en las condiciones del tiempo. • Reconocer las características generales del Sistema Solar y los cuerpos que lo integran, entre ellos la Tierra como un planeta y Luna como su satélite. • Apreciar la información de los movimientos de los astros en diferentes situaciones cotidianas. • Identificar algunos componentes del Sistema Solar que pueden influir en las condiciones del estado del tiempo. • Distinguir las características del planeta Tierra que benefician a las diversas formas de vida. • Apreciar las condiciones del planeta Tierra que hacen posible la vida de la especie humana y de otros seres vivos. • Reconocer los movimientos del planeta Tierra y la Luna como parte del entendimiento de su vinculación con el Universo. • Explicar los eclipses de Luna y de Sol a partir de la representación de los movimientos que realiza el planeta Tierra y la Luna.

País	Temas
Panamá	<ul style="list-style-type: none"> • Appreciar la influencia de los movimientos del planeta Tierra y de la Luna en las actividades que realiza la especie humana y otros seres vivos. • Reconocer algunos acontecimientos que han marcado los inicios de la observación y registro de fenómenos astronómicos y la exploración espacial. • Describir algunos componentes del universo y los cuerpos que conforman el Sistema Solar, entre ellos el planeta Tierra. • Valorar los aportes de la investigación espacial considerando las implicaciones para el desarrollo de la humanidad. • Explicar las teorías del origen y formación del Sistema Solar como parte del entendimiento de la evolución del planeta Tierra. • Describir algunas de las teorías del origen y evolución del universo para comprender las condiciones esenciales que permitieron la formación de nuestro Sistema Solar. • Valorar la importancia de los avances científicos y tecnológicos en el área de la exploración espacial. <p>(Ministerio de Educación Pública, 2018)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de los cuerpos celestes que se observan desde la Tierra. • Identificación de las condiciones ambientales para vivir en el planeta Tierra. • Reconocer los movimientos de la Tierra (traslación y rotación). • Las capas de la Tierra: sólida, líquida y gaseosa. • La Luna, satélite que acompaña a nuestro planeta. • Sistema Solar y otros cuerpos, planetas, estrellas y satélites. • El Sol, fuente de energía. • El fenómeno de las mareas, las fases de la Luna y los eclipses. • Los planetas y su distancia al Sol. • La Luna y su influencia en el planeta.

País	Temas
	<ul style="list-style-type: none"> • El ciclo de formación de las rocas. • Interrelación entre las capas bajas de la atmósfera y las capas superficiales de la geosfera e hidrósfera. <p>(Ministerio de Educación, República de Panamá, 2014)</p>
México	<ul style="list-style-type: none"> • Describe el aparente movimiento del Sol en relación con los puntos cardinales. • Explica los eclipses y las fases de la Luna en un sistema Sol-Tierra-Luna. • Describe algunas características de los componentes del Sistema Solar. • Representa el movimiento regular de los planetas y algunas de sus características. • Reconoce algunos avances tecnológicos para la exploración y conocimiento del Sistema Solar. <p>(Secretaría de Educación Pública, Gobierno de México, 2017)</p>
Chile	<ul style="list-style-type: none"> • 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. • Describir y comunicar los cambios del ciclo de las estaciones y sus efectos en los seres vivos y el ambiente. • Describir la relación de los cambios del tiempo atmosférico con las estaciones del año y sus efectos sobre los seres vivos y el ambiente. • Describir las características de algunos de los componentes del Sistema Solar (Sol, planetas, lunas, cometas y asteroides) en relación con su tamaño, localización, apariencia, distancia relativa a la Tierra, etc. • 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 Sol, entre otros.

País	Temas
	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar, por medio de modelos, los movimientos de rotación y traslación, considerando sus efectos en la Tierra. • Describir, por medio de modelos, que la Tierra tiene una estructura de capas (corteza, manto y núcleo) con características distintivas en cuanto a su composición, rigidez y temperatura. <p>(Ministerio de Educación, Gobierno de Chile, 2012)</p>
Uruguay	<ul style="list-style-type: none"> • La radiación proveniente del Sol: visible, infrarroja y ultravioleta. • Una estrella: el Sol. • El sistema Tierra-Sol. La duración día-noche. Las estaciones. • La luz solar. • La duración del día y la noche según las estaciones. • La variación del lugar de salida y puesta del Sol a lo largo del año. • La traslación de la Tierra. Ciclo de estaciones, solsticios, equinoccios. • La relación de la sombra y altura del Sol a lo largo del año. • Las diferencias térmicas diarias. • La orientación con el Sol y algunas estrellas. • Las zonas del horizonte (Oriente-Occidente). Los Puntos Cardinales. • Las estrellas: brillo y color. • Las constelaciones: Orión, Escorpión, Cruz del Sur, León. • La representación del sistema solar (en especial La Tierra). • La inclinación del eje terrestre. • El origen del Sistema Solar. • La Luna como satélite de la Tierra. • Los Astros del Sistema Solar: Sol, planetas, cuerpos menores. • Los Modelos geocéntrico y heliocéntrico. • El Sistema Sol-Tierra-Luna: las mareas, las fases lunares, el eclipse solar y lunar, las estaciones.

País	Temas
	<ul style="list-style-type: none"> • El Sistema Universo: los componentes e interacciones, las Galaxias (La Vía láctea y otras). • Las teorías de origen y evolución del Universo. (Consejo de Educación Inicial y Primaria, 2013)
España	<ul style="list-style-type: none"> • El Universo y el Sistema Solar: el Sol. Los Planetas. • El planeta tierra y la luna, su satélite. Características. Movimientos y sus consecuencias. • La representación de la Tierra. Orientación en el espacio. • Globos terráqueos Identificación de los polos, el eje y los hemisferios. • Cartografía. Planos y mapas. Escalas. • Puntos de la tierra: los paralelos y meridianos. • Coordenadas geográficas: Latitud y longitud. • l Planisferio: físico y político. • La Atmósfera. Fenómenos atmosféricos. • El tiempo atmosférico. Medición y predicción. • Mapas del tiempo. Símbolos convencionales. • El clima y factores climáticos. Las grandes zonas climáticas del planeta. • Los tipos de climas de España y sus zonas de influencia. • La hidrosfera. Distribución de las aguas en el planeta. El ciclo del agua. • La Litosfera: características y tipos de rocas. • Rocas y minerales: Propiedades usos y utilidades. (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. España, 2014)
Brasil	<ul style="list-style-type: none"> • Escalas de tiempo. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificar y nombrar diferentes escalas de tiempo: los períodos diarios (mañana, tarde, noche) y la sucesión de días, semanas, meses y años. ▪ Seleccione ejemplos de cómo la sucesión de días y noches guía el ritmo de las actividades diarias de los seres humanos y otros seres vivos.

País	Temas
	<ul style="list-style-type: none">• Movimiento aparente del Sol en el cielo.<ul style="list-style-type: none">▪ Describa las posiciones del Sol en diferentes momentos del día y asócielas con el tamaño de la sombra proyectada.• El Sol como fuente de luz y calor.<ul style="list-style-type: none">▪ Compare el efecto de la radiación solar (calentamiento y reflexión) en diferentes tipos de superficie (agua, arena, tierra, superficies oscuras, claras y metálicas, etc.)• Características de la Tierra.<ul style="list-style-type: none">▪ Identificar características de la Tierra (como su forma esférica, la presencia de agua, suelo, etc.), basado en la observación, manipulación y comparación de diferentes formas de representación del planeta (mapas, globos, fotografías, etc.).• Observación del cielo.<ul style="list-style-type: none">▪ Observar, identificar y registrar los períodos diarios (día y/o noche) cuando el sol, otras estrellas, la luna y los planetas que son visibles en el cielo.• Usos de la tierra.<ul style="list-style-type: none">▪ Compare diferentes muestras de suelo de toda la escuela según características como color, textura, olor, tamaño de partícula, permeabilidad, etc.▪ Identificar los diferentes usos del suelo (siembra y extracción de materiales, entre otras posibilidades), reconociendo la importancia del suelo para la agricultura y la vida.• Puntos cardinales.<ul style="list-style-type: none">▪ Identificar puntos cardinales, basados en el registro de diferentes posiciones relativo al Sol y la sombra de un palo (gnomon).▪ Compare las indicaciones de los puntos cardinales resultantes de la observación de sombras de un palo (gnomon) con las obtenidas por medio de una brújula.

País	Temas
	<ul style="list-style-type: none">• Calendarios, fenómenos cíclicos y cultura.<ul style="list-style-type: none">▪ Asociar los movimientos cíclicos de la Luna y la Tierra a períodos regulares de tiempo y al uso de este conocimiento para construir calendarios en diferentes culturas.• Constelaciones y mapas celestes.<ul style="list-style-type: none">▪ Identifique algunas constelaciones en el cielo, con el apoyo de recursos (como mapas y aplicaciones digitales, entre otras), y los períodos del año cuando son visibles en el inicio en la noche.• Movimiento de rotación de la Tierra.<ul style="list-style-type: none">▪ Asociar el movimiento diario del Sol y otras estrellas en el cielo con el movimiento de rotación de la Tierra.• Periodicidad de las fases de la Luna.<ul style="list-style-type: none">▪ Concluya sobre la periodicidad de las fases de la Luna, con base en la observación y grabación de las formas aparentes de la Luna en el cielo durante al menos dos meses.• Instrumentos ópticos.<ul style="list-style-type: none">▪ Diseño y construcción de dispositivos para observación remota (telescopio, periscopio etc.), para la observación ampliada de objetos (lupas, microscopios) o para grabar imágenes (cámaras) y discutir los usos sociales de estos dispositivos.• Forma, estructura y movimientos de la Tierra.<ul style="list-style-type: none">▪ Identificar las diferentes capas que estructuran el planeta Tierra (de la estructura ambiente) y sus principales características.▪ Identifica diferentes tipos de rocas, relacionando la formación de fósiles con rocas sedimentario en diferentes períodos geológicos.▪ Seleccione argumentos y evidencia que demuestren la esfericidad de la Tierra.▪ Para inferir que los cambios en la sombra de un palo (gnomon) a lo largo del día en diferentes períodos del año son evidencia de los

País	Temas
	<p>movimientos relativos entre la Tierra y el Sol, eso puede explicarse por los movimientos de rotación y traslación de la Tierra y la inclinación de su eje de rotación en relación con el plano de su órbita alrededor del Sol.</p> <p>(Ministério da educacao, 2018)</p>
Argentina	<ul style="list-style-type: none"> • La Tierra. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Estructura y características de la Tierra. ▪ Longitudes características. • Observación, descripción y registro de: cambios en la cantidad de horas de luz a lo largo del año, cambios en la longitud y la posición de las sombras producidas por objetos iluminados por el sol: a distintas horas a lo largo del día, y a la misma hora a lo largo del año. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Comparación con otras fuentes de luz. Orientación de las sombras según la posición de la fuente. • Aproximaciones al conocimiento de: el sistema solar y sus planetas, la tierra como un planeta del sistema solar, satélites naturales y artificiales, meteoritos, asteroides, cometas, etcétera. • Conocimiento de algunos de los instrumentos con que las personas estudian el cielo (por ejemplo: telescopios, sondas, etcétera). • El cielo visto desde la tierra. <ul style="list-style-type: none"> ▪ La Luna, satélite de la tierra. ▪ Movimientos aparentes de las estrellas. • El Sistema Solar. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Descripción de los componentes del Sistema Solar. ▪ Movimientos de los planetas. • La Tierra. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cambios a lo largo de su historia. ▪ Los restos fósiles.

País	Temas
	<ul style="list-style-type: none"> • Magnitudes características. • El Universo. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Las galaxias. ▪ Telescopios y satélites artificiales. <p>(Ministerio de Educación, Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 2012)</p>
Perú	<ul style="list-style-type: none"> • Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Argumenta que algunos objetos tecnológicos y conocimientos científicos han ayudado a formular nuevas teorías que propiciaron el cambio en la forma de pensar y el estilo de vida de las personas. Ejemplo: el estudiante da razones de cómo el uso del telescopio dio un nuevo lugar a la Tierra en el universo y de cómo con el microscopio se originó la teoría de los gérmenes como causantes de enfermedades. ▪ Participa en entornos virtuales con aplicaciones que representen tanto objetos reales como virtuales, simulando comportamientos y sus características. Ejemplo: el estudiante utiliza un aplicativo de realidad aumentada, así puede observar el proceso de traslación de la Tierra e interactuar con el objeto simulado. <p>(Ministerio de Educación, Perú, 2016)</p>
Ecuador	<ul style="list-style-type: none"> • Inferir las relaciones simples de causa-efecto de los fenómenos que se producen en el universo y la Tierra, como las fases de la Luna y los movimientos de la Tierra, y analizar la importancia de los recursos naturales para la vida de los seres vivos. • Inferir algunas de las relaciones de causa-efecto que se producen en la atmósfera y en la Tierra, como la radiación solar, los patrones de calentamiento de la superficie terrestre y el clima.

País	Temas
	<ul style="list-style-type: none">• Propone actividades que los seres vivos pueden hacer durante el día y la noche a partir de la comprensión de la influencia del Sol y la Luna sobre la Tierra, el clima y los conocimientos ancestrales, y sus conocimientos sobre herramientas, tecnologías tradicionales usadas para la agricultura, la observación de los astros, la predicción del tiempo y los fenómenos atmosféricos.• Ciclo diario en los seres vivos.• Características del día y la noche.• La Tierra: características y movimientos.• El Sol, la Luna y la Tierra: características, relaciones e influencia.• Desarrollo histórico y valor científico y tecnológico de instrumentos de observación.• Características del cielo, fenómenos atmosféricos y predicción del tiempo. <p>(Ministerio de Educación del Ecuador, 2019)</p>

Fuente: planes de estudio de primaria y secundaria recuperados de las páginas oficiales de los Ministerios de Educación de cada país.

Anexo B.

Se muestra, a continuación, un cuadro donde se resume lo que se encuentra acerca del tema de la astronomía en distintos planes de estudio de secundaria en distintos países. Se muestra un resumen de lo que en los documentos se indica, siendo un extracto ordenado desde séptimo hasta noveno y, en algunos casos, hasta décimo año.

Anexo B. Temas astronómicos en los Planes de Estudio de Secundaria en varios países.

País	Temas
Costa Rica	<ul style="list-style-type: none"> • Describir las características que diferencian a la Tierra de los otros planetas del Sistema Solar y su influencia en las actividades que realiza la especie humana y otros seres vivos. • Explicar las Leyes de Kepler tomando en cuenta el movimiento y trayectoria de los planetas, como parte de la comprensión de la dinámica del Sistema Solar. • Appreciar el estudio del movimiento de otros componentes del Sistema Solar y su relación con el acervo cultural de la humanidad en el área de la Astronomía. <p>(Ministerio de Educación Pública, 2018)</p>
Panamá	<ul style="list-style-type: none"> • Características de nuestro sistema solar: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Los planetas y sus distancias al sol. ▪ Las lunas y su influencia en su respectivo planeta. ▪ Las características propias de cada planeta. • Características que permiten la vida en nuestro planeta. • El eje terrestre y su efecto en las condiciones del planeta. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Duración del día y la noche desde diferentes latitudes. ▪ Causas de las estaciones. • Teorías más aceptadas científicamente que intentan explicar el origen del sistema solar y nuestro planeta.

País	Temas
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La formación del sistema solar y sus planetas (planetas interiores y planetas exteriores). ▪ La formación de la tierra y la luna. ▪ Condiciones que permitieron la vida en nuestro planeta. • Características aceptadas por los científicos para clasificar un cuerpo celeste como planeta. <ul style="list-style-type: none"> ▪ La tecnología como herramienta para apoyar los descubrimientos y las teorías sobre la formación del sistema solar y el universo. • Las Teorías que explican los posibles orígenes de la tierra, de la vida en ella y la existencia el ser humano. <p>(Ministerio de Educación, Gobierno de Panamá, 2014)</p>
México	<ul style="list-style-type: none"> • Explora algunos avances recientes en la comprensión de la constitución de la materia y reconoce el proceso histórico de construcción de nuevas teorías. • Describe algunos avances en las características y composición del Universo (estrellas, galaxias y otros sistemas). • Describe cómo se lleva a cabo la exploración de los cuerpos celestes por medio de la detección y procesamiento de las ondas electromagnéticas que emiten. • Describe las características y dinámica del Sistema Solar. • Analiza la gravitación y su papel en la explicación del movimiento de los planetas y en la caída de los cuerpos (atracción) en la superficie terrestre. <p>(Secretaría de Educación Pública, Gobierno de México, 2017)</p>
Chile	<ul style="list-style-type: none"> • Fuerza gravitacional (séptimo) • Crear modelos que expliquen los fenómenos astronómicos del sistema solar relacionados con: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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. • Describir y comparar diversas estructuras cósmicas, como meteoros, asteroides, cometas, satélites, planetas, estrellas, nebulosas, galaxias y cúmulo de galaxias, considerando:

País	Temas
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sus tamaños ▪ Sus formas. ▪ Sus posiciones en el espacio. ▪ Temperatura, masa, color y magnitud, entre otros. • Investigar y explicar sobre la investigación astronómica en Chile y el resto del mundo considerando aspectos como: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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. <p>(Ministerio de Educación, Gobierno de Chile, 2016)</p>
España	<ul style="list-style-type: none"> • Los principales modelos sobre el origen del Universo. • Características del Sistema Solar y de sus componentes. • El planeta Tierra. Características. Movimientos: consecuencias y movimientos. • La geosfera. Estructura y composición de corteza, manto y núcleo. • Los minerales y las rocas: sus propiedades, características y utilidades. • La atmósfera. Composición y estructura. Contaminación atmosférica. Efecto invernadero. Importancia de la atmósfera para los seres vivos. • La hidrosfera. El agua en la Tierra. Agua dulce y agua salada: importancia para los seres vivos. Contaminación del agua dulce y salada. • La biosfera. Características que hicieron de la Tierra un planeta habitable. • La Tierra: <ul style="list-style-type: none"> ▪ La Tierra en el Sistema Solar. ▪ La representación de la Tierra. Latitud y Longitud. ▪ Componentes básicos y formas de relieve. Medio físico: España, Europa y el mundo: relieve; hidrografía; clima: elementos y diversidad paisajes; zonas bioclimáticas; medio natural: áreas y problemas medioambientales. • La evolución geológica de la Tierra en el marco del Sistema Solar. Geoplanetología.

País	Temas
4º Año de la Educación Secundaria Obligatoria	
	<ul style="list-style-type: none"> • Diferenciar las explicaciones científicas relacionadas con el Universo, el sistema solar, la Tierra, el origen de la vida y la evolución de las especies de aquellas basadas en opiniones o creencias. • Conocer las teorías que han surgido a lo largo de la historia sobre el origen del Universo y en particular la teoría del <i>Big Bang</i>. • Describir la organización del Universo y como se agrupan las estrellas y planetas. • Señalar qué observaciones ponen de manifiesto la existencia de un agujero negro y cuáles son sus características. • Distinguir las fases de la evolución de las estrellas y relacionarlas con la génesis de elementos. • Reconocer la formación del sistema solar. • Indicar las condiciones para la vida en otros planetas. • Conocer los hechos históricos más relevantes en el estudio del Universo. (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, España, 2015)
Argentina	<ul style="list-style-type: none"> • La Tierra y el Universo. Los objetos del Sistema Solar y sus movimientos. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Conocer los componentes del Sistema Solar (Sol, planetas, satélites, asteroides) y sus dimensiones características (duración de períodos, distancias, entre otros). ▪ Comparar dimensiones y distancias típicas del Sistema Solar. ▪ Describir e interpretar los movimientos aparentes de los objetos en el cielo. ▪ Reconocer el carácter relativo de los movimientos y sus consecuencias en las concepciones científicas. <p>(Dirección General de Cultura y Educación, Argentina, 2006)</p>
Perú	<ul style="list-style-type: none"> • Explica cómo el desarrollo científico y tecnológico ha contribuido a cambiar las ideas sobre el universo y la vida de las personas en distintos momentos históricos.

País	Temas
	<ul style="list-style-type: none"> • Fundamenta su posición respecto a situaciones donde la ciencia y la tecnología son cuestionadas por su impacto en la sociedad y el ambiente. (Ministerio de Educación, Perú, 2016)
Ecuador	<ul style="list-style-type: none"> • Establece las diferencias entre el efecto de la fuerza gravitacional de la Tierra con la fuerza gravitacional del Sol en relación con los objetos que los rodean, fortaleciendo su estudio con los aportes de verificación experimental a la ley de la gravitación universal. • Propone actividades que los seres vivos pueden hacer durante el día y la noche a partir de la comprensión de la influencia del Sol y la Luna sobre la Tierra, el clima y los conocimientos ancestrales, y sus conocimientos sobre herramientas, tecnologías tradicionales usadas para la agricultura, la observación de los astros, la predicción del tiempo y los fenómenos atmosféricos. • Origen del universo: teoría del <i>Big Bang</i>. • Configuración y forma de las galaxias. • Apariencia general de los planetas, satélites, cometas y asteroides. • Mapa del cielo, forma y ubicación de las constelaciones. • Posición relativa del Sol, la Tierra y la Luna y sus efectos en el espacio. • El espectro electromagnético en las bandas de radio, infrarroja, ultravioleta, rayos X y rayos gamma. • Historia de la astronomía, hitos más importantes. <p>(Ministerio de Educación del Ecuador, 2019)</p>

Fuente: planes de estudio de primaria y secundaria recuperados de las páginas oficiales de los Ministerios de Educación de cada país.

Anexo C.

Carta de solicitud para las autoridades del Colegio Técnico Agustiniiano para desarrollar el Seminario de Graduación en esa institución.

Estimado
Fray Jesús Ramos Leza.
Director del Colegio Técnico Agustiniiano.

Mi nombre es Juan José Pineda Lizano y soy profesor de la Escuela de Física del Instituto Tecnológico de Costa Rica y coordinador del grupo AstroTEC que se dedica al aprendizaje, la divulgación, la extensión y la investigación en el área de la Astronomía.

Actualmente estoy terminando la Maestría en Educación Técnica que imparte el Instituto Tecnológico de Costa Rica ya que es un área con la que he tenido mucha vinculación desde que ingresé al TEC y he trabajado como profesor en algunos de los programas que el TEC imparte en estas áreas.

La presente es para comentarle que estoy cursando el último curso del plan de estudios, que es un Seminario de Graduación, y que estoy tratando de incorporar la enseñanza de la Astronomía como un apoyo para la vinculación de diversas materias en los programas de Educación Técnica que se ofrecen en el país; y quisiera solicitarle su permiso para poder realizar la recolección de información tanto con los estudiantes como con los profesores del Colegio Técnico San Agustín.

En principio, la recolección iba a ser presencial, pero debido a la situación mundial, ahora se hará de forma virtual, por medio de cuestionarios en línea. Realizaría la coordinación si usted me da su autorización, con don Walter Roldán quién muy amablemente me ha prestado su ayuda y apoyo.

Muchas gracias por su amable atención.



Prof.: Juan José Pineda Lizano.
Instituto Tecnológico de Costa Rica.
Escuela de Física.
AstroTEC.
+506 8747-3636