UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Alfabetización científica con estudiantes de grado quinto a través de un programa de astronomía aplicado en el marco del Programa de la Escuela Primaria del IB

David Felipe Liévano Recamán

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias, Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Bogotá, Colombia

2025

Alfabetización científica con estudiantes de grado quinto a través de un programa de astronomía aplicado en el marco del Programa de la Escuela Primaria del IB

David Felipe Liévano Recamán

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Director:

Ph.D. Santiago Vargas Domínguez

Línea de Investigación:

Alfabetización científica y Socio-Scientific Issues

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias, Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Bogotá, Colombia

2025

“Por mi parte no sé nada,

pero precisamente la visión de las estrellas

siempre me hace soñar.”

Vincent Van Gogh

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a mis estudiantes, son ellos quienes me motivan a continuar en esta hermosa labor de enseñar y la razón principal para realizar este tipo de proyectos, su curiosidad y deseo de aprender me impulsan a ser mejor docente. Agradezco a mi familia y amigos quienes siempre han estado allí para apoyarme, para brindarme consejos y para ser mi soporte en aquellos momentos donde dudaba de mí mismo. Finalmente, agradezco a mi director de tesis el Profe Santiago Vargas, desde un inicio sus clases fueron esa llama que avivaron mi amor por la astronomía, y por su acompañamiento y guía para poder llevar a cabo este proyecto.

Resumen

Desde la antigüedad la observación del cielo ha captado la atención de grandes pensadores y nos ha permitido conocer no solo lo qué hay más allá de nuestro planeta, sino entender el papel que desempeñamos en este gran universo. El presente trabajo explora el fortalecimiento de las habilidades de alfabetización científica en estudiantes de grado quinto a través de la implementación de un programa en astronomía, basado en conceptos como el Sol, la Luna, el sistema solar, las constelaciones y la astronáutica. Este programa se implementa bajo un marco pedagógico enfocado en el aprendizaje transdisciplinar del programa de la escuela primaria del bachillerato internacional, y busca trabajar la astronomía de una forma transdisciplinar acorde con el programa que a su vez provea a los estudiantes de espacios donde puedan desarrollar sus habilidades de observación, análisis, pensamiento crítico, y que sean capaces de construir hipótesis y tomar decisiones basados en un conocimiento científico.

Esta investigación se desarrolló bajo un marco metodológico de investigación acción práctica que busca el aprendizaje y desarrollo de las habilidades de los estudiantes, y a su vez se reconstruye a lo largo de la investigación guiada por las reflexiones de los estudiantes. A lo largo de la implementación del programa se evidenció una adquisición de conceptos relacionados con la astronomía, además de un desarrollo de varias habilidades relacionadas con una alfabetización científica. Esta investigación provee una herramienta importante para impulsar no solamente la enseñanza de la astronomía, sino para trabajar en el desarrollo de habilidades desde un enfoque transdisciplinar a través de las ciencias.

Palabras clave: Astronomía, alfabetización, enseñanza, y aprendizaje.

Abstract

Scientific literacy through an astronomy program based on the primary years program IB curriculum with fifth grade students.

Since ancient times, the observation of the sky has captured the attention of great minds allowing us not only to understand what is beyond our planet, but to understand the role we play in this vast universe. This paper aims to explore the straightening of scientific literacy skills in fifth grade students through the implementation of an astronomy program, based on concepts such as the Sun, the Moon, the solar system, constellations and astronautics. This program is implemented under a pedagogical framework based on the transdisciplinary learning of the International Baccalaureate Primary Years Programme, and aims to work astronomy concepts in a transdisciplinary way in accordance to the program, but which in turn provides students with spaces where they can develop their skills of observation, analysis, critical thinking, and be able to build hypotheses and to take decisions based on scientific knowledge.

This research was developed under a practical action research methodological framework that seeks the learning and development of students' skills, but at the same time is reconstructed throughout the research guided by the students' reflections. Throughout the implementation of the program, an acquisition of concepts related to astronomy was evidence, as well as a development of several skills related to scientific literacy. This research provides an important tool to promote not only the teaching of astronomy, but also to work on the development of skills from a transdisciplinary approach through science.

Keywords: Astronomy, literacy, teaching, and learning.

Contenido

Pág.

1. Planteamiento del problema 3
1.1 Objetivos 6
1.1.1 Objetivo General 6
1.1.2 Objetivos específicos 6

2. Marco Teórico 9
2.1 Marco histórico 9
2.2 Marco epistemológico 11
2.3 Marco pedagógico 14
2.4 Marco disciplinar 17
2.4.1 El sistema solar 17
2.4.2 La Luna 24
2.4.3 El Sol 25
2.4.4 Constelaciones 28

3. Diseño metodológico 31
3.1 Metodología 31
3.2 Diseño del programa 33

4. Resultados 45
4.1 Resultados de la prueba diagnóstica 45
4.2 Resultados actividades diseñadas 51
4.2.1 Actividad: Nuestro lugar en el universo 52
4.2.2 Actividad: Exploradores del cielo nocturno 57
4.2.3 Actividad: Nuestra cultura y el cielo. 61
4.2.4 Actividad: Una vista desde el exterior de la Tierra. 65
4.2.5 Actividad: Navegando por medio de las estrellas 69

5. Conclusiones y recomendaciones 73
5.1 Conclusiones 73
5.2 Recomendaciones 74

Lista de figuras

Pág.

Figura 2-1: Marco Curricular PEP (IB, 2021). 15
Figura 2-2. Temas transdisciplinarios (IB, 2021). 16
Figura 2-3. Diagrama HR..... 27
Figura 3-1. Principales acciones para llevar a cabo la investigación-acción. Tomado de Sampieri, (2010). 32
Figura 4-1. Simulación realizada por estudiante..... 53
Figura 4-2. Hipótesis realizada por estudiantes I..... 54
Figura 4-3. Hipótesis realizada por estudiantes II..... 54
Figura 4-4. Simulación realizada por estudiante II..... 55
Figura 4-5. Ejemplo 1 de rutina de pensamiento de la Actividad 1. 56
Figura 4-6. Ejemplo 2 de rutina de pensamiento de la Actividad 1. 57
Figura 4-7. Mapa interactivo de Globe At Night. 58
Figura 4-8. Ejemplo de registro llevado a cabo para *Globe At Night.* 59
Figura 4-9. Ejemplo 1 rutina de pensamiento actividad 2..... 60
Figura 4-10. Ejemplo 1 rutina de pensamiento actividad 2..... 60
Figura 4-11. Libro *Cuentos de estrellas.* 62
Figura 4-12. Ejemplo producto de la constelación. 63
Figura 4-13. Ejemplo producto de la constelación e historia. 63
Figura 4-14. Ejemplo 1 rutina de pensamiento de la Actividad 3. 64
Figura 4-15. Ejemplo 2 rutina de pensamiento de la Actividad 3. 65
Figura 4-16. Aterrizaje del *Perseverance* en Marte. 66
Figura 4-17. Producto Satélites. 67
Figura 4-18. Producto Satélites 2. 67
Figura 4-19. Ejemplo 1 rutina de pensamiento de la Actividad 4. 68
Figura 4-20. Ejemplo 2 rutina de pensamiento de la Actividad 4. 68
Figura 4-21. Uso del cuadrante para calcular la latitud. 69
Figura 4-22. Ejemplos rutina de pensamiento de la Actividad 5. 71

Lista de tablas

Pág.
Tabla 3-1. Conexión entre el tema transdisciplinar y los temas de astronomía. 33
Tabla 3-2. Registro del diseño de las experiencias. 36
Tabla 3-3. Actividad: Nuestro lugar en el sistema solar. 37
Tabla 3-4. Actividad: Explorando el cielo nocturno. 38
Tabla 3-5. Actividad: Nuestra cultura y el cielo. 39
Tabla 3-6. Actividad: Una vista desde el exterior de la Tierra. 40
Tabla 3-7. Actividad: Navegando por medio de las estrellas. 41
Tabla 3-8. Actividad: Comunidades: El Sol y la Luna. 42

Introducción

La siguiente propuesta tiene como objetivo diseñar e implementar un programa para estudiantes de grado quinto enfocado en conceptos básicos de astronomía, que a su vez se pueda desenvolver dentro del marco del programa del IB de la escuela primaria, PEP. Este programa tiene un enfoque transdisciplinar por lo que la astronomía se abordará desde diferentes aspectos tanto disciplinares como culturales, y así poder desarrollar herramientas para fortalecer las habilidades de alfabetización científica de los estudiantes.

La alfabetización científica es un tema para considerar dentro de todos los planes de estudios en colegios y universidad, es claro que los avances científicos y tecnológicos crecen cada vez, cada día somos bombardeados con información acerca de nuevos hallazgos que nos hacen cuestionar nuestro entendimiento del mundo. Es por ello, que las habilidades de pensamiento crítico y la capacidad de ver situaciones y fenómenos con una perspectiva científica son esenciales, y es allí donde entra la alfabetización científica y el desarrollo de habilidades científicas.

Este trabajo se realiza en el contexto de un colegio del bachillerato internacional que aplica el programa del PEP en estudiantes de grado quinto. Este programa tiene un enfoque transdisciplinar donde el estudiante y la indagación son el centro del aprendizaje, es decir se debe propiciar un espacio donde el estudiante pueda participar de su proceso de aprendizaje, conectar conceptos y realizar conexiones significativas con las diferentes áreas. Más allá de un aprendizaje disciplinar, se busca desarrollar habilidades y aprender a través de los conceptos para trascender más allá de la disciplina.

Bajo este contexto la astronomía se convierte en un pilar fundamental dentro de este trabajo, ya que en su naturaleza la astronomía permite viajar entre las diferentes áreas del conocimiento, y a lo largo de los años ha mostrado ser no solo interdisciplinar sino

multidisciplinar. Sin lugar a duda el universo, y el cielo han sido objetos de admiración para la humanidad desde sus inicios, y la observación del cielo nocturno no solo nos llevó a generar grandes avances en la navegación, la agricultura y la cartografía. La astronomía es entonces un puente perfecto para desarrollar habilidades científicas dentro de un contexto transdisciplinar, es decir, abarcar diferentes aspectos astronómicos mientras que a su vez se crean conexiones genuinas con las diferentes áreas.

El programa diseñado para este trabajo se concentra en esos objetos del cielo nocturno que nos llevan a explorar de forma innata el Sol, la Luna, las estrellas, el sistema solar y los viajes espaciales. A partir de estos conceptos se diseñan seis unidades didácticas ligadas a los seis temas transdisciplinares que se trabajan a lo largo del programa del PEP del IB, que a su vez buscan abarcar aspectos que son comunes a todos los seres humanos y por ende permiten abordar situaciones que trascienden ámbitos locales, culturales e incluso temporales. Cada una de estas unidades busca introducir diferentes conceptos astronómicos mientras que a su vez se fortalecen habilidades científicas necesarias para el desarrollo de la alfabetización científica, la observación, el planteamiento de preguntas, el planteamiento de hipótesis, y la argumentación basada en conceptos científicos.

1.Planteamiento del problema

La astronomía tiene un papel importante en el desarrollo de la humanidad y ha evolucionado a lo largo del tiempo, consolidándose como un área interdisciplinar. En la antigüedad, la observación del cielo y de los objetos celestes, el Sol, la Luna y las estrellas, permitió diseñar calendarios basados en dichas observaciones, que a su vez permitieron avanzar en temas como la agricultura, la navegación y la cartografía. Durante los últimos años, diferentes áreas del conocimiento se han sumado al estudio del universo dando lugar a nuevas líneas multidisciplinarias como la astrobiología, la astrofísica, la astroquímica e incluso la arqueoastronomía. Con respecto a esta visión multidisciplinar, la astronomía se puede considerar realmente como la conexión principal entre las ciencias interdisciplinarias y multidisciplinares (Mickaelian & Farmanyan, 2021). Así mismo, es muy posible que en un futuro diferentes áreas de la ciencia establezcan divisiones espaciales o simplemente desarrollen su investigación en colaboración con astrónomos.

Si lo pensamos de esta forma y consideramos a la astronomía como esa conexión multidisciplinar, vale la pena plantear varias preguntas respecto a su enseñanza y a su papel en la educación, ¿Es posible diseñar currículos basados en astronomía para la escuela?, ¿Permitiría la astronomía crear conexiones genuinas con las diferentes materias en la escuela?, ¿Se pueden construir ambientes de aprendizaje interdisciplinarios o incluso transdisciplinarios a través de la astronomía?, y aún más importante ¿Realmente la enseñanza de la astronomía permitiría promover un desarrollo en la alfabetización científica en la escuela?.

Todas estas preguntas se han abordado desde diferentes contextos particulares que han llevado incluso a la creación e implementación de programas orientados al desarrollo de habilidades científicas, como por ejemplo el programa *Inquiry-Based Science Education, Hands-on Project*, llevado a cabo desde 1990 en EEUU. El programa *La main à la pâte*, llevado a cabo en Francia desde 1996, e incluso en Chile el proyecto *ECBI: Educación en*

Ciencias Basado en la Indagación desde el año 2003, por mencionar algunos. Respecto a esto la (UNESCO – OREALC, 2006) establece que:

El objetivo primordial de la educación científica es formar a los alumnos – futuros ciudadanos y ciudadanas- para que sepan desenvolverse en un mundo impregnado por los avances científicos y tecnológicos, para que sean capaces de adoptar actitudes responsables, tomar decisiones fundamentadas y resolver los problemas cotidianos. Para ellos se requieren propuestas que orienten hacia una ciencia para la vida y para el ciudadano. (p. 4)

Adicionalmente la Unión Astronómica Internacional (IAU), durante los últimos años, ha buscado promover e incentivar la astronomía desde la educación. Esto desde su plan estratégico de desarrollo, el cual se enfoca en mostrar cómo la astronomía puede contribuir globalmente en todas las etapas de la educación (primaria, secundaria y educación terciaria) y así contribuir a las metas de desarrollo sostenible. (International Astronomical Union, 2009). Este plan se desarrolló durante diez años y dio inicio al plan actual que busca impulsar el uso de la astronomía para la enseñanza en diferentes niveles, todo esto guiado a partir de las oficinas de la astronomía para la educación.(International Astronomical Union, 2020)

Por lo tanto, es importante buscar el desarrollo y promoción de una alfabetización científica en la escuela que permita a los estudiantes desarrollar habilidades científicas y generar un pensamiento crítico frente a su entorno, para generar cambios haciendo uso de estos conocimientos y habilidades. Es decir, las habilidades y conocimientos científicos deben proveer de herramientas a los estudiantes para modificar su entorno. El contexto es fundamental para la construcción de cualquier programa enfocado en promover una educación científica. Este trabajo se desarrollará con estudiantes de grado quinto, entre los 10 y 12 años, dentro del marco de enseñanza del IB, es decir, el Programa de la Escuela Primaria (PEP).

El programa del bachillerato internacional (IB) tiene como meta: “Formar jóvenes solidarios, informados y ávidos de conocimiento, capaces de contribuir a crear un mundo mejor y más

pacífico, en el marco del entendimiento mutuo y el respeto intercultural" (Organización Bachillerato Internacional, 2025). Dentro de este objetivo se consolida e implementa un modelo de aprendizaje transdisciplinario para estudiantes de primaria, conocido como *PEP - Programa de la escuela primaria (PYP - Primary years program)*. "Este programa busca reconocer y promover las diversas capacidades —físicas, sociales, intelectuales, estéticas y culturales— de sus alumnos, lo cual les permite ofrecer una experiencia de aprendizaje interesante, pertinente, estimulante y significativa" (Organización Bachillerato Internacional, 2025). Es importante aclarar que este programa abarca diferentes grados dependiendo de la institución en la que se desarrolla. Algunos colegios en Colombia, por ejemplo, consideran el programa del PEP para los grados de 1º a 4º; otros desarrollan dicho programa desde los primeros años, transición, hasta el último año de la primaria, 5º. Para el caso de la institución en la cual se plantea esta propuesta, el colegio Gimnasio del Norte, el programa del PEP abarca preescolar (pre kínder – 1º) y primaria (2º - 5º), enfocándonos únicamente en grado quinto.

La idea de transdisciplinariedad se trabaja entonces alrededor de seis temas que permiten abarcar diferentes asignaturas y crear conexiones entre ellas. Estos temas transdisciplinarios se construyeron basados en esos aspectos que son comunes a todos los seres humanos y por ende permiten abordar situaciones que trascienden ámbitos locales, culturales e incluso temporales, es decir, son globales, atemporales y multiculturales. Los seis temas son: *Quiénes somos, Dónde nos encontramos en el tiempo y en el espacio, Cómo nos expresamos, Cómo funciona el mundo, Cómo nos organizamos* y *Cómo compartimos el planeta*. Estos temas transdisciplinarios se desarrollan a través de *unidades de indagación* en donde se planean experiencias de aprendizaje que permiten crear conexiones transdisciplinares y relacionar cada tema con el entorno de los estudiantes.

Es importante aclarar que este marco transdisciplinario se ve a su vez guiado por la indagación como eje principal, es decir, el alumno se convierte en un participante activo de su propio aprendizaje (Organización Bachillerato Internacional, 2025). El estudiante puede entonces realizar una indagación basada en sus intereses y así crear conexiones con los temas tratados en el aula.

Teniendo en cuenta el contexto en el que se desarrolla este trabajo es importante preguntarse ¿Cuál puede ser un programa en astronomía para la alfabetización científica de los estudiantes de grado quinto que permita integrar conceptos básicos de astronomía relacionados con el Sol, la Luna, el sistema solar, las estrellas, astronáutica y los temas transdisciplinarios del programa del PEP (Programa de la escuela primaria)? Para dar respuesta a la pregunta planteada se diseñarán unidades temáticas en astronomía llevadas a cabo durante la jornada escolar, que permitan realizar conexiones con los seis temas transdisciplinares propios del programa del PEP. A partir de allí se buscará desarrollar una apropiación y promoción de una cultura científica enfocada en el desarrollo de habilidades y pensamiento crítico en los estudiantes.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

Implementar un programa de astronomía para estudiantes de grado quinto enfocado en conceptos básicos relacionados con el Sol, la Luna, el sistema solar, las estrellas y la astronáutica, integrado a las unidades de indagación del programa del PEP (Programa de la escuela primaria) para promover el uso de habilidades científicas.

1.1.2 Objetivos específicos

- Diseñar un programa de astronomía basado en actividades y recursos educativos que permita identificar nociones previas, y promover el interés y la comprensión de los estudiantes de grado quinto del Colegio Gimnasio del Norte en los conceptos establecidos en el objetivo general.
- Aplicar el programa diseñado, a lo largo de las seis unidades de indagación, brindando a los estudiantes oportunidades prácticas y teóricas para explorar y comprender los conceptos básicos de astronomía.

- Evaluar el impacto del programa en el desarrollo de las habilidades científicas de los estudiantes, a través de la capacidad de estos para establecer conexiones desde una perspectiva científica del mundo a lo largo de las unidades de indagación.

2. Marco Teórico

Teniendo en cuenta que nuestro objetivo es buscar la apropiación de una cultura científica en estudiantes de primaria, en un programa curricular específico (PEP) a través de la astronomía, planteamos los siguientes marcos de investigación: un marco histórico, donde se profundizará en la historia de la astronomía y su desarrollo a través del tiempo; un marco epistemológico relacionado con preguntas como ¿Qué es la alfabetización científica? y ¿Por qué es importante promover una cultura científica en las primeras etapas del desarrollo en la escuela?; un marco pedagógico, en el que se explicará con detalle los fundamentos y objetivos del programa del PEP, y por último, un marco disciplinar, en el cual se dará una explicación disciplinar de los temas de astronomía que se van a trabajar dentro de cada unidad temática propuesta.

2.1 Marco histórico

De acuerdo con la Real Academia Española (RAE) la palabra astronomía proviene del griego *"ástron"* (estrella) y *"nomía"* (normas), es decir, se define como "*La ciencia que trata de los astros, de su movimiento y de las leyes que lo rigen*" (Real Academia Española, s.f., definición 1). La astronomía jugó un papel importante en el desarrollo y avance de la sociedad como la conocemos, el conocimiento del universo amplía nuestros conocimientos del mundo en el que vivimos, además de influenciar nuestra cultura. En el pasado nos permitió medir el tiempo a través de la posición del Sol en el cielo, las estrellas nos sirvieron para ubicarnos y crear métodos de orientación basados en su observación, además de diseñar calendarios teniendo en cuenta el movimiento de la Luna y el Sol. Muchas de las primeras nociones astronómicas surgen entonces como observaciones en la vida cotidiana, por lo que es difícil hablar de una fecha de inicio de la astronomía, ya que existen hallazgos de instrumentos astronómicos con miles de años de antigüedad, como el Disco de Nebra, una carta celeste con 3,600 años de antigüedad, o Stonehenge una construcción de hace más de 5,000 años, que aún hoy es un misterio, pero se cree que también era utilizado como un observatorio astronómico.

Múltiples culturas han aportado al desarrollo de la astronomía. China, en el 4,000 A.C, con el desarrollo del primer calendario solar y el registro de eclipses y cometas; los Babilonios en el 3,000 A.C. diseñan un calendario de 365 días, los egipcios seguían el curso de las estaciones a partir de la observación de Sirio para sus cosechas. Aunque son varias las culturas que han aportado a la historia de la astronomía, es en Grecia, donde se dan diferentes aportes y modelos para entender la mecánica celeste. Tales de Mileto, uno de los grandes filósofos de la antigüedad, es de los primeros en plantear un modelo planetario, considerando a la Tierra como un disco flotando sobre agua. Pitágoras, fundador de una de las escuelas más importantes (la escuela pitagórica), consideraba que el universo era una serie de esferas que encerraban a la Tierra, y tanto el Sol, como la Luna y las estrellas viajaban separadas en dichas esferas. Según Diógenes Laercio, Pitágoras propuso por primera vez un modelo esférico para la Tierra. Filolao, filósofo pitagórico, propuso un sistema no heliocéntrico donde el fuego es el centro del universo, además de afirmar que la Tierra giraba en periodos de 24 horas.

Aunque podríamos dedicar todo un trabajo para hablar de los diferentes aportes dados por los filósofos griegos, como los modelos geocéntricos de Aristóteles y Ptolomeo, o los catálogos celestes diseñados por Hiparco de Nicea, nos centraremos en el desarrollo de la astronomía moderna; sin embargo, volveremos a ellos constantemente como puntos de referencia.

Varios personajes influyeron en el desarrollo de la astronomía moderna, pero nos enfocaremos en seis de ellos. Nicolás Copérnico, en su obra "*De Revolutionibus Orbium Coelestium*" plantea un primer modelo heliocéntrico del universo y establece que los planetas se mueven en órbitas circulares, además de brindar una primera aproximación a la distancia de cada planeta al Sol. Tycho Brahe, considerado el más grande observador del cielo nocturno, desarrolló varios instrumentos astronómicos, que permitieron realizar mediciones más precisas, coleccionó datos precisos acerca del movimiento de los planetas, además de observar y documentar varios cometas. Los datos precisos de Tycho permitirían que años después su colaborador Johannes Kepler formulara las leyes más importantes que nos permitirían entender el movimiento planetario. Durante este tiempo

Galileo Galilei, considerado el padre de la astronomía moderna, realizó diferentes observaciones por medio de telescopios, siendo uno de los primeros en descubrir las fases de Venus, manchas solares y cuatro de las lunas de Júpiter (lunas galileanas), además de confirmar, por medio de dichas observaciones, el modelo heliocéntrico propuesto por Copérnico y Kepler.

Aunque las leyes propuestas por Kepler nos proporcionaban una idea clara del movimiento de los planetas (cinemática), aún no había información acerca de cómo interactuaban dichos objetos (dinámica). Isaac Newton escribe su libro "*Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*" en 1687, considerada una de las obras más influyentes en la ciencia, plantea tres leyes del movimiento que establecen la base para entender el movimiento de los cuerpos y que más adelante serían las bases para desarrollar la física clásica. Aunque hay más personajes importantes durante la historia moderna de la astronomía, como Edwin Hubble, quien descubrió que el universo se expande, hay un aporte fundamental que cambió la comprensión del universo hasta ese momento, la teoría de la relatividad. En 1905 Albert Einstein propone su teoría de la Relatividad Especial, y en 1915 su teoría de la Relatividad General donde se propone por primera vez una explicación para la gravedad en términos de una curvatura que deforma el espacio-tiempo. Estas teorías y leyes son las herramientas más efectivas que poseemos actualmente para estudiar y entender el universo.

Actualmente aún quedan varias preguntas por responder y esto ha impulsado el avance de la astronomía en diferentes campos, como en la biología y la química (astrobiología), la cual ha permitido avanzar en el estudio de biomarcadores y la vida más allá de nuestro planeta. De igual forma la astronáutica ha permitido realizar grandes avances en misiones espaciales que nos permiten obtener más información acerca del universo, y en algún punto, tal vez, nos permita resolver grandes preguntas relacionadas con la materia y la energía oscura, o más aún explorar objetos supermasivos en nuestra galaxia.

2.2 Marco epistemológico

El desarrollo científico de la humanidad se fundamenta en la curiosidad humana; la observación y el planteamiento de preguntas nos han llevado a construir diferentes conocimientos que nos permitan dar una explicación al mundo que nos rodea. En

ocasiones, dentro de nuestra labor diaria como docentes, pensamos que el desarrollo científico en los estudiantes se da en la comprensión de conceptos o teorías relacionadas con diferentes temas en física, química, biología o incluso astronomía, pero es realmente el proceso que lleva a nuestros estudiantes a dichos conceptos lo que establece un verdadero desarrollo de habilidades científicas, de un pensamiento científico que les permita ser críticos y generar cambios en su entorno.

Por lo tanto, es necesario llevar la enseñanza de las ciencias a una visión general que nos permita enmarcar tanto concepto como habilidades; en otras palabras, considerar el proceso por el cual se construye el conocimiento a partir de los conceptos. Es aquí donde debemos hablar entonces de la alfabetización científica *(Science literacy),* y aunque en ocasiones solemos asociar la alfabetización con las habilidades de lectura y escritura, este término ha transcendido y se ha ido aplicando a diferentes áreas que consideramos esenciales en nuestro diario vivir, es decir, que consideramos la alfabetización como "un medio de identificación, comprensión, interpretación, creación y comunicación en un mundo cada vez más digital, mediado por textos, rico en información y que de cambios rápidos." (U.N.E.S.C.O., 2025). Entonces no hablamos solamente de habilidades de lectura y escritura sino de un conjunto de habilidades básicas en diferentes áreas que nos permitan adaptarnos a un mundo lleno de información que avanza a pasos agigantados.

Es por esta razón que el término alfabetización científica toma una relevancia importante en el aula, y empezamos a considerar la importancia de formar ciudadanos capaces de desenvolverse científicamente en el entorno que los rodea, es decir, ser capaces de hacer uso de los conocimientos científicos, y ser capaces de analizar críticamente los problemas y situaciones a su alrededor. En su libro "*Enseñanza de las ciencias en la escuela primaria (The teaching of science in primary schools)",* Qualter (2004) afirma que "la alfabetización científica indica una competencia en relación con la ciencia", además de establecer tres aspectos fundamentales:

- Tener la capacidad de desenvolverse eficazmente con relación a los aspectos científicos del mundo que lo rodea.

- Tener la capacidad de observar “de manera científica”, viendo por ejemplo si la evidencia se ha tenido o no en cuenta para la explicación de un evento o fenómeno, si tiene sentido en relación con otros eventos o fenómenos, y así sucesivamente.
- Ser consciente de la naturaleza del conocimiento científico (y sus limitaciones) y del rol de los valores en su generación. [1]

La alfabetización científica juega un papel importante en la construcción, no solo de conocimientos científicos sino de habilidades científicas, pero es importante tener en cuenta que estas habilidades se enfocan en el entorno en el que cada estudiante se desenvuelve. Es por ello que diferentes organizaciones han creado programas que busquen responder a esta necesidad de alfabetización científica dentro de un contexto particular, entre ellos el programa “*A framework for K-12 science education”* creado por el Centro Nacional de Investigación de Estados Unidos (CNI), al igual que “*Programme for International Student Achievement -PISA”* diseñado por la Organización para la Cooperación y el desarrollo Económico (OECD) que define la alfabetización científica como “la capacidad de usar conocimiento científico, identificar preguntas y formular conclusiones basadas en evidencia para entender y ayudar a la toma de decisiones acerca del mundo.” (O.E.C.D., 2003: 133)

Abordar el tema de alfabetización científica en la escuela también supone un reto, ya que cada grado posee un nivel diferente de abstracción del conocimiento. Así, mientras en primaria se empiezan a realizar observaciones del mundo natural, en bachillerato o la escuela media es necesario empezar a generar hipótesis y teorías acerca de estas observaciones para construir conclusiones. A lo largo de este trabajo nos enfocaremos exclusivamente en el desarrollo y promoción de la alfabetización científica dentro de la escuela primaria. Qualter (2004) define entonces tres objetivos generales para el desarrollo

---

[1] Traducción propia de (Quarter, 2004: p. 61) *Scientific literacy indicates a competence in relation to science:*

- *being able to function with confidence in relation to the scientific aspects of the world around.*
- *being able to look at something ‘in a scientific way’, seeing, for example, whether or not evidence has been taken into account in the explanation of an event or phenomenon, whether it makes sense in terms of related events or phenomena and so on.*
- *being aware of the nature of (and limitations of) scientific knowledge and the role of values in its generation.*

del conocimiento científico en la escuela primaria: el desarrollo de ideas, el desarrollo de habilidades, y el interés o entusiasmo por aprender. Durante las primeras etapas de aprendizaje, el entendimiento del mundo se genera a partir de pequeñas observaciones del entorno, estas pequeñas observaciones al ser tan específicas no permiten una aplicación o un desarrollo más allá de la idea misma, sin embargo, el contribuir a estas pequeñas ideas y sentar bases sólidas con respecto a estas inquietudes e ideas, permite a futuro generar un mayor nivel de abstracción. De esta forma es posible enfocarse en el entendimiento de conceptos o ideas, en el desarrollo de diferentes habilidades, en el entendimiento del mundo y en generar un interés genuino por indagar.

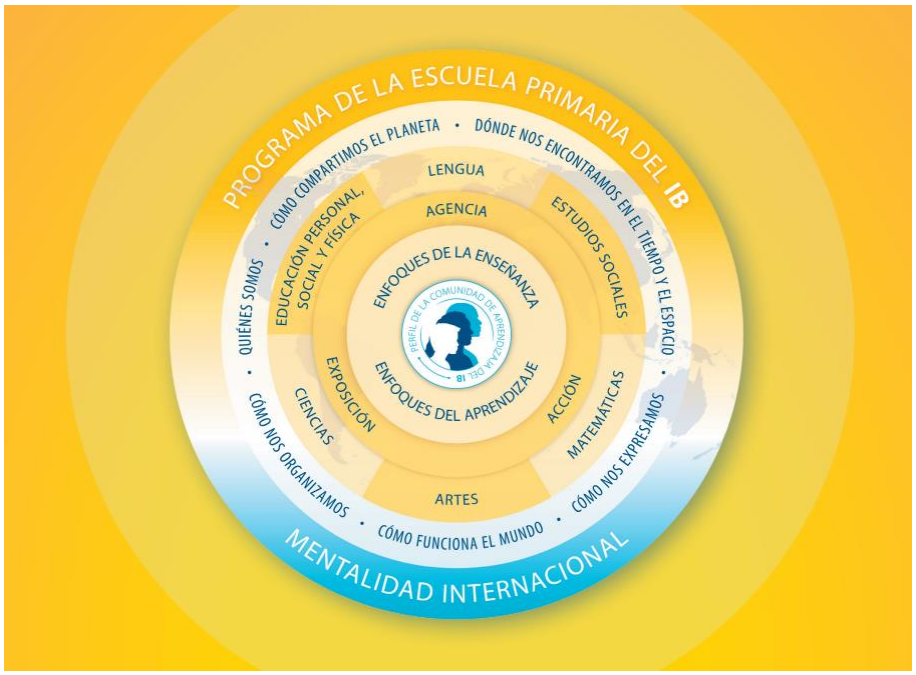
2.3 Marco pedagógico

Este trabajo busca desarrollar una alfabetización científica en la escuela primaria del Gimnasio del Norte, la cual incluye los grados de 2º a 5º. Adicional a ello es importante entender el marco educativo sobre el que trabaja el colegio. Este es el Programa de la Escuela Primaria (PEP) del IB, el cual se fundamenta a través de la transdisciplinariedad.

Dentro del programa del PEP se ofrece una experiencia de aprendizaje interesante, pertinente, estimulante, y significativa a través de un enfoque transdiciplinario. (Organización Bachillerato Internacional, 2025). Este enfoque transdisciplinario trabaja de la mano con otros pilares fundamentales para el programa. En primer lugar, se destaca al estudiante como actor principal en el proceso de aprendizaje, es decir se busca que el estudiante sea agente en el proceso de aprendizaje, que participe y que tome voz en las decisiones relacionadas con sus experiencias de aprendizaje. En segundo lugar, para que el estudiante pueda realmente ser agente de su proceso se hace necesario brindar un proceso basado en la indagación; está a su vez contempla una parte importante del programa, entendiéndose como la capacidad de investigar por su cuenta, y reflexionar acerca de aquello en lo que se ha indagado.

De acuerdo con el marco curricular del programa del PEP (Figura 2-1), el estudiante es el centro del programa como lo mencionamos y a su vez este se encierra en dos pilares importantes: los enfoques de la enseñanza, y los enfoques de aprendizaje. Estos enfoques se basan en la premisa de un aprendizaje guiado por la indagación, que les permita a los estudiantes reflexionar sobre su proceso y que a su vez desarrollen una comprensión conceptual y habilidades necesarias para hacer una diferencia en el mundo (Organización Bachillerato Internacional, 2025). Es importante enfatizar que el programa busca, en efecto, generar conexiones significativas a través de un aprendizaje conceptual, de manera que los conceptos puedan trascender las barreras de la disciplina, y el estudiante logre llevar estos conceptos y aplicarlos en diferentes áreas, es aquí donde la transdisciplinariedad juega un papel importante.

Figura 2-1: Marco Curricular PEP (IB, 2021).



El programa define la transdisciplinariedad como un método que permite trabajar en las disciplinas, entre las diferentes disciplinas y más allá de ellas. En otras palabras, la transdisciplinariedad busca abordar temas más generales que permitan integran a cada una de las disciplinas, y que estas a su vez aporten desde su perspectiva a este tema general. Para cumplir este objetivo el programa del PEP ha diseñado seis temas transdiciplinarios (Figura 2-2) que marcan el punto de partida para que los alumnos

indaguen y a su vez creen conexiones desde perspectivas locales y globales. Pensando en la transdisciplinariedad, estos temas cumplen con varios aspectos importantes como su atemporalidad, es decir, se pueden desarrollar de manera general a lo largo de los años, son independientes de la ubicación geográfica o del contexto de cada colegio, por lo que el objetivo es el mismo sin importar el país, engloban aspectos comunes y llevan a los alumnos a participar en situaciones y diálogos sobre cuestiones del mundo real, lo que permite que las diferentes disciplinas se integren de manera orgánica.

Figura 2-2. Temas transdisciplinarios (Organización Bachillerato Internacional, 2025).

Temas transdisciplinarios	Descripción
Quiénes somos	Una indagación sobre la naturaleza del ser; nuestras convicciones y valores; la salud personal, física, mental, social y espiritual; las relaciones humanas, incluidas nuestras familias, amigos, comunidades y culturas; nuestros derechos y responsabilidades; lo que significa ser un ser humano
Dónde nos encontramos en el tiempo y el espacio	Una indagación sobre nuestra orientación espacial y temporal; nuestras historias personales; nuestros hogares y viajes; los descubrimientos, exploraciones y migraciones de la humanidad; las relaciones entre los individuos y las civilizaciones y su interconexión, desde perspectivas locales y globales
Cómo nos expresamos	Una indagación sobre los modos en que descubrimos y expresamos nuestra naturaleza, nuestras ideas, sentimientos, cultura, principios y valores; los modos en que reflexionamos sobre nuestra creatividad, la ampliamos y la disfrutamos; la forma en que apreciamos el valor estético de las cosas
Cómo funciona el mundo	Una indagación sobre la naturaleza y sus leyes; la interacción entre la naturaleza (el mundo físico y material) y las sociedades humanas; el modo en que los seres humanos usan su comprensión de los principios científicos; el impacto de los avances científicos y tecnológicos en la sociedad y el medio ambiente
Cómo nos organizamos	Una indagación sobre la interconexión de los sistemas y comunidades creados por los seres humanos; la estructura y la función de las organizaciones; la toma de decisiones en las sociedades; las actividades económicas y su repercusión en los seres humanos y el medio ambiente
Cómo compartimos el planeta	Una indagación sobre nuestros derechos y responsabilidades al esforzarnos por compartir recursos finitos con otras personas y otros seres vivos; las comunidades y las relaciones entre ellas y dentro de ellas; la igualdad de oportunidades; la paz y la resolución de conflictos

Estos seis temas transdisciplinarios (Figura 2-2) son conceptos bastante amplios que pueden llegar incluso a abarcar diferentes áreas del conocimiento, por lo que dentro del programa se diseñan unidades de indagación, las cuales son estructuras curriculares que permiten organizar y desarrollar los aprendizajes que se pueden dar dentro de un solo tema transdisciplinar. Estas unidades se diseñan con el objetivo de integrar de forma coherente los temas transdisciplinarios.

2.4 Marco disciplinar

Durante las primeras etapas de la escuela primaria el entendimiento del mundo se da a través de observaciones de diferentes eventos en su entorno. Es por ello que los temas y actividades a trabajar buscan potenciar esa observación y construir habilidades que permitan a los estudiantes generar mayores niveles de abstracción. Por esta razón nos enfocaremos en estos objetos celestes que a lo largo de la historia de la humanidad han captado nuestra atención, y han permitido generar avances importantes en diferentes áreas, es decir, el Sol, la Luna, las estrellas y los planetas. Desde un inicio el universo ha sido un objeto de inspiración para nosotros, el poder mirar al cielo y preguntarnos qué habrá más allá de nuestro planeta, nos ha permitido realizar investigaciones importantes, ha forjado culturas a través de este misterio que lo rodea, y es esa curiosidad por esos objetos en nuestro cielo lo que nos permite desarrollar aún más habilidades.

2.4.1 El sistema solar

Uno de los conceptos más importantes cuando exploramos el universo y buscamos entender nuestra posición dentro de él, es el sistema solar. Nuestra vecindad y todo aquello que nos rodea es tal vez el laboratorio más cercano que tenemos para experimentar y predecir comportamiento a años luz de nuestro pequeño planeta. Usualmente cuando pensamos en el sistema solar, consideramos al sol y a los planetas cercanos que nos rodean; sin embargo, nuestro sistema está compuesto por miles de objetos más allá de los

planetas y el Sol. Y lo cierto es que nuestro sistema consta de todos aquellos objetos atraídos por la gravedad de nuestra estrella.

A lo largo de los años hemos diseñado diferentes misiones espaciales que buscan explorar cada vez más nuestro sistema solar, desde 1957 cuando se lanzó por primera vez un satélite artificial al espacio, Sputnik 1, y así dar inicio a la carrera espacial y a esa búsqueda por conquistar el espacio. Diferentes misiones y proyectos han surgido desde entonces, misiones de exploración a la Luna, a planetas cercanos como Marte y Venus, e incluso el Sol. Esto nos ha llevado a entender cada vez más nuestro vecindario y hacer uso de diferentes áreas como la geología, la biología y la química para entender cada objeto que lo compone.

Pero dada la cantidad de objetos presentes en nuestro sistema es necesario entonces brindar una clasificación para cada uno de ellos. Algunos de ellos son conocidos de tiempo atrás como el Sol, la Luna, e incluso varios planetas que eran visibles durante la noche y desde la antigua Grecia se les conoció como “errantes”, aquellas estrellas que a diferencia del resto no estaban fijas durante la noche, como Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno. Ahora, no todos los planetas podían ser observados durante la noche, como el caso de Urano el cual fue descubierto gracias a instrumentos de observación, como el telescopio, y Neptuno descubierto teóricamente. Sin embargo, la definición de lo que podía o no ser un planeta era aún algo ambigua por lo que, en el 2006, la IAU[2] (Unión Astronómica Internacional) decidió establecer tres categorías para clasificar dichos objetos, (American Astronomical Society (AAS), 2006):

Un planeta es un cuerpo celeste que:

a) Órbita alrededor del Sol.
b) Posee la masa suficiente para que su propia gravedad supere las fuerzas de cuerpo rígido, adquiriendo una forma de equilibrio hidrostático (casi redonda).
c) Ha limpiado la vecindad de su órbita.

[2] JPL - Solar System Dynamics. (23 de mayo de 2023). *Planetary satellite Discovery Circumstances.* https://ssd.jpl.nasa.gov/sats/discovery.html

Esta definición a su vez nos permite clasificar los objetos del sistema solar ya que de acuerdo con la IAU aquellos objetos que cumplan las tres condiciones son considerados planetas, sin embargo, aquellos que solo cumplan las condiciones a) y b) se denominan planetas enanos, y todos los demás objetos que no se clasifiquen como planetas o planetas enanos se consideran como cuerpos menores. De acuerdo a esta clasificación nuestro sistema solar cuenta con ocho planetas: Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno. Los primeros cuatro se conocen como planetas interiores y los otros cuatro como planetas exteriores. Los planetas interiores comparten una característica y es que son planetas de superficies rocosas, mientras que los planetas exteriores son gaseosos con bajas temperaturas y sin superficies sólidas. Actualmente hay cinco planetas enanos confirmados por la IAU, Plutón, Ceres, Haumea, Makemake y Eris, aunque aún hay varios cuerpos que podrían ser clasificados como planetas enanos pero debido a la distancia a la que se encuentran es difícil corroborar que cumplan con los criterios mencionados.

Mercurio es el planeta más cercano al Sol, a una distancia de 0.4 UA (Donde UA significa Unidad Astronómica, que equivale a 149’600,000 km). Es también el más pequeño del sistema solar con un radio de 2,440 km. Al estar tan cerca del Sol la superficie de Mercurio puede llegar a alcanzar temperaturas de 430°C durante el día y debido a que no posee atmósfera las temperaturas en la noche pueden bajar hasta los -180°C. Le toma alrededor de 88 días dar una vuelta completa al Sol y alrededor de 59 días terrestres realizar su movimiento de rotación. La primera misión espacial lanzada con el objetivo de explorar Mercurio fue el Mariner 10 en 1973, a partir de los datos tomados se pudo determinar las temperaturas durante el día y la noche, así como una superficie similar a la de la Luna con varios cráteres, así como un campo magnético débil. En 2004 se lanzó la misión MESSENGER para orbitar al planeta por un periodo de cuatro años, y dentro de los grandes descubrimientos que se realizaron se encontraron grandes cantidades de magnesio y calcio en el lado nocturno de Mercurio, así como vestigios de actividad volcánica en el pasado. (Siddiqi, 2018)

Venus es el segundo planeta más cercano al Sol a una distancia de 0.72 UA, y el más cercano en tamaño a la Tierra con un diámetro de 12,104 Km, unos 600 km menos que la Tierra; además, es uno de los objetos más brillantes en nuestro cielo nocturno. A diferencia

de otros planetas en el sistema solar Venus rota en sentido contrario al de la Tierra, por lo que si pudiese estar allí veríamos como el Sol sale por el occidente y se esconde por el oriente. Aunque ver esto nos tomaría bastante tiempo ya que un día en Venus toma alrededor de 243 días (días terrestres), e increíblemente estos son más largos que el año, ya que a Venus le toma alrededor de 225 días darle la vuelta al Sol. Además, es el planeta más caliente del sistema solar debido a una atmósfera densa compuesta principalmente por dióxido de carbono y ácido sulfúrico, estos gases actúan atrapando el calor y generando así un efecto invernadero. (NASA, 2025). A lo largo de los años se han lanzado diferentes misiones para explorar a nuestro planeta gemelo, la primera de ellas fue el Mariner 2, la primera misión planetaria exitosa, que logró volar cerca de Venus y explorar su atmósfera. Se espera que para 2031 se lance una de las misiones más importantes para explorar a Venus tanto en su atmósfera como en su superficie, la misión DAVINCI.

La Tierra es el tercer planeta más cercano al Sol, a una distancia de 149 millones de km (1 UA), y el quinto planeta más grande del sistema solar con un radio de 6,378 km y el primer planeta en contar con un satélite natural (Luna). La Tierra es el único planeta del sistema solar momento que posee las condiciones adecuadas para albergar vida en su interior, por varias razones; en primer lugar, posee una atmósfera rica en Nitrógeno (78.08%) y Oxígeno (20.95%), además de Argón (0.93%) y Dióxido de Carbono (0.038%), 1% de vapor de agua. (Ros & García, 2015). La Tierra se encuentra además dentro de la zona de habitabilidad de nuestra estrella, es decir, se encuentra a la distancia adecuada para que el agua líquida persista en la superficie, por lo que es el único planeta que posee agua en sus tres estados. Posee un período de rotación de 24 horas y un período de traslación de 365.25 días, adicionalmente posee una ligera inclinación de 23° respecto a la perpendicular de su plano orbital, lo que nos permite contar con las diferentes estaciones a lo largo del año.

Marte es el cuarto planeta más cercano al Sol a una distancia de 1.5 UA, es el segundo planeta más pequeño después de Mercurio con un radio de 3,396 km, casi la mitad del radio de la Tierra, adicionalmente, cuenta con dos pequeñas lunas: Fobos y Deimos. Tiene además un período de rotación similar al nuestro con una diferencia de 39 minutos, y un período de traslación de 687 días; con una inclinación similar a nuestro planeta, 25°, por

lo que también posee estaciones a lo largo del año. Su atmósfera está compuesta principalmente por Dióxido de Carbono (95.72%) y en pequeños porcentajes Nitrógeno (2.7%), Argón (1.6%) y Oxígeno (0.2%) entre otros. Además, su característico color rojo se debe a la presencia de óxido de hierro III en los diferentes minerales de su superficie (Ros & García, 2015). Marte es tal vez uno de los planetas más explorados a lo largo de los últimos años. En 1964 se lanzó la primera misión exitosa en volar cerca de Marte y tomar la primera imagen del planeta rojo, el Mariner 4. Desde entonces muchas han sido las misiones lanzadas con el objetivo de explorar el planeta para dar respuesta a esta gran pregunta de saber si nuestro vecino rojo es o pudo haber sido un planeta habitable. Actualmente hay varias misiones orbitando el planeta rojo, como el Mars Reconnaissance Orbiter (MRO), y el Mars Odyssey. Adicionalmente hay dos rovers explorando la superficie del planeta, el Perseverance y el Curiosity, ambos recolectando muestras y estudiando la geología del planeta.

Júpiter es el primer planeta exterior y el planeta más grande del sistema solar con un diámetro 11 veces mayor que el de la Tierra y masa unas 318 veces mayor. Tiene un período de rotación de 9.9 horas, y debido a esta rápida rotación y al ser un planeta gaseoso en su interior se llegan a producir vientos a muy altas velocidades. Debido a su distancia al Sol (5.2 UA) su período de traslación es cerca de 11.89 años terrestres. Su atmósfera está principalmente compuesta aproximadamente de hidrógeno (86%) y helio (14%) con algunos rastros de metano, agua y amoníaco (Ros & García, 2015). Actualmente Júpiter posee 95 lunas reconocidas oficialmente por la UAI. Cuatro de sus lunas más grandes fueron descubiertas por Galileo en 1610, por lo que reciben el nombre de lunas galileanas: Ío, Europa, Ganímedes, y Calisto, siendo Ganímedes la más grande de las cuatro, incluso más grande que Mercurio. Estás lunas fueron importantes para confirmar el modelo heliocéntrico de Nicolás Copérnico. Júpiter es uno de los objetos que más destaca en nuestro cielo nocturno y ha sido observado desde la antigüedad; sin embargo, son varias las misiones de exploración lanzadas para investigar al gigante del sistema solar. La primera nave en observarlo fue el Pioneer 10 en 1973, después de ello gracias al paso del Voyager 1 fue posible observar más lunas, sus anillos y la actividad volcánica de Ío. La misión más reciente fue lanzada el 14 de octubre de 2024, Europa Clipper, la cual tiene como objetivo investigar a una de sus lunas, Europa, esperando encontrar un ambiente adecuado bajo su superficie que pueda llegar a albergar vida.

El sexto planeta del sistema solar es Saturno tal vez uno de los más conocidos debido a sus anillos, los cuales pueden llegar a ser visibles con binoculares gracias a su brillo. Saturno es el segundo planeta más grande del sistema solar con un radio de 60,280 km, casi 9.4 veces el de la Tierra. Hasta el momento Saturno cuenta con 146 lunas reconocidas oficialmente por la UAI, aunque aún hay varias que están esperando a ser confirmadas. La atmósfera de Saturno está compuesta principalmente por Hidrógeno (96%), Helio (3%) y un 0.4% de metano, debido a esto su densidad llega a ser de 0.69g/cm^3, mucho menor que la del agua (Ros & García, 2015). Dentro de lo explorado a lo largo de los años solamente cuatro misiones han pasado cerca de Saturno, la primera de ellas fue el Pioneer 11 en 1979, seguido de las misiones Voyager 1 y 2. Finalmente en 1997 se lanzó la misión Cassini-Huygens que alcanzó la órbita de Saturno en 2004 y estudio el planeta y sus lunas hasta el año 2017 cuando debido a la falta de combustible se tomo la decisión de estrellarla contra la atmosfera del planeta. Esto pensando en evitar la contaminación biológica en las lunas cercanas.

Urano es el séptimo planeta del sistema solar y el tercer planeta más grande con un radio de 25,559 km, unas cuatro veces el radio de la Tierra. Urano es el primer planeta descubierto gracias a las observaciones realizadas por telescopio en 1781 por William Herschel. Sus días son bastante cortos con un período de rotación de 17 horas, además gira casi a 90° con respecto al plano de su órbita por lo que pareciera que gira de lado. Urano tiene alrededor de 28 lunas confirmadas, dos de ellas descubiertas por Herschel unos años después. Su atmósfera está compuesta principalmente por Hidrógeno (83%), Helio (15%), metano (2.3%), además de contar con la presencia de hielos de agua, amoniaco y metano (principal causante de su color verde azul) (Ros & García, 2015). En cuanto a exploraciones espaciales, la única nave que ha volado cerca de Urano ha sido la misión Voyager 2 en 1986, lo que nos permitió recolectar gran cantidad de información acerca del planeta, el resto de información se ha recogido gracias al telescopio Hubble.

Neptuno es el planeta más alejado del Sol; su distancia es casi 30 veces más que la distancia de la Tierra (30 UA). No se puede observar a simple vista y es de hecho el primer planeta descubierto gracias a cálculos matemáticos, sin instrumentos de observación. Esto debido a ciertas inconsistencias en la órbita de Urano. Entonces Urban Joseph Le Verrier

propuso la existencia de un octavo planeta responsable de los cambios en la órbita de Urano. En 1846 envió sus cálculos a Johann Gottfried Galle en el observatorio de Berlín quien confirmó las predicciones de Le Verrier. Su periodo de rotación toma alrededor de 16 horas y su periodo de traslación alrededor de 165 años terrestres; adicionalmente, posee una inclinación de 28° con respecto a su plano orbital por lo que al igual que planetas como Marte y la Tierra, posee estaciones. Posee alrededor de 16 lunas confirmadas, la primera de ellas descubierta en 1846 por William Lassell, y es también la más grande de todas ellas, Tritón. La atmósfera de Neptuno es similar a la de Urano con una gran concentración de Hidrógeno (80%), Helio (19%), metano (1.5%), además de contar con la presencia de hielos de agua, amoniaco y metano (principal causante de su color verde azul) (Ros & García, 2015). Debido a su lejanía la única misión que ha logrado acercarse a Neptuno fue el Voyager 2 en 1989 proporcionando información acerca de sus lunas y la existencia de anillos al igual que los demás planetas exteriores.

Aunque los planetas son tal vez el mayor atractivo cuando hablamos del sistema solar, estos no son los únicos habitantes de este, a su vez tenemos a aquellos que estuvieron cerca de alcanzar esa denominación de planeta, los planetas enanos. Como lo mencionamos anteriormente la UAI estableció tres aspectos fundamentales para que un cuerpo fuese catalogado como planeta, los planetas enanos cumplen dos de dichas condiciones, orbitar alrededor del Sol y tener una forma casi redonda. Actualmente la UAI reconoce cinco planetas enanos en nuestro sistema solar: Ceres, Plutón, Haumea, Makemake y Eris. Plutón es tal vez de los más conocidos ya que hasta el 2006 era considerado como el noveno planeta del sistema solar, descubierto por Clyde Tombaugh en 1930. Ceres es el único planeta enano que se encuentra en el cinturón de asteroides entre Marte y Júpiter, mientras que los otros cuatro se encuentran en el cinturón de Kuiper.

Por último, tenemos a aquellos cuerpos que no se clasifican ni como planetas ni como planetas enanos: cometas y asteroides. Los asteroides son pequeños cuerpo del sistema solar que están compuestos principalmente por minerales metálicos y rocas, y la mayoría de estos se pueden encontrar entre Marte y Júpiter en lo que denominamos el cinturón de asteroides, aunque también podemos encontrar parte de ellos más allá de la órbita de Plutón a los cuales denominamos objetos transneptunianos. Algunos de ellos pueden ser restos que quedaron de la formación de nuestro sistema solar que no lograron la masa suficiente para formar algo más y fueron atrapados por la atracción gravitacional de Júpiter.

No poseen una forma específica y su tamaño puede variar desde unos pocos metros hasta cientos de kilómetros, como, por ejemplo, el asteroide Vesta el cual posee un diámetro de 522 km, aproximadamente. Los cometas, sin embargo, son cuerpos compuestos de hielo, nieve y polvo, y su núcleo contiene trozos de hielo, con gases congelados, roca y polvo, y su tamaño suele ser alrededor de 10 km o menos. Gracias a las observaciones realizadas hemos podido observar diferentes compuestos como hielo en un 75-80%, monóxido de carbono, dióxido de carbono, metano, amoniaco, y formaldehidos (Karttunen et al., 2017).

2.4.2 La Luna

La Luna es uno de los cuerpos que más ha captado nuestra atención en el cielo nocturno, y a lo largo de la historia ha sido importante no sólo para proporcionar avances científicos sino para construir un legado cultural alrededor de ella. Ha inspirado mitos, leyendas, historias, poemas, cuadros, entre otros. La Luna es nuestro único satélite natural con un radio de 1,740 km, casi un tercio del tamaño de la Tierra, y se encuentra a una distancia de 384,400 km. Al igual que la Tierra, la Luna posee un movimiento de rotación y de traslación alrededor de nuestro planeta, curiosamente estos dos movimientos tienen la misma duración, es decir le toma el mismo tiempo rotar sobre su eje que dar una vuelta completa alrededor de la Tierra y gracias a ello siempre vemos la misma cara de la Luna desde nuestro planeta.

Si bien desde la Tierra vemos siempre la misma cara de la Luna, esta pasa por diferentes fases a lo largo de su período de traslación, y estas se dan debido a su posición con respecto al Sol. La Luna nueva, aquella que no podemos observar durante las noches, sucede en el momento en que el Sol y la Luna se encuentran en conjunción. Después de unos días podemos observar su fase creciente, hasta llegar a lo que conocemos como cuarto creciente, donde podemos observar solo la mitad de su cara (derecha o izquierda dependiendo del hemisferio). Luego de ello tenemos a la tan conocida luna llena, en este caso la Luna se encuentra en el lado opuesto de la Tierra con respecto al Sol y por lo tanto se puede ver en su totalidad. Una vez finalizado el período de luna llena entramos en lo que se denomina el cuarto menguante, aquí vemos de nuevo solo la mitad de su cara y finalmente regresamos a la luna nueva. (Karttunen et al., 2017). Estas fases han sido

importantes para diferentes civilizaciones a lo largo de la historia, muchas de ellas utilizaban estas fases como instrumento para medir el paso del tiempo, y como referencia para realizar actividades como la pesca y la agricultura.

Nuestro satélite es tal vez uno de los cuerpos más estudiado a lo largo de los años, y desde el inicio de la carrera espacial en los años 50 se han lanzado gran cantidad de misiones para explorar la Luna, y hasta el momento cuatro países han logrado aterrizar de manera exitosa en nuestro satélite, la Unión Soviética, China, India y Estados Unidos. La primera misión en volar cerca de la Luna fue Luna 1, lanzada por la Unión Soviética en 1959 y ese mismo año lograrían el primer aterrizaje con la misión Luna 2. A partir de estos avances empezaría esta carrera espacial por conquistar la Luna lo que llevaría a uno de los momentos más grandes de la historia de la astronáutica, el primer alunizaje tripulado en 1969, el Apolo 11. A lo largo de los años se han enviado diferentes misiones para orbitar la Luna, módulos de aterrizaje e incluso Rovers para explorar y estudiar la geología del satélite.

Aunque hay varias teorías acerca de cómo se formó nuestro satélite, la gran mayoría apunta a un choque con un objeto del tamaño de Marte con la Tierra en sus primeros estadios de formación. Gracias a las misiones Apolo se lograron recolectar más de 2000 muestras de suelo lunar, algunas de estas rocas mostrarían una formación hace más de 60 millones de años, después de que nuestro sistema solar se hubiese empezado a formar. Además, debido a su composición se cree que durante su formación la Luna estuvo cubierta por océanos de magma, lo que podría indicar una formación debido a un gran impacto. La Luna está cubierta por una capa de roca fragmentada conocida como regolito formado por restos de meteoritos que impactaron en la superficie lunar, y se estima que el grosor de este es al menos de diez metros. Y algunos datos enviados por misiones espaciales podrían indicar la presencia de hielo en los polos lunares bajo esta capa de regolito, adicionalmente debido a que la Luna no posee campo magnético los iones de viento solar se han incrustado en el regolito por lo que las muestras traídas también permitieron estudiar los vientos solares (Karttunen et al., 2017).

2.4.3 El Sol

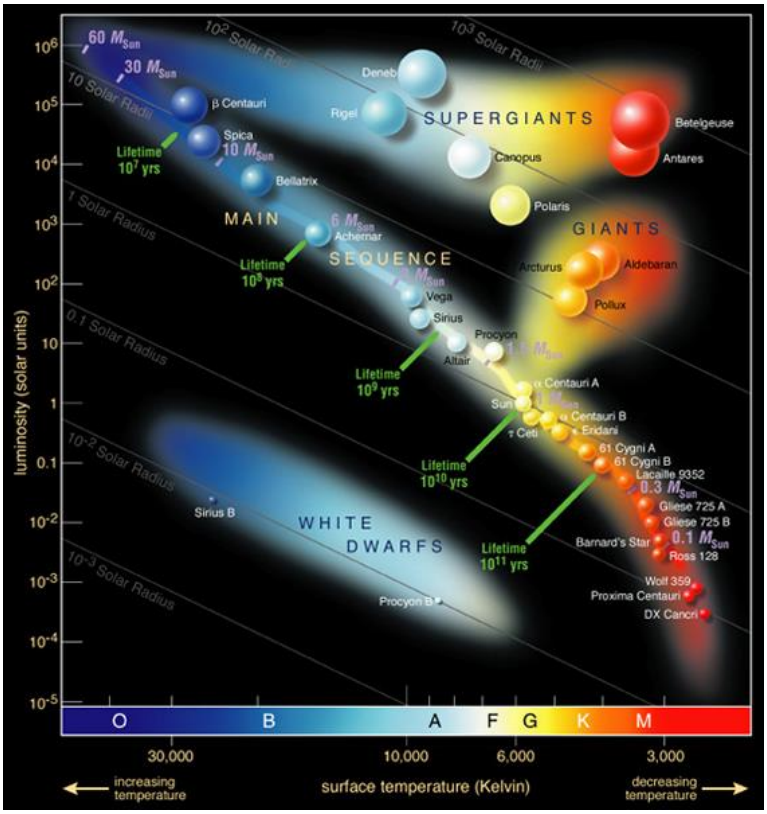
Las estrellas son tal vez el mayor atractivo de nuestro cielo nocturno. Por años hemos sido cautivados por su brillo y han sido parte importante de la historia de la humanidad. Al igual que la Luna, las estrellas han sido motivo de inspiración de grandes mitos y leyendas de diferentes culturas, fueron claves en procesos de navegación y ubicación. Una de las más importantes para nosotros, el Sol, nuestro astro, ha sido gran motivo de interés, nos provee la energía necesaria para mantener la vida en la Tierra, y debido a su masa es capaz de mantener los ocho planetas del sistema solar orbitando a su alrededor.

Estos cuerpos denominados estrellas son enormes esferas de gas caliente, compuestas principalmente de hidrógeno, helio y otros elementos en cantidades más pequeñas. Estas enormes esferas se ven afectadas por dos fuerzas importantes, la gravedad y la presión generada por los procesos de fusión en su interior. Estas dos fuerzas compiten constantemente para mantener a la estrella en lo que se denomina equilibrio hidrostático. Gracias a esta relación entre ambas fuerzas podemos determinar el comportamiento de una estrella y catalogarla. Antes de su nacimiento las estrellas son nubes de gas y polvo que colapsan debido a la fuerza de gravedad mientras que su núcleo se contrae. Cuando esto sucede la energía potencial gravitacional se libera en forma radiación y de energía térmica del gas. A medida que la presión y la densidad aumentan en el centro de la nube, se libera más energía por lo que la temperatura aumenta, en este punto la nube se considera una protoestrella, compuesta principalmente de hidrógeno en forma molecular. Una vez gran parte del gas se encuentre en forma de plasma, la estrella entra en un equilibrio hidrostático, y su evolución se dará en un tiempo mucho más lento donde irá acumulando material de su entorno, aumentando su masa, y por ende la densidad y la temperatura (Karttunen et al., 2017).

A partir de esto clasificamos las estrellas por su temperatura y la cantidad de luz que irradian, en lo que conocemos como un diagrama HR. (Figura 2-3). A lo largo de la vida de la estrella varias reacciones suceden en su interior, en su mayoría estas están compuestas por hidrógeno, un pequeño porcentaje de helio y en el caso de las estrellas más masivas se puede encontrar un pequeño porcentaje de metales pesados. Aquellas estrellas que se encuentran en equilibrio se encuentran en lo que denominamos secuencia principal en el

diagrama HR. En la parte superior encontramos a las estrellas azules de gran masa y luminosidad, en el centro las estrellas amarillas, como nuestro Sol, y en la parte inferior las enanas rojas. Cuando estas estrellas evolucionan y empiezan a quemar gran parte de su hidrógeno se separan de la secuencia principal hacía la parte de las gigantes rojas, y finalmente hacía la parte inferior del diagrama, enanas blancas. (European Space Agency, s/f)

Figura 2-3. Diagrama HR.[3]



Nuestro Sol se encuentra dentro de la secuencia principal, y es una estrella tipo G, con una edad de 4,600 millones de años. Es el cuerpo más grande de nuestro sistema solar con un diámetro de 1.4 millones de kilómetros, un poco más de cien veces el diámetro de nuestro planeta. En cuanto a su composición, dado que el Sol se encuentra dentro de su fase adulta, estable, la mayor parte de su material es Hidrógeno (74%), un 25% de Helio y en menor proporción algunos elementos más pesados como Oxígeno y Carbono (Ros &

[3] Tomado de: https://www.cosmos.esa.int/web/cesar/the-hertzsprung-russell-diagram#

García, 2015). El Sol también posee un período de rotación, sin embargo, al ser un cuerpo gaseoso este no rota como lo hacen algunos planetas, en cambio posee una rotación diferencial, es decir hay zonas del Sol que giran a diferentes velocidades. En el ecuador el Sol posee un período de rotación de 25 días, mientras que cerca a sus polos tiene un período de rotación de 35 días. Estos hallazgos se dieron gracias a las observaciones de las manchas solares. La atmósfera de nuestro astro se divide entre la fotosfera y la cromosfera. La fotosfera posee un grosor entre 300 y 500 km, y corresponde a la superficie visible del Sol con una temperatura que varía entre los 4500 y 800 K. La cromosfera posee un grosor de 500 km y su temperatura crece desde los 4500 K hasta los 6000 K, aunque dado que su radiación es mucho más baja que la de la fotosfera, esta es poco visible. Sin embargo, durante los eclipses totales de Sol es posible verla como un pequeño anillo de color rojo.

Después de la cromosfera hay un pequeño espacio de transición hacía lo que conocemos como la corona, se extiende por millones de kilómetros y es la causante del viento solar. Uno de los grandes misterios aún por resolver, es el aumento de temperatura en la corona solar, mientras que la fotosfera y la cromosfera poseen temperatura que llegan a los miles de grados centígrados, la corona alberga temperaturas de casi dos millones de grados centígrados, aunque se piensa que el campo magnético juega un rol fundamental en este cambio abrupto de temperatura (Karttunen et al., 2017).

2.4.4 Constelaciones

El estudio del cielo nocturno ha sido tal vez una de las herramientas más importantes para la humanidad, pues, desde la antigüedad las estrellas han sido utilizadas para orientarnos e incluso navegar a través del mar. Además de ello, varias culturas utilizaron las estrellas como puntos de referencia para la agricultura y diseño de calendarios. Para poder entender este cielo nocturno plagado de estrellas, pensamos en nuestro cielo como una esfera gigante que contiene a la Tierra en su centro y en su superficie fijamos a las estrellas, aunque en la realidad estén a miles de años luz de nuestro planeta, y la denominamos la esfera celeste. Esta fue diseñada con el objetivo de representar el movimiento aparente de las estrellas y ubicar fácilmente cada uno de estos cuerpos a través de un sistema de

coordenadas esféricas, y los polos de esta esfera se ubican sobre el eje de rotación de la Tierra. Además, nuestro horizonte divide a la esfera en dos hemisferios, aquel que es visible para nosotros como observadores, y sobre el cual ubicamos el cenit, un punto sobre la esfera celeste que se ubica exactamente sobre nuestras cabezas.

A través de esto hemos identificado diferentes regiones del cielo nocturno a las que denominamos constelaciones. Las constelaciones han sido fundamentales para la navegación y la exploración a lo largo de la historia, además de ser fuentes de inspiración para que diferentes culturas plasmarán en el cielo sus creencias, grandes mitos y leyendas han sido relacionadas con estas regiones en el cielo. Al igual que los mapas geográficos que delimitan claramente cada una de las fronteras de los países, en 1930 la UAI definió y estandarizó las regiones contenidas por cada constelación y la cantidad de constelaciones, 88 en total. Varias de estas constelaciones son nombradas a diferentes mitos griegos, animales y las más recientes a instrumentos de navegación.

Dentro de las constelaciones más destacadas se encuentran las constelaciones zodiacales, asignadas al dividir la Eclíptica en doce partes, aunque hay una treceava constelación que alcanza a entrar dentro de este grupo, Ofiuco. Dado que estas constelaciones se encuentran sobre el recorrido que hace nuestro Sol sobre la esfera celeste (Eclíptica) se les han atribuido propiedades místicas, que determinan ciertas características de las personas al momento de su nacimiento, o lo que se conoce hoy en día como astrología, claramente sin ningún tipo de sustento científico. Adicional a las constelaciones zodiacales hay ciertas constelaciones que cobran mayor relevancia dependiendo del hemisferio en el que se encuentre el observador. Dos de las más importantes en el hemisferio norte, son la Osa Mayor y la Osa Menor. La razón de su importancia se debe principalmente a la presencia de la estrella Polaris en la constelación de la Osa Menor, estrella que actualmente coincide con nuestro norte celeste, por lo que es bastante útil para ubicarse. Aunque en el hemisferio sur no contamos con una referencia tan precisa como la estrella Polaris, sí hay una constelación en particular que nos permite ubicar el sur, la cruz del sur, la cual es fácil de identificar debido a su forma de cruz.

Sin embargo, hay varias constelaciones que se encuentran sobre el ecuador celeste y que son observables desde ambos hemisferios como, por ejemplo, Orión, el cazador. Al igual que muchas de las constelaciones hay varios mitos acerca del cazador, y muchos de ellos

se conectan con otras constelaciones como Tauro o la constelación del Can Menor. Orión en particular es fácil de identificar por su famoso cinturón en el cual se encuentran tres estrellas bastante brillantes de tipo O y B. Estas tres estrellas son supergigantes azules y se les conoce como Alnitak, la cual posee una magnitud aparente de 1.79, Alnilam, con una magnitud aparente de 1.70 y Mintaka con una magnitud aparente de 2.23.

2.4.5 Astronáutica

Estudiar el universo y todo aquello dentro de él, estrellas, planetas, galaxias, nebulosas, etc. no es una tarea sencilla, ya que a diferencia de otras ciencias la astronomía no posee un laboratorio de pruebas que le permita “palpar” a su objeto de estudio. Es por ello que la observación juega un rol fundamental en el estudio del universo, pero como seres humanos nuestra curiosidad y deseo de saber más nos ha llevado mucho más allá. Tras años de avances teóricos que nos permitieron entender el funcionamiento de las leyes físicas, surgen cuestionamientos acerca de nuestra habilidad de alcanzar estos objetos distantes que por años hemos observado. Ese deseo de entender nos lleva a querer alcanzar estos objetos que parecen ajenos a nosotros en un cielo inalcanzable, y es aquí donde la astronáutica juega un papel fundamental en la astronomía.

En 1957 se marca el inicio de las exploraciones espaciales y de lo que sería un paso enorme para la astronomía. La Unión Soviética lanza el primer satélite artificial de la historia, el Sputnik 1 el 4 de octubre de 1957. Esto también daría inicio a una carrera espacial entre Estados Unidos y la Unión Soviética, que a lo largo de los años darían como resultados varias misiones de exploración importantes. El 31 de enero 1958, Estados Unidos respondería con su primer satélite el *Explorer 1*, el cual tenía como objetivo medir la radiación en la órbita terrestre. Esto sumado a otros lanzamientos de satélites nos llevaría a entender como se comportaba la radiación alrededor de la orbita terrestre, que se daría en forma de cinturones que hoy conocemos como cinturones de Van Allen.

Este inicio de la exploración espacial remarca una idea importante acerca de la astronáutica, para poder entender nuestro planeta debemos salir de él. De acuerdo con Asid Siddiqi el lanzamiento del Explorer 1 fue un inicio, sin precedentes, para una era de exploración y entendimiento de nuestro planeta y más allá (Siddiqi, 2018). Después de ver que salir de nuestro planeta era posible, solo podíamos pensar en ir más allá, teníamos a nuestra disposición un basto espacio que explorar, y dentro de esta basta exploración surgen áreas importantes a destacar, las misiones tripuladas, las misiones de exploración a otros planetas y la observación de nuestro planeta.

Dentro de las misiones tripuladas, hay un hito importante que marca la historia de la astronáutica, la misión *Apolo 11.* El programa Apolo, tal vez uno de los más ambiciosos de la época tenía varios objetivos en mente más allá de llevar humanos a la superficie lunar. Buscaba estudiar la capacidad humana de trabajar en un ambiente espacial, lunar en este caso. Explorar la luna y establecer tecnología en la luna que permitiera investigaciones posteriores. El primer intento del programa se daría con la misión Apolo 1 en 1967, la cuál tenía como objetivo realizar el primer vuelo tripulado. Luego de ello se realizaron varios lanzamientos no tripulados para hacer mediciones del vuelo, y en 1968 se lanzaría el Apolo 7, la primera misión tripulada que duraría 10 días en órbita. Las siguientes misiones buscarían acercarse cada vez más a la luna, y finalmente en junio de 1969, la misión Apolo 11 haría historia llevando a los primeros astronautas a suelo lunar, Neil Armstrong, Edwin “Buzz” Aldrin y Michael Collins.

El programa Apolo fue sin duda uno de los mayores logros en la exploración espacial y las misiones tripuladas. No solo por lograr llevar a una tripulación a pisar uno de los objetos de estudios más antiguo de la astronomía, la luna, sino por la hazaña en sí. Adicionalmente la cantidad de muestras tomadas nos permitieron analizar a profundidad la composición de nuestro satélite y comprender más acerca de este.

Pero los avances no se detuvieron allí en 1984 el congreso de los Estados Unidos aprobó el presupuesto y la construcción de la Estación Espacial Internacional. Este proyecto conto con ayuda internacional de varios países europeos, además de Japón y Canadá quienes serían parte fundamental de la construcción de dicha estación. Era tal la magnitud de este proyecto que en 1993 Rusia también fue invitado a ser parte del proyecto. El proyecto de la estación espacial internacional se lanzo por medio de dos fases, en la cual Rusia jugaba

un papel fundamental ya que unos años atrás había logrado colocar en la órbita baja de la Tierra la primera estación espacial tripulada, conocida como Mir. En esta primera fase se lanzarían transbordadores espaciales desde Estados Unidos con el fin de llevar investigadores y suministros a la Mir, y así poder realizar aportes de investigación al proyecto ruso. La fase dos consistía en el lanzamiento y ensamble de cada una de las partes diseñada por cada una de las naciones que participaron en el proyecto de la Estación Internacional Espacial, y aunque gran parte de este trabajo se hizo a través de complejos sistemas robóticos también requiero un trabajo enorme por parte de los astronautas quienes debían realizar caminatas espaciales para conectar cables y verificar ensamblaje. La Estación Espacial Internacional es tal vez prueba de uno de los más grandes avances conjuntos que se han realizado a lo largo de la historia, ya que esta es manejada por cinco agencias diferentes cada una encargada de controlar y manejar las partes de la estación diseñada por ellas. Pero más allá de trabajar de manera individual, estas cinco agencias espaciales (Canadá, Japón, Rusia, Europa y Estados Unidos) se trazaron como objetivo usar la estación como una plataforma educativa que permita enganchar más a los jóvenes que busquen carreras relacionadas con las ciencias. Además de obtener un mayor conocimiento del espacio que permita seguir entiendo nuestro planeta y contribuyendo al desarrollo de la sociedad.

Aunque no todos los proyectos y avances dados por la astronáutica han llevado a misiones tripuladas, si bien aún soñamos con conquistar el espacio, también buscamos entenderlo y a lo largo de los años hemos desarrollado misiones de exploración no tripuladas para hacerlo. Una de las más importantes ha sido la misión Voyager, cuyo objetivo era en principio explorar el sistema sola y a cada uno de nuestros vecinos. Gracias a las sondas espaciales Voyager I y II, logramos estudiar un poco más a los gigantes gaseosos de nuestro sistema solar, Júpiter y Saturno, y años más tarde lograríamos pasar cerca de Urano y Neptuno identificando lunas y anillos alrededor de estos planetas gaseosos. Pero si bien el estudio de los planetas gaseosos ha sido un gran aporte, nuestro vecino más cercano, Marte, ha cautivado nuestra atención desde años, ya que allí hemos buscado vida, agua, en otras palabras, la posibilidad de habitarlo.

Estas preguntas nos han llevado, tal vez, a lo más alto de la indagación robótica, los rovers. Han sido 4 los rovers que han entrado a Marte a realizar estudios geológicos en busca de vida en el pasado o la posible capacidad de nuestro vecino rojo de albergar vida en un futuro. En el 2003, se lanzaron dos rovers conocidos como Spirit y Oppotunity. Dicha misión tenía como objetivo estudiar el pasado del agua en Marte, y por medio de las fotos y datos recolectados se llego a la conclusión que Marte pudo haber tenido ríos y lagos, después de haber estudiado diferentes capas y minerales en ciertas partes del planeta rojo. Gracias a esto, se decidió continuar con las misiones e ir más allá, es decir, sabemos que hubo agua, pero quiere esto decir que también pudo haber vida en su momento. Y con esto en mente la NASA lanzo la siguiente misión rovers, Curiosity. La cual analizo diferentes minerales presentes en diferentes capas de suelo en Marte, que se creen pudieron haer sido esenciales para algún tipo de forma de vida antigua. Finalmente, en el 2021, la NASA lanzaría la misión Perseverance, con el fin de buscar señales de vida (presencia de microorganismos) en el pasado.

Gracias a estas misiones aún hoy en día seguimos recibiendo información valiosa, acerca de nuestro sistema solar. Pero la astronáutica no solo se enfoca en el aterrizaje en otros planetas, o el envío de misiones tripuladas, también buscar desarrollar herramientas que nos permitan seguir observando el universo. Gracias a ello se han diseñado satélites, sondas y telescopios que han recabado información valiosa a lo largo de los años, uno de los más recordados el Telescopio Hubble, que no ha permitido estudiar la composición de diferentes planetas, he incluso estrellas y galaxias. Sin embargo, en 2021, se lanzo lo que sería el principal observatorio en el espacio, el telescopio espacial James Webb cuyo objetivo es capturar la luz de las primeras estrellas, y ver mucho más allá de lo que hemos podido observar hasta ahora. Gracias a su ubicación, y tecnología hemos podido observar galaxias, estrellas e incluso planetas de una forma nunca antes vista.

La astronáutica, no es solo una rama tecnológica avanzada; cada misión, desde el primer satélite hasta el telescopio más avanzado, representa un proceso de indagación que se con nuestros conocimientos previos y transforma nuestra perspectiva sobre nuestro lugar en el cosmos.

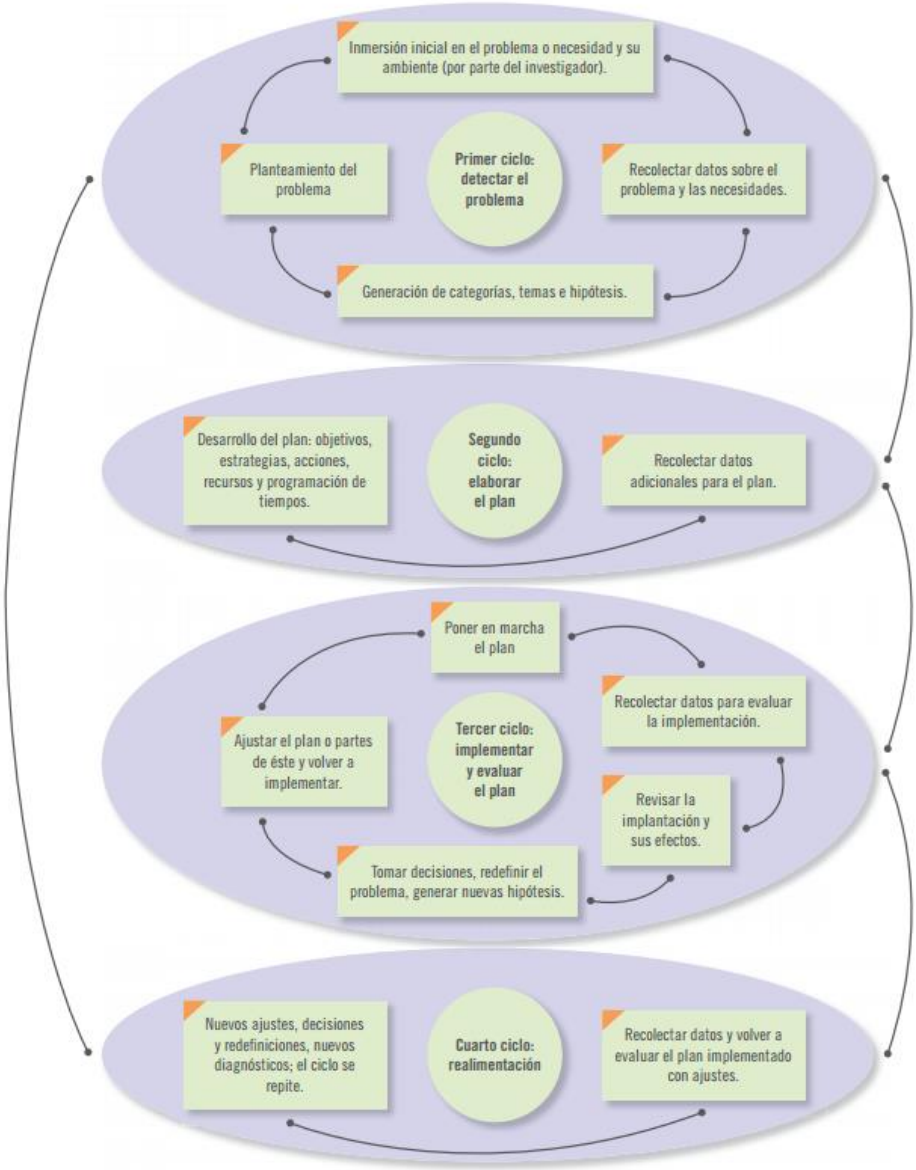
3. Diseño metodológico

3.1 Metodología

Este trabajo se llevará a cabo a través de una investigación cualitativa con un enfoque investigación-acción. En palabras de Montero & León (2002) esta metodología representa el estudio de un contexto social a través de un proceso de investigación que involucra pasos “en espiral”: se investiga al mismo tiempo que se interviene. De acuerdo con Sampieri et al. (2010) existen dos diseños fundamentales de investigación-acción, la participativa y la práctica. Cada una posee un enfoque diferente, la investigación acción práctica se enfoca en prácticas locales (de un grupo o una comunidad), se centra en el desarrollo y aprendizaje de los participantes, implementa planes de acción que apunten a revolver el problema o introducir una mejor, y el liderazgo se ejerce en conjunto con el investigador y uno o más miembros de la comunidad. Por otro lado, la investigación acción con un diseño participativo estudia temas sociales y se enfoca en la colaboración equitativa de la comunidad. Este trabajo se lleva a cabo entonces sobre una metodología cualitativa bajo un diseño de investigación acción práctico.

Como se mencionó, la investigación acción se da a través de una serie de pasos en espiral, que en general se enfocan en la observación, en el pensar y el actuar. Hablamos de una espiral ya que requiere un constante ir y venir entre cada uno de estos pasos. De acuerdo con Sandín (2003) estos pasos se dan en una serie de cuatro ciclos, los cuales son: detectar el problema, definirlo y diagnosticarlo, formular e implementar el plan de trabajo para generar un cambio o atacar el problema, y generar una retroalimentación o reflexión que lleve a un nuevo diagnóstico y por ende a un nuevo plan de trabajo. La Figura 4 muestra detalladamente cada uno de estos ciclos y cómo a lo largo de la investigación es posible volver a cada uno de ellos.

Figura 3-1. Principales acciones para llevar a cabo la investigación-acción. Tomado de (Sampieri et al., 2010).



Es importante entonces hacer claridad sobre el contexto sobre el cual se realiza esta investigación, ya que, como lo mencionamos anteriormente, la necesidad y el plan de acción surge a partir del contexto de la población o grupo. En este caso, el proyecto se

trabajó con estudiantes de quinto grado del Gimnasio del Norte, colegio ubicado al norte de la ciudad, entre los 11 y los 12 años, y cuenta con unos 40 estudiantes en total. El colegio hace parte de la comunidad de colegios del IB por lo que implementa tres de los cuatro programas ofrecidos por la organización del bachillerato internacional. Para el caso concreto del colegio, grado quinto hace parte de la escuela primaria donde se implementa el programa del PEP. Al tener un carácter transdisciplinar, a lo largo del año se trabajan diferentes temáticas alrededor de las cuales se aporta desde las diferentes áreas, además de hacerlo desde un enfoque conceptual y de habilidades. Sin embargo, debido a la generalidad sobre la cual se trabaja, no hay un espacio claro y definido para fortalecer habilidades científicas o espacios en los cuales se aborde la astronomía.

3.2 Diseño del programa

Dada la naturaleza del programa del PEP, se diseñó un programa en astronomía que pudiese conectar cada una de las temáticas propuestas con los temas transdisciplinarios propios del programa, además de conectarlo con una pregunta de indagación inicial que permita a los estudiantes establecer una conexión clara entre el tema transdisciplinar y el tema de astronomía. La tabla 3-1 muestra dicha conexión. Los temas elegidos buscan no solamente realizar una conexión genuina con cada uno de los temas transdisciplinarios, sino que además se generen espacios y experiencias que permitan desarrollar habilidades científicas.

Tabla 3-1. Conexión entre el tema transdisciplinar y los temas de astronomía.

Tema Transdisciplinar	Descripción del tema transdisciplinar	Tema de astronomía
Quiénes somos	Una indagación sobre la naturaleza del ser; nuestras convicciones y valores; la salud personal, física, mental, social y espiritual; las relaciones humanas, incluidas nuestras familias, amigos, comunidades y culturas; nuestros derechos y responsabilidades; lo que significa ser un ser humano	**¿Quiénes somos en el universo?** Exploración del sistema solar y sus elementos más característicos.
Cómo compartimos el planeta	Una indagación sobre nuestros derechos y responsabilidades al esforzarnos por compartir recursos finitos con otras personas y otros seres vivos; las comunidades y las relaciones entre ellas y dentro de ellas; la igualdad de oportunidades; la paz y la resolución de conflictos.	**¿Cómo la contaminación lumínica afecta la observación del cielo?** Contaminación lumínica y exploración del cielo nocturno.

Tabla 3-1. (Continuación)

Tema Transdisciplinar	Descripción del tema transdisciplinar	Tema de astronomía
Cómo nos organizamos	Una indagación sobre la interacción de los sistemas y comunidades creados por los seres humanos; de la estructura y la función de las organizaciones; la toma de decisiones en las sociedades; las actividades económicas y su repercusión en los seres humanos y el medio ambiente.	**¿Cómo nos hemos organizado a través de la historia gracias a la observación del cielo?** Exploración de la Luna y sus fases. Movimiento del Sol y estaciones en la Tierra.
Cómo funciona el mundo	Una indagación sobre la naturaleza y sus leyes; la interacción entre la naturaleza (el mundo físico y material) y las sociedades humanas; el modo en que los seres humanos usan su comprensión de los principios científicos; el efecto de los avances científicos y tecnológicos en la sociedad y el medio ambiente.	**¿Cómo la exploración del espacio nos ha permitido entender el mundo?** Astronáutica. Importancia de la exploración espacial.
Dónde nos encontramos en el tiempo y en el espacio	Una indagación sobre nuestra orientación espacial y temporal; nuestras historias personales; nuestros hogares y viajes; los descubrimientos, exploraciones y migraciones de la humanidad; las relaciones entre los individuos y las civilizaciones y su interrelación, desde perspectivas locales y universales.	**¿Cómo el Sol, la Luna y las estrellas nos han guiado a lo largo de la historia?** Navegación por medio del Sol, la Luna y las estrellas. Instrumentos de navegación.
Cómo nos expresamos	Una indagación sobre los modos en que descubrimos y expresamos nuestra naturaleza, nuestras ideas, sentimientos, cultura, convicciones y valores; los modos en que reflexionamos sobre nuestra creatividad, la ampliamos y la disfrutamos; la forma en que apreciamos el valor estético de las cosas.	**¿Cómo nos expresamos a través del cielo?** Cultura astronómica: Mitología, el Sol, la Luna y las estrellas.

Antes de iniciar las actividades, se diseñó una encuesta a manera de diagnóstico para conocer aquellos preconceptos que tenían los estudiantes acerca de lo que era la astronomía, la ciencia en general y cuál era su disposición frente a este tema. Esta encuesta (Anexo A) consta de 11 preguntas abiertas. Las primeras cuatro apuntan a determinar dichas habilidades científicas que, como hemos mencionado son esenciales para el desarrollo de una alfabetización científica: observación, formulación de hipótesis, planeación o un diseño de soluciones, y toma de datos. Las siguientes cinco preguntas responden a un conocimiento netamente conceptual sobre astronomía, para conocer aquellos preconceptos o ideas previas que los estudiantes tienen acerca del sistema solar, y la relación entre Sol, la Luna y la Tierra. Finalmente se añadieron dos preguntas enfocadas a conocer su disposición para aprender acerca de estos temas y la relevancia que podría llegar a tener en sus vidas de acuerdo con su forma de ver las ciencias.

Para el diseño de las experiencias de aprendizaje, se utilizó un diseño propio, a manera de diario de campo, que permitiera mostrar de forma explícita cada uno de los elementos fundamentales tanto del programa del IB como del diseño para la alfabetización científica. Dentro de estos elementos es importante destacar el tema transdisciplinario sobre el cuál se está trabajando, así como el tema de astronomía que se busca conectar. Los conceptos son también necesarios ya que el programa del PEP busca un aprendizaje basado en conceptos, los cuáles se convierten en esa conexión genuina con otras áreas. Se establecen también los objetivos de cada experiencia de aprendizaje, así como las habilidades científicas que se buscan potenciar en dicha experiencia, ya que si bien buscamos fortalecer cada una de las habilidades un par de sesiones no son tiempo suficiente para trabajar en cada una de ellas. Finalmente, dado el diseño de la investigación y teniendo en cuenta que la investigación acción busca investigar al mismo tiempo que intervenimos como parte del grupo, se agregan tres espacios para llevar un registro de las preguntas de los estudiantes, de las reflexiones que como docente puedan surgir a lo largo de la experiencia, ya sea durante o al finalizar, y por último, un espacio para llevar el registro de las reflexiones de los estudiantes que se den durante la sesión, además de las reflexiones que se recolectan de manera escrita por medio de las rúbricas o rutinas de pensamiento diseñadas.

Tabla 3-2. Registro del diseño de las experiencias.

Fecha		**Sesiones**	
Tema			
Objetivos			
Tema Transdisciplinario			
Conceptos Específicos		**Conceptos Adicionales**	
Habilidades de alfabetización científica			
Descripción			
Preguntas de los estudiantes			
Reflexión del docente			
Reflexiones de los estudiantes			

Cada una de las sesiones se detalla a continuación, la tabla completa incluyendo las anotaciones tomadas durante las actividades hace parte del Anexo A.

Tabla 3-3. Actividad: Nuestro lugar en el sistema solar.

Fecha	Septiembre 2024	**Sesiones**	2
Tema	Nuestro lugar en el sistema solar (¿Qué lugar ocupamos en el universo y por qué es importante saberlo?)		
Objetivos	● Identificar y reconocer los elementos más importantes del sistema solar. ● Indagar acerca de las características más importantes de cada planeta del sistema solar. ● Formular situaciones hipotéticas sobre cambios en el sistema solar y predecir sus posibles resultados. ● Hacer uso de la aplicación **Universe Sandbox** para dar respuesta a sus hipótesis.		
Tema Transdisciplinario	Quiénes somos		
Conceptos Específicos	Causa Perspectiva	**Conceptos Adicionales**	Sistema Exploración
Habilidades	● Habilidades de observación. ● Habilidades de indagación. ● Formulación de preguntas. ● Modelamiento y comprensión de conceptos científicos.		
Descripción	**SESIÓN 1:** **Enganche:** Iniciar la exploración con la foto de la tierra tomada durante la misión Apolo 11. Y discutir con los estudiantes las siguientes preguntas: *¿Desde donde creen que fue tomada esta foto? *¿Qué más pueden ver en la foto además de nuestro planeta? *¿Cómo piensan que se ve el universo más allá de la Tierra? **Exploración e indagación:** Por medio del programa Universe SandBox los estudiantes explorarán los diferentes elementos del sistema solar, e indagarán acerca de las principales características de cada uno de los planetas que lo compone, además de abordar conceptos como zona de habitabilidad, distancias de planetas y composición. **SESIÓN 2:** **Formulación de hipótesis:** Cada estudiante formulará tres situaciones hipotéticas acerca de posibles cambios o modificaciones que pudiesen realizarse al sistema solar y cómo podrían explicarse. **Aplicación:** Cada estudiante pondrá a prueba dicha hipótesis por medio del simulador **Universe SandBox** y explicará si su hipótesis fue correcta o no. En caso contrario una posible razón del porqué su hipótesis no fue acertada. **Rutina de pensamiento:** Al finalizar la actividad los estudiantes completarán la rutina de pensamiento “Veo-Pienso-Me Pregunto”.		

Tabla 3-4. Actividad: Explorando el cielo nocturno.

Fecha	Octubre 2024	**Sesiones**	2
Tema	Explorando el cielo nocturno (¿Por qué es importante observar las estrellas?)		
Objetivo	● Identificar algunas de las constelaciones y estrellas más importantes del cielo nocturno. ● Realizar registros de sus diferentes observaciones del cielo nocturno. ● Comprender el concepto de contaminación lumínica y su impacto en el medio ambiente.		
Tema Transdisciplinario	Cómo compartimos el planeta.		
Conceptos especificados	Causa Responsabilidad	**Conceptos adicionales**	Contaminación Observación
Habilidades de alfabetización científica	● Habilidades de observación. ● Manejo y toma de datos.		
Descripción	**SESIÓN 1** **Enganche:** Se mostrarán varias fotos del cielo de ciudades alrededor del mundo, para comparar cada una de ellas y responder las siguientes preguntas: *¿Crees que el cielo es el mismo en todas las partes del mundo?* *¿Notaste alguna diferencia en el cielo de las fotos?* *¿En qué ciudades o lugares pudiste apreciar la mayor cantidad de estrellas en el cielo?* **Indagación guiada:** Se realizará una indagación guiada acerca del concepto de contaminación lumínica y cómo este afecta al medio ambiente y a seres vivos. Por medio de ***Light Pollution Map*** se explorarán diferentes sitios alrededor del mundo para ver las tasas de contaminación lumínica en diferentes ciudades. **Introducción al proyecto Globe At Night:** Se realizará una breve introducción al proyecto Globe At Night y se harán algunos ejemplos de registro en la app. **SESIÓN 2** **Observación y Registro de datos:** Cada estudiante realizará un registro del cielo durante cinco días en casa, para luego ingresar los datos en la aplicación del Globe At Night. **Rutina de pensamiento:** Al finalizar las observaciones se realizará una sesión para que los estudiantes puedan completar la rutina de pensamiento “Conectar-Extender-Desafiar”		

Tabla 3-5. Actividad: Nuestra cultura y el cielo.

Fecha	Noviembre 2024	**Sesiones**	2
Tema	Nuestra cultura y el cielo (¿Cómo nos expresamos a través del Sol, la Luna y las estrellas?)		
Objetivo	● Comprender el rol del Sol, la Luna y las constelaciones en las expresiones culturales de diversas civilizaciones a lo largo de la historia. ● Explorar la conexión entre la astronomía y la identidad cultural, identificando símbolos y significados asociados a estos cuerpos celestes. ● **Fortalecer** habilidades de comunicación y pensamiento creativo por medio de la construcción de constelaciones e historias		
Tema Transdisciplinario	Cómo nos expresamos		
Conceptos especificados	Perspectiva Forma	**Conceptos adicionales**	Cultura Expresión
Habilidades de alfabetización científica	Habilidades de comunicación y pensamiento creativo		
Descripción	**SESIÓN 1** **Enganche:** Se explorará en clase el libro cuentos de estrellas, el cuál aborda diferentes historias del cielo desde la vista de varias culturas alrededor del mundo y a partir de ello compartirán con su compañero las siguientes preguntas: *¿Qué elementos del universo pudiste identificar en las historias?* *¿Cómo se veían representados dichos elementos en las historias?* *¿Crees que la historia representaba algo de la cultura mencionada?* **Indagación guiada:** Por medio de la app ***Stellarium*** los estudiantes explorarán diferentes constelaciones vistas a través de diferentes culturas, además de indagar acerca de la historia relacionada a dicha constelación y ¿por qué era importante para la cultura? **SESIÓN 2** **Construcción de la constelación.** A partir de materiales como cartulina y pinturas, los estudiantes crearán sus propias constelaciones y a partir de ellas escribirán una pequeña historia relacionada con dicha constelación. Esta se compartirá con el resto de sus compañeros para que puedan explicar en sus palabras la historia y la constelación formada. **Reflexión.** A través de la rutina de pensamiento “Puntos cardinales” los estudiantes reflexionarán acerca de la conexión entre la cultura y el universo.		

Tabla 3-6. Actividad: Una vista desde el exterior de la Tierra.

Fecha	Febrero 2025	**Sesiones**	2
Tema	Una vista desde el exterior de la Tierra (¿Cómo la astronáutica nos ayuda a entender el mundo?		
Objetivo	● Comprender el papel de la astronáutica en la exploración y observación de la Tierra. ● Explorar el funcionamiento de los satélites y las misiones espaciales para el monitoreo del clima, la navegación y la comunicación. ● Construir un satélite o misión especial **a partir de arcilla para moldear destacando las partes más importantes del modelo.**		
Tema Transdisciplinario	Cómo funciona el mundo		
Conceptos Especificados	Forma Función	**Conceptos adicionales**	Exploración Astronáutica
Habilidades de alfabetización científica	● Uso de conceptos científicos. ● Construcción de modelos.		
Descripción	**SESIÓN 1: Enganche:** A través de la aplicación ***Space places-NASA*** los estudiantes podrán interactuar con un Rover en Marte para poder explorar diferentes lugares. Una vez terminen la exploración discutiremos en grupo las siguientes preguntas: *¿Por qué creen que es importante enviar misiones al espacio?* *¿Creen que los satélites y misiones son importantes para nuestras vidas diarias?* **Indagación guiada:** A través de la página **NASA eyes** se explorarán las misiones espaciales y satélites más importantes, con el fin de entender su propósito, y qué descubrimientos importantes hemos realizado gracias a ellos. **SESIÓN 2: Modelación de misiones:** A partir de lo explorado acerca de satélites y misiones espaciales los estudiantes crearán su propia misión espacial utilizando arcilla para moldear. Se proyectarán en la pantalla seis planetas/lunas/exoplanetas y cada estudiante deberá escoger uno de esos planetas y construir su misión espacial pensando en dicho planeta. Por ejemplo, si es de hielo tener llantas específicas para el hielo, o si es un planeta gaseoso que debería tener dicha misión. **Reflexión:** Cada estudiante completará la rutina de pensamiento ***"Pienso-Me interesa-exploro"*** con el fin de sintetizar lo aprendido durante la experiencia. Luego de ello se compartirá en grupo para discutir aquellas dudas o intereses que quedaron.		

Tabla 3-7. Actividad: Navegando por medio de las estrellas.

Fecha	Marzo 2025	**Sesiones**	2
Tema	Navegando por medio de las estrellas. (¿Cómo podemos ubicarnos en el planeta actualmente?)		
Objetivo	● Comprender la importancia de la navegación en la historia y en la vida actual, usando el Sol y la Luna como guías. ● Explorar instrumentos históricos de navegación y su evolución hasta los sistemas actuales de navegación satelital. ● **Fortalecer** habilidades de observación y análisis por medio de instrumentos de navegación.		
Tema Transdisciplinario	Dónde nos encontramos en el tiempo y en el espacio		
Conceptos especificados	Función Conexión	**Conceptos adicionales**	Navegación Evolución
Habilidades de alfabetización científica	● Habilidades de observación. ● Manejo y toma de datos. ● Construcción de modelos.		
Descripción	**SESIÓN 1: Enganche:** Se diseñará una mesa de exploración donde podrán encontrar diferentes imágenes y libros sobre navegación como brújulas, mapas, dispositivos con GPS, sextantes, telescopios, mapas de navegación, etc. Tendrán un tiempo para explorar dichos elementos y discutir con el grupo: *¿Cuál es la función de cada uno de los elementos?* *¿Hay alguna relación entre los elementos en la mesa?* *¿Podrías utilizar estos elementos para ubicarte?* **Indagación guiada:** Luego se explorarán diferentes instrumentos de navegación utilizados a lo largo de la historia para navegar, además de hacer uso de Stellarium para identificar las estrellas y constelaciones más importantes al momento de ubicarse. **SESIÓN 2: Construcción de un cuadrante.** Los estudiantes construirán un cuadrante para poder calcular su latitud por medio del sol, y un transportador. Tomarán diferentes datos para después compararlo con las medidas dadas por Google Maps. Además de utilizar el cuadrante para calcular la latitud utilizando diferentes objetos como referencias a diferentes estrellas. **Reflexión.** Por medio de la rutina de pensamiento “Dos estrellas, un deseo” los estudiantes reflexionaran acerca de dos aspectos que hayan llamado su atención acerca de la experiencia y una duda o inquietud que aún tenga. Además de discutir en grupo acerca de la pregunta. ¿Por qué es importante conocer nuestra ubicación en el planeta?”		

Tabla 3-8. Actividad: Comunidades: El Sol y la Luna.

Fecha	Abril 2025	**Sesiones**	2
Tema	Comunidades: El Sol y la Luna. (¿Cómo nos hemos organizado a través de la historia gracias a la observación del cielo?)		
Objetivo	● Identificar las diferentes fases de la Luna, así como el movimiento de la tierra alrededor del Sol. ● Construir modelos que permitan comprender los ciclos lunares y las estaciones. ● Analizar las relaciones entre el ciclo lunar, el Sol y su influencia en la Tierra.		
Tema Transdisciplinario	Cómo nos organizamos		
Conceptos Especificados	Conexión Cambio	**Conceptos adicionales**	Ciclo Sistema Adaptación
Habilidades de alfabetización científica	● Construcción de modelos,		
Descripción	**SESIÓN 1: Enganche:** Los estudiantes explorarán diferentes calendarios (Calendario Maya, calendario Gregoriano, calendario lunar, calendario solar, etc.) con el objetivo de encontrar similitudes o curiosidades acerca de estos calendarios. Además de responder las siguientes preguntas: *¿Cuál crees que es la importancia de un calendario?, ¿Cómo crees que se construyen estos calendarios?, ¿En qué te basarías para construir tu propio calendario?* **Fases lunares:** Por medio de un modelo los estudiantes podrán observar las diferentes fases lunares y como estas dependen de la luz del Sol. Luego de ello realizarán una observación con oreos para encontrar y clasificar las diferentes fases de la Luna. **Estaciones:** A partir de un simulador los estudiantes explorarán el movimiento de la Tierra alrededor del Sol para estudiar el cambio de la luz en las diferentes ciudades y cómo está influye en las estaciones. **SESIÓN 2: Exploración guiada:** A partir de lo visto se plantean dos preguntas para discutir en grupos: *¿Cómo creen que las comunidades antiguas utilizaban el Sol y la Luna?*, *¿Crees que el Sol y la Luna aún son importantes para la vida moderna?* Luego por medio de una exploración guiada se estudiará la influencia de las fases lunares y las estaciones para la humanidad y como estas fueron fundamentales para la cosecha y percepción del tiempo. **Rutina de pensamiento:** ***Antes pensaba – ahora pienso.*** Antes de iniciar la exploración guiada los estudiantes responderán a las preguntas: *¿Qué crees que es el ciclo lunar?, ¿Crees que el Sol tiene alguna relación con el ciclo lunar o las estaciones?,¿Crees que los humanos necesitamos del Sol y la Luna para realizar nuestras actividades?* Una vez termine la experiencia los estudiantes volverán a responder dichas preguntas en el formato de reflexión.		

Cada una de las actividades propuestas contienen un espacio de reflexión a través de diferentes rutinas de pensamiento que permita evaluar el proceso de aprendizaje. De acuerdo con Ron Ritchart, las rutinas de pensamiento son estructuras que permiten a los estudiantes explorar ideas, tanto individualmente como en grupo, procesar información, construir explicaciones e interpretar (Ritchhart et al., 2011). Estas herramientas nos permiten guiar y estructurar ese proceso de pensamiento en los estudiantes, y permiten que el proceso de aprendizaje se lleve de forma escalonada, con el objetivo de ir más allá del en su razonamiento. Es por ello que a partir de las diferentes rutinas de pensamiento utilizadas en las actividades se busca hacer visible ese pensamiento, que más allá de permitirnos evaluar las actividades también permite a los estudiantes cuestionar, discutir y desarrollar estas ideas.

4. Resultados

A continuación, se presenta el análisis de los resultados obtenidos tanto en la prueba diagnóstica, como en cada una de las actividades realizadas. Este análisis se realiza a partir de los diarios de campo usados durante las actividades, teniendo en cuenta las preguntas planteadas por los estudiantes a lo largo de las sesiones, y las reflexiones llevadas a cabo por el docente durante la implantación de dichas actividades, así como las reflexiones de los estudiantes, obtenidas a través de las diferentes rutinas de pensamiento. Estas últimas nos permitirán analizar la percepción de los estudiantes respecto a los temas trabajados y el desarrollo de sus habilidades a lo largo de la implementación del programa.

4.1 Resultados de la prueba diagnóstica

Como lo mencionamos inicialmente, la prueba diagnóstica buscaba indagar sobre las ideas y conceptos previos que cada uno de los estudiantes tenía acerca de la astronomía, sus habilidades científicas y el interés o expectativas acerca del programa. Este análisis se hace de forma general teniendo en cuenta el vocabulario usado por los estudiantes en sus respuestas, posibles conceptos erróneos o acertados en temas de astronomía, y el interés o actitud hacía el tema; sin embargo, los resultados detallados se pueden encontrar en el anexo D. Es importante aclarar que al momento de responder la prueba se les pidió responder de la manera más honesta posible y que en ningún caso había respuestas correctas o erróneas.

Habilidades de observación:

Describe cómo cambia el cielo durante el día y la noche. ¿Qué puedes observar en el cielo en cada momento?

Hay una gran variedad de respuestas, aunque coinciden en ciertos aspectos. Gran parte de ellos puede observar el cambio de luz durante el día y la noche *("que en la mañana es soleado y el cielo se ve azul pero cuando va anocheciendo se vuelve un tono anaranjado y luego es oscuro")*. Particularmente asocian este cambio de día y noche con los colores del cielo y con la aparición de Sol y la Luna *("en el día esta en un tono de azul claro con nubes y el sol. en la noche es un azul oscuro con estrellas y con la luna.").* Algunas respuestas un poco más elaboradas relacionan el movimiento de la Tierra e incluso mencionan el concepto de rotación, además de utilizar el concepto de luz más allá de simplemente la noción de color *("es por la rotacion de la tierra y se ve como cambia la luz y el color del cielo").* Son conscientes de un cambio de temperatura en cada uno de estos momentos, además de reconocer que hay algunos colores que solo se presentan durante el atardecer. Algunos de ellos asocian el medio día con el punto más caliente durante el día e incluso reconocen que el Sol se mueve a lo largo del día mientras están en el colegio. Si bien son muy pocas las respuestas que apelan a un conocimiento científico para explicar estos cambios, si es posible ver que cada una de sus explicaciones se basan en sus observaciones diarias, en su experiencia. Por lo que sus argumentos se sustentan en elementos específicos visibles durante cada uno de estos momentos. Por ejemplo, el hecho de asociar la noche con la Luna, las estrellas y la oscuridad, o incluso pensar en los diferentes colores del cielo a medida que avanza el día.

Formulación y refutación de hipótesis:

¿Crees que las estrellas solo son visibles de noche?

En este caso hay diferentes niveles en los que se podrían calificar las respuestas. En primer lugar, hay varios estudiantes que reconocen al Sol como una estrella y lo utilizan como manera de contraejemplo para la pregunta *("no porque se ve el sol en el dia y el sol es una estrella")*, además de mostrar cierto de nivel de argumentación al refutar la hipótesis planteada por medio de un ejemplo. Aunque algunos estudiantes no establecen explícitamente que el Sol es una estrella, saben que las estrellas son visibles en todo momento pero debido al brillo del Sol no es posible verlas durante el día *("Si, aunque siempre están no se ven de día porque el brillo del sol es más brillante que el de las estrellas"),* por lo que, aunque muy leve, hay una percepción de lo que es el brillo de un

objeto, *("No,por que de la nada no van a aparecer es simplemente que siempre están ahí simplemente que como la luz del sol es muy fuerte no se ven.")*. Por otro lado las respuestas que son afirmativas se basan de nuevo en el brillo de las estrellas y la necesidad de condiciones específicas, como un cielo oscuro para poder verlas, *("si porque como el cielo es oscuro y las estrellas son claritas entonces se pueden ver").*

Método científico:

¿Qué harías para descubrir cómo cambian las fases de la Luna a lo largo del mes?

Si bien no hay una respuesta que muestre un paso a paso detallado de cómo llevar a cabo dicho experimento, muchos de ellos acuden a la observación como una herramienta fundamental para argumentar sus respuestas, *("revisandola todas las noches para identificar las fases de la luna"),* además de incluir una toma de datos o un registro que se debe llevar a cabo para dicha investigación, *("Mirando a la luna y anotando como se ve durante cada día del mes"), ("hacer un seguimiento donde pueda escribir todos los cambios que tiene durante los días."),* e incluso en algunos casos se reconoce la necesidad de una investigación previa a la toma de datos, *("primero estudiaría las fases luego estaría mirando la luna por un mes para saber").* Aunque hay ciertas respuestas que pueden llegar a ser algo vagas o poco estructuradas, sí apuntan a una parte fundamental del proceso de toma de datos, el instrumento. Varios de los estudiantes, aunque no ahondan en su respuesta, sí dejan claro que es necesario un instrumento de observación como el telescopio.

Habilidades para tomar datos:

Si quisieras demostrar que la Tierra gira alrededor del Sol, ¿qué tipo de información necesitarías?

En las respuestas dadas por los estudiantes destaca principalmente la observación del planeta, es decir, ven necesario poder ver el planeta Tierra desde afuera para garantizar que efectivamente es el planeta que gira alrededor del Sol, *("necesitaría poner una cámara desde fuera de la tierra por un año y mostrar las pruebas"), ("llevaría satélites al espacio y observaría si la tierra gira alrededor del sol")*. Adicionalmente muchos de ellos recurren a la información ya existente y las herramientas tecnológicas, además de reconocer instituciones como la NASA. Dentro de las respuestas más informadas, se encuentra el

reconocimiento de la masa del Sol, y como esta puede tener influencia en porqué los planetas deben girar alrededor del Sol y no al contrario, ("*el sol es grande y el espacio es como una tela y más grande la masa mayor atracción por pequeños como los planetas y dan vueltas").*

Conocimiento en astronomía.

¿Qué es el Sol? ¿Cómo lo describirías?

Es claro dentro de las respuestas de los niños que muchos aún tienen esa idea de que el Sol es una gran bola de fuego en el espacio, *("una roca de fuego"), ("el sol es como la tierra solo que el sol es de puro fuego."), ("el sol es una estrella de fuego enorme"), ("es una estrella gigante que quema y brilla"), ("como una bola de fuego")* y que esta es la razón del por qué calienta la Tierra, *("es como una fuente de luz que ilumina el mundo pero es un poco caliente"), ("yo pienso que es una estrella pero que nos brinda luz a los seres humanos.").* Gran parte de las respuestas inician especificando que el Sol es en efecto una estrella, e incluso que está compuesta de gases, *("es un montón de gases que dan luz, no fuego, no lava").* Aunque en unos pocos casos se llegan a mencionar elementos químicos como el hidrógeno y el helio, *("Una gran masa de hidrógeno y gases calientes que iluminan y calientan los planetas"), ("Una gran masa de hidrógeno y gases calientes que iluminan y calientan los planetas").* Del total de las respuestas para esta pregunta solo se presentaron dos respuestas en las que se considera el Sol como un planeta, *("el sol es un planeta muy importante para la tierra ya que si el sol no existiera no habria vida."), ("El Sol es lo que brilla y está la luz y es uno de los 8 planetas").*

En general hay ciertas ideas que suelen ser muy comunes en estudiantes de primaria, como por ejemplo considerar el Sol como algo que está ardiendo constantemente, o que su calor se debe al fuego en su superficie. Sin embargo, es interesante ver el manejo de un vocabulario relacionado con elementos químicos ya que según el currículo de la institución en grado quinto solo se trabaja una concepción muy leve de lo que es un átomo, por lo que esto refleja un interés particular por indagar sobre temas relacionados con la astronomía.

¿Qué tan lejos crees que están las estrellas de la Tierra comparadas con la distancia entre la Tierra y la Luna?

Todos los niños coinciden en que las estrellas se encuentran mucho más lejos que la luna, aunque no hablan con precisión sobre la distancia; sin embargo, algunos de ellos se arriesgan a dar distancias en kilómetros, (*"Técnicamente no sabríamos exactamente ya que las estrellas están por todo el universo, pero podríamos decir que estarían a demasiados kilómetros como 1,000,000 de kilómetros, pero puede haber estrellas a 1,500 kilómetros o a 2,000 de kilómetros")*. Uno de los argumentos más utilizados por los niños se debe a la comparación de tamaño de la Luna y las estrellas en el cielo, (*"Muy lejos porque la luna se ve grande y las estrellas son chiquitas, pero se ven"*), ("yo creo que las estrellas están más lejos que la luna por qué algunas estrellas pueden llegar a ser más grandes que la luna pero las estrellas nunca se ven más grandes que la luna"),

Nombra los planetas que conoces y menciona alguna característica de uno de ellos.

Hay muy pocas respuestas que mencionen los ocho planetas del sistema solar. En su mayoría mencionan entre tres y siete, generalmente a Júpiter y a Saturno por sus anillos, a Marte por su color rojo, a Urano por ser uno de los más fríos, y a Mercurio y Venus como los planetas más calientes por ser cercanos al Sol. Hay algunas respuestas que mencionan incluso al Sol y a la Luna como planetas del sistema solar, *("tierra , neptuno, luna"), ("sol, venus, tierra, marte, júpiter, saturno, urano y Neptuno"), ("tierra, pluton ,jupiter, sol, luna, marte ,neptuno, saturno, urano, marte,").*

¿Por qué tenemos día y noche? Explica con tus palabras

Varias de las respuestas muestran un conocimiento acerca de la rotación de la Tierra y cómo está influye en el cambio entre el día y la noche, *("La tierra orbita sobre el sol y sobre su eje lo que hace que el sol alumbre una parte del mundo mientras que en la otra parte del mundo no hay luz."), ("Por la rotación de la Tierra.")* algunas de ellas muestran al Sol y a la Luna como objetos estáticos y a la Tierra como el objeto que se mueve alrededor de ellos, *("Porque la tierra rota todo el tiempo y la luna y el sol se encuentran en un lugar. Eso hace que se haga día y noche.")*. También entienden que mientras una cara de la Tierra da al Sol, la otra da a la Luna y es lo que permite que algunos países estén de noche mientras otros de día.

¿Por qué crees que hace más calor en verano y más frío en invierno?

La gran mayoría de las respuestas de los estudiantes se enfocan en la distancia entre el Sol y la Tierra, *("por que el sol se acerca más al planeta").* Algunas de ellas asocian la Luna como un factor importante para el invierno, *("por que en verano se acerca más al sol y en invierno se acerca más a la luna")*. Por lo que para ellos el verano se produce porque nos acercamos mucho al Sol y por lo tanto se genera más calor en la Tierra. Solo una de las respuestas apunta a la forma de la Tierra y a su inclinación, y a que ello afecta la forma en que la luz del Sol incide en la Tierra, *("Por el eje de rotación de la tierra, pues a medida que cambia hace más calor o más frío depende de la posición de la tierra").*

Frente a este aspecto de conocimientos astronómicos, el grupo de estudiantes se muestra heterogéneo. Es claro que varios de ellos tuvieron algún tipo de experiencia relacionada con el sistema solar y en su mayoría son capaces de reconocer los planetas, y más aún identificar el Sol como una estrella. También es posible ver que hay estudiantes algo más avanzados que son capaces de hablar acerca de la composición del Sol, y mencionar incluso elementos como el hidrógeno y el mercurio. Por otro lado, también están aquellos estudiantes que tal vez no han tenido un acercamiento a la astronomía de forma reciente, y se pueden ver aún algunas confusiones respecto al concepto de planeta, o a las características del Sol.

Actitud hacia la Ciencia y la Astronomía

¿Crees que lo que aprendemos en ciencia es útil para la vida diaria? Dame un ejemplo.

Gran parte de los estudiantes reconocen que la ciencia es una parte fundamental para obtener avances tecnológicos y útil para su vida diaria, es decir, lo ven como un camino para dar respuesta a situaciones que se presentan a su alrededor, *("si, la ciencia y investigaciones puede ayudar a prevenir enfermedades y hasta detectar desastres naturales para evacuar a las personas con tiempo"), ("Si, así podremos saber cosas útiles para la vida como por ejemplo las células son importantes para el cuerpo la vida, animales, practicamente cosas vivas.", ("sí es muy útil como por ejemplo: ¿cómo sabemos que el huevo se cocina?").* Sin embargo, algunos consideran que la importancia hacía la ciencia se da dependiendo de tus necesidades, es decir, si deseas estudiar algo diferente que no esté relacionado con las ciencias, entonces estas no son tan importantes.

¿Te gustaría aprender más sobre el espacio y los planetas? ¿Por qué?
Hay un interés variado entre los estudiantes. Algunos de ellos se muestran ansiosos de conocer más acerca del espacio y de la astronomía, porque desean saber más acerca de otras galaxias o planetas. Aunque algunos de ellos no desean conocer sobre un tema específico, si poseen un interés por saber más sobre el espacio. Y algunos de ellos realmente no tienen interés en la astronomía, ya sea porque lo ven como una carga de trabajo adicional o porque no le ven importancia alguna en sus vidas.

En general hay un conocimiento básico acerca del sistema solar, en cuanto al reconocimiento de ciertos planetas y elementos de este; sin embargo, en su gran mayoría se presentan confusiones acerca de ciertos conceptos como planeta, satélite, o incluso se llegan a presentar ideas acerca del Sol como planeta. En cuanto a sus habilidades científicas, hay un fuerte en cuanto a sus habilidades de observación, muchos de ellos logran describir con claridad los cambios que se pueden ver a lo largo del día durante el paso del día y la noche. En cuanto a la formulación de hipótesis si bien no hay una estructura clara frente a la formulación de una hipótesis muchas de las respuestas se basan en hechos ya sea por su conocimiento propio o por observaciones. Finalmente, es interesante ver que, a pesar de no tener una estructura definida en cuanto a la ejecución del método científico, logran establecer como primer paso la observación y en varios casos mencionar instrumentos que les podrían ayudar a tomar datos e incluso se menciona el registro de dichos datos como parte del proceso.

4.2 Resultados actividades diseñadas

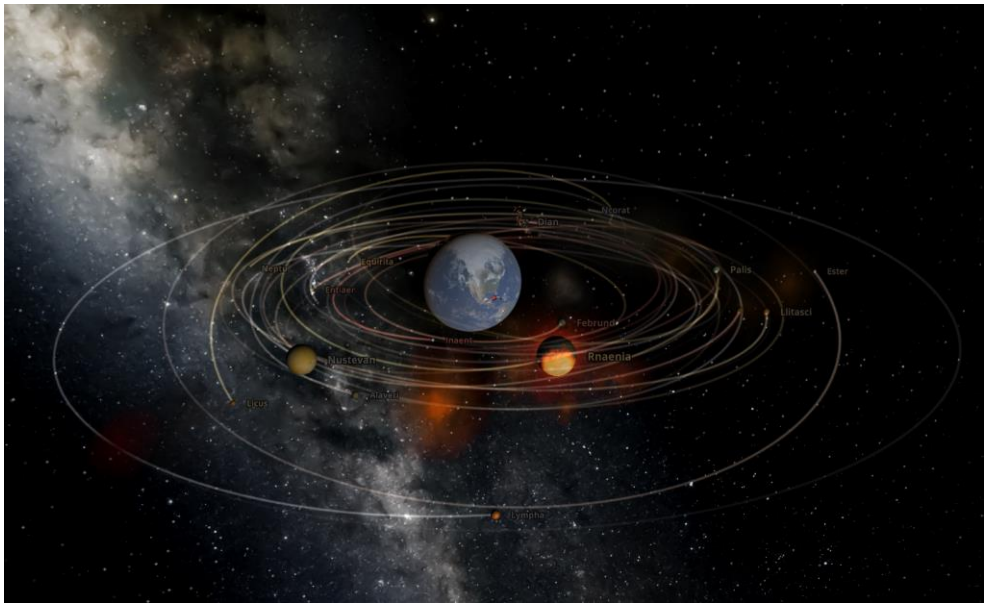
El análisis de esta sección comprende el cuerpo principal del programa y se basa en tres aspectos importantes que pueden dar cuenta del impacto de las experiencias en los estudiantes. El primero de estos aspectos son las preguntas realizadas por los estudiantes durante la actividad, ya que estas son clave para determinar los conceptos previos de los estudiantes, así como su nivel de razonamiento, además de ser las que guían el desarrollo de la experiencia. El segundo aspecto es la reflexión del docente, parte de esta reflexión

surge de las observaciones realizadas durante la actividad y busca relatar la experiencia desde la perspectiva del docente. Finalmente, el tercer aspecto es fundamental, ya que es el que nos permite evaluar el verdadero impacto en el proceso de aprendizaje del estudiante, estas son las reflexiones de los estudiantes. A través de las rutinas de pensamiento se busca explorar este proceso de metacognición en los estudiantes, acerca de las diferentes actividades.

4.2.1 Actividad: Nuestro lugar en el universo

Las preguntas formuladas por los estudiantes tras la fase de exploración indican un nivel de compromiso más allá de la simple curiosidad. Cuestionamientos como "¿Cómo podemos ver imágenes de los planetas si están tan lejos?", "¿Si nunca hemos visitado otros planetas como sabemos de qué están compuestos?" o "¿Por qué los planetas gaseosos tienen más lunas?" demuestran cierto nivel de profundidad que refleja el cómo se observa el mundo, pero también el cómo funciona y cómo se conectan los conceptos científicos. Estas preguntas son un indicador clave de que los estudiantes comenzaron a adoptar una postura de indagación, una habilidad fundamental en la alfabetización científica, al cuestionar la evidencia y buscar explicaciones en lugar de solo aceptar datos. Esto también demuestra la capacidad de enganchar a los estudiantes a través de la astronomía, si bien muchos de ellos tuvieron cierto rechazo frente a las actividades, el uso del simulador permitió ese primer encuentro un poco más llamativo.

Figura 4-1. Simulación realizada por estudiante.



La elección de la herramienta fue un acierto. El uso de la aplicación *Universe Sandbox* (Figura. 4-1) actuó como un puente, entre los conceptos un poco más abstractos a uno más que capturó el interés inmediato de los estudiantes. Antes de hacer uso de la aplicación se les solicitó a los estudiantes plantear hipótesis acerca de lo que podrían experimentar dentro del simulador, y aunque muchas de ellas se plantean como preguntas, estás mostraban un interés genuino por estudiar diferentes fenómenos en el espacio. Por ejemplo, algunas de las hipótesis planteadas se relacionaban con impactos de meteoros contra los planetas, cambios de planetas por otros más masivos, e incluso la posibilidad de tener a la Tierra como el centro del sistema solar. (Figura. 4-2). Esta posibilidad permite trabajar conceptos y objetos que pueden llegar a ser un poco lejanos a la realidad de los estudiantes; sin embargo, la aplicación les brindó la posibilidad de tener su propio laboratorio del sistema solar. Al experimentar libremente, creando sus propios sistemas solares o alterando variables como la masa de una estrella, se enfrentaron de manera indirecta a conceptos abstractos como la gravedad.

Figura 4-2. Hipótesis realizada por estudiantes I.

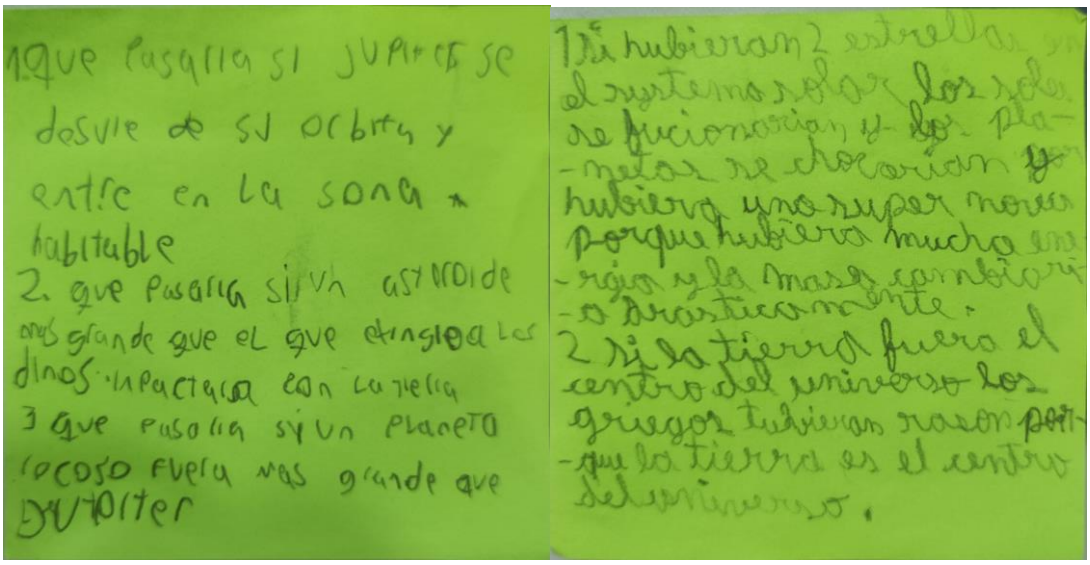
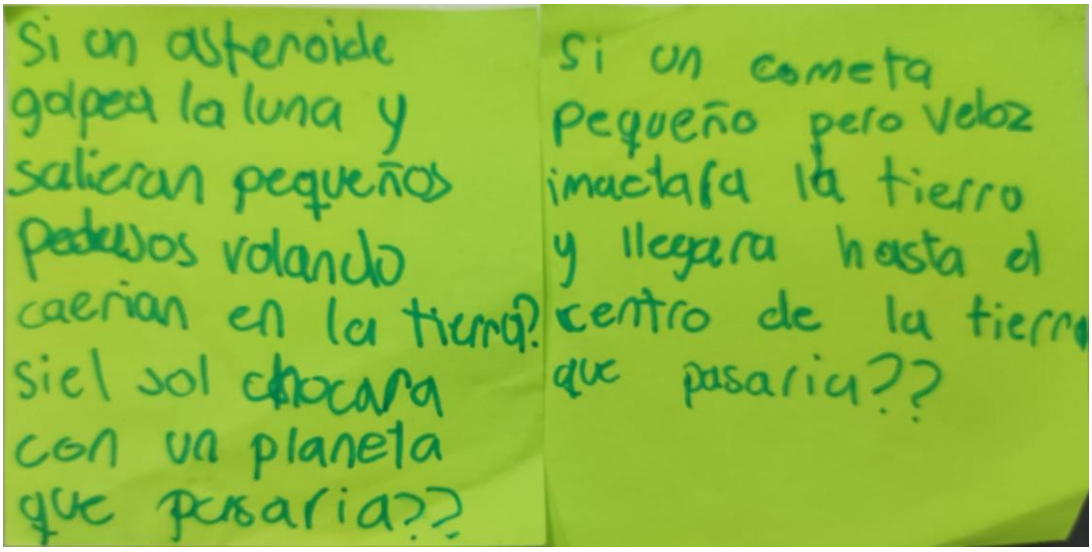


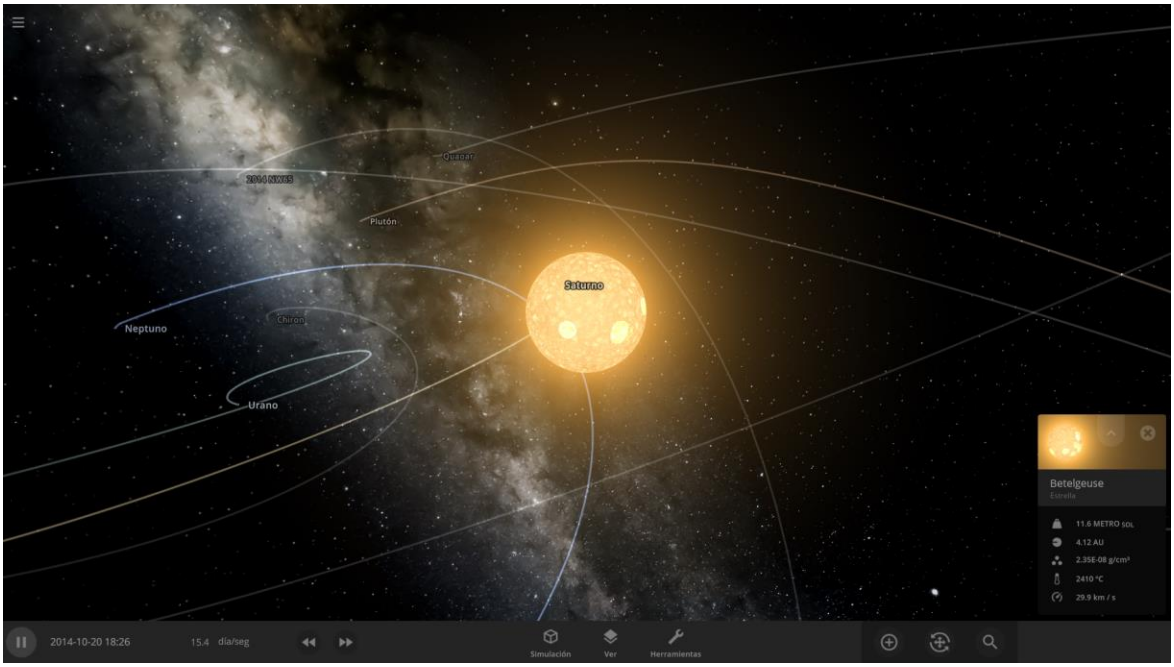
Figura 4-3. Hipótesis realizada por estudiantes II.



Gracias al uso del simulador muchos de los estudiantes pudieron poner a prueba esas preguntas o hipótesis que se habían formulado antes de iniciar. (Figura. 4-3). Y aunque sus confirmaciones o refutaciones de sus hipótesis no hacen uso de un lenguaje disciplinar específico y concreto como, por ejemplo, hablar de la gravedad que atrae a los planetas,

si hacen referencia a lo que pueden observar, es decir, muchos estudiantes que se habían preguntado acerca de qué hubiese pasado si el Sol desapareciera del sistema solar, lograban argumentar oraciones como “debido al tamaño del Sol” o “El Sol era tan grande que jalaba a los planetas”. Aunque esto no corresponda a un uso adecuado propiamente dicho de los conceptos, si establece una relación clara con sus habilidades de observación y la manera en que argumentan a partir de lo observado en su experimentación.

Figura 4-4. Simulación realizada por estudiante II.



Las reflexiones de los estudiantes muestran una consolidación del aprendizaje y un cambio actitudinal frente a las experiencias, hay un interés por seguir aprendiendo acerca del universo. En sus rutinas de pensamiento, no sólo mencionaron características específicas de los planetas, sino que lograron ver la aplicación, o el uso de la tecnología, como una herramienta para explorar y poner a prueba esas dudas que surgen y que se dificulta poner a prueba físicamente, (Figura 4-4), y esto demuestra el desarrollo de habilidades de observación y análisis. Quizás el hallazgo más importante es el cambio en su disposición: estudiantes que inicialmente declararon no tener interés en la astronomía manifestaron un disfrute genuino y el deseo de "saber más acerca del universo", ampliando su curiosidad hacia fenómenos más complejos como agujeros negros y exoplanetas. Este cambio de

una actitud pasiva a una de indagación activa y el desarrollo de la capacidad para observar, cuestionar, modelar y argumentar, demuestran de manera integral que la actividad sentó una base sólida y efectiva para el fomento de la alfabetización científica.

Figura 4-5. Ejemplo 1 de rutina de pensamiento de la Actividad 1.

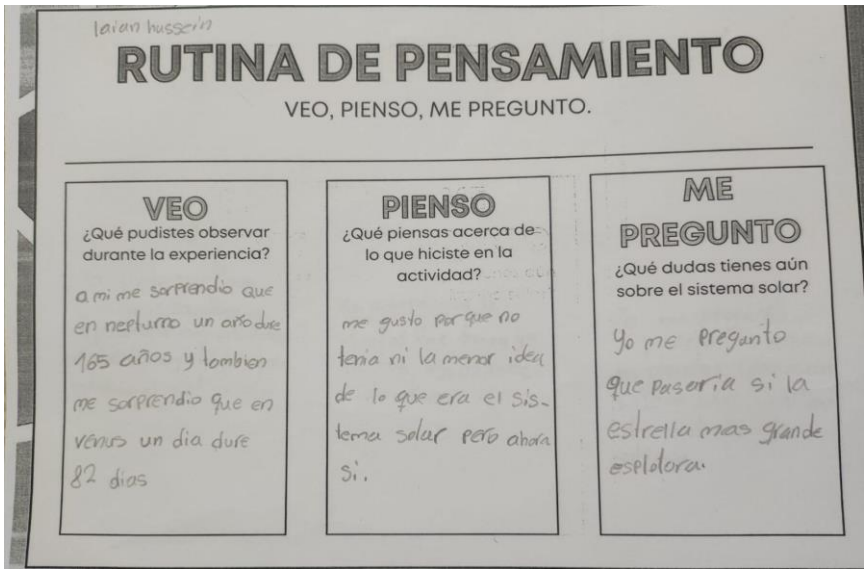
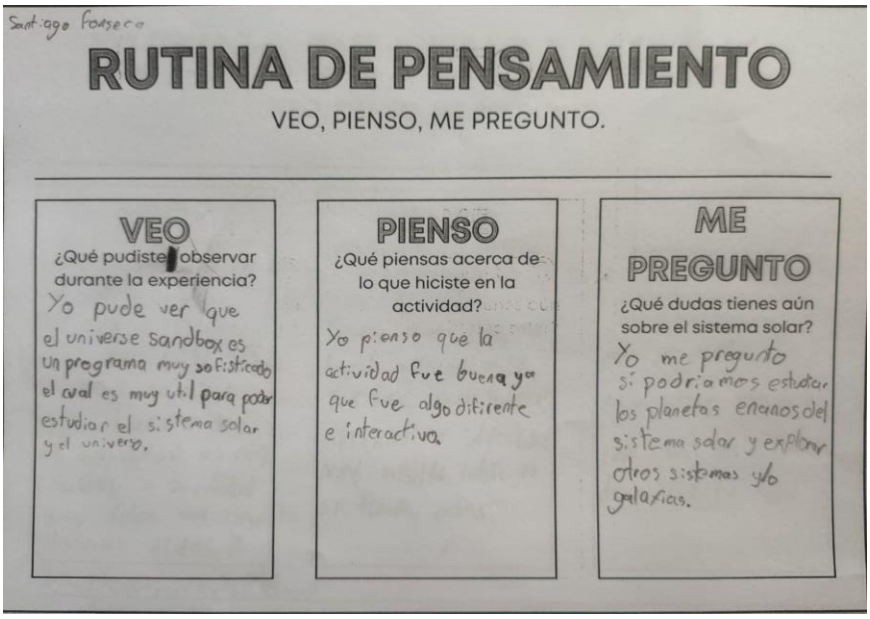


Figura 4-6. Ejemplo 2 de rutina de pensamiento de la Actividad 1.


Santiago Fonseca

RUTINA DE PENSAMIENTO

VEO, PIENSO, ME PREGUNTO.

VEO

¿Qué pudiste observar durante la experiencia?

Yo pude ver que el universe sandbox es un programa muy sofisticado el cual es muy util para poder estudiar el sistema solar y el universo.

PIENSO

¿Qué piensas acerca de lo que hiciste en la actividad?

Yo pienso que la actividad fue buena ya que fue algo diferente e interactiva.

ME PREGUNTO

¿Qué dudas tienes aún sobre el sistema solar?

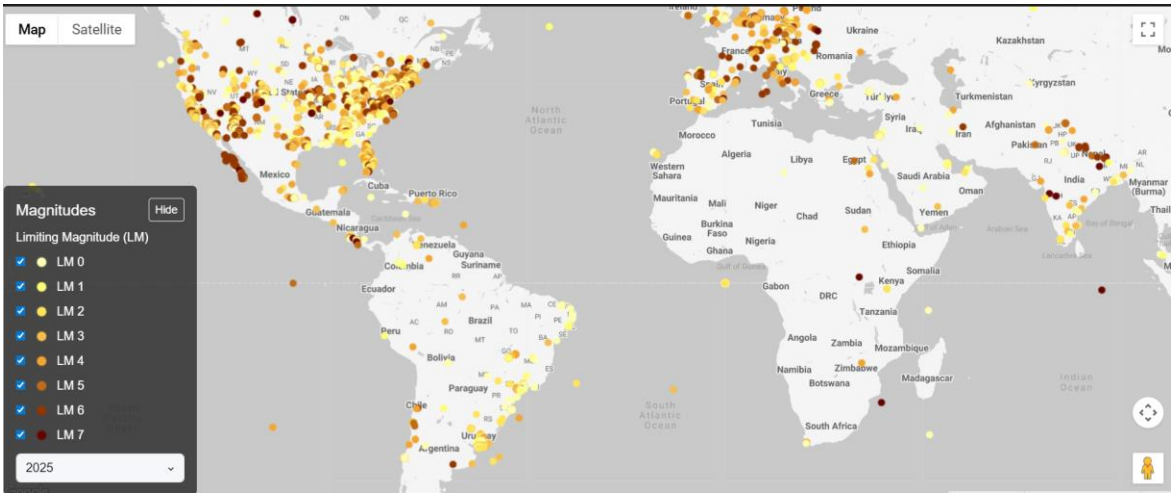
Yo me pregunto si podriamos estudiar los planetas enanos del sistema solar y explorar otros sistemas y/o galaxias.

4.2.2 Actividad: Exploradores del cielo nocturno

El concepto de contaminación lumínica tuvo una gran conexión con el tema transdisciplinario “Cómo compartimos el planeta”. Permitió trabajar desde la observación astronómica hacia la comprensión de un problema socio-científico complejo. Las preguntas formuladas por los estudiantes durante esta fase muestran un avance frente a las conexiones que vienen realizando entre conceptos y los temas transdisciplinares. Inicialmente, surgieron preguntas de observación y localización como "¿Por qué el cielo se ve diferente en algunas partes?" y su aplicación directa al contexto local, "¿Por qué en Bogotá no hay casi estrellas?". Sin embargo, a medida que avanzó la indagación las preguntas empezaron a conectar un poco más las implicaciones y consecuencias del fenómeno, con preguntas como "¿Todos los animales se ven afectados por la contaminación lumínica?", "¿Por qué gran parte de los postes en la ciudad contaminan sí hay diseños que reducen la contaminación?" y algunas pensadas a un impacto futuro, "¿En un futuro dejaremos de ver las estrellas?". Este cambio en el enfoque de las preguntas

evidencia que los estudiantes no solo buscaron entender el "qué", sino también el "porqué" y el "para qué", conectando el fenómeno astronómico con la tecnología, el medio ambiente y la sociedad.

Figura 4-7. Mapa interactivo de Globe At Night.[4]



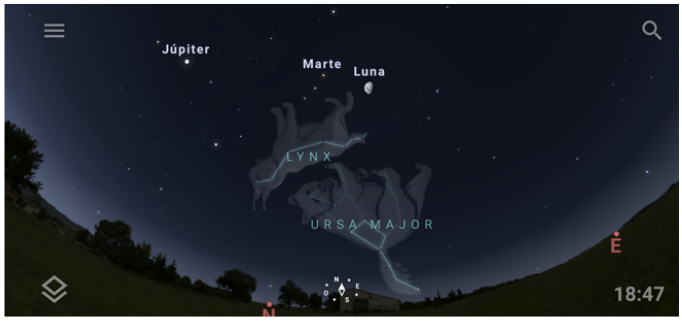
El haber abordado el tema de la contaminación lumínica desde el ejemplo a través de los mapas y el impacto en la naturaleza partiendo de un conocimiento previo casi nulo sobre el tema, los enganchó y permitió conectar la contaminación lumínica con su impacto en la fauna, lo que permitió conectar desde la empatía y el cuidado por el medio ambiente. A través del proyecto *Globe At Night* fue posible hacerlos partícipes de algo más grande de lo que podían hacer parte. Más importante aún fue la transición de los estudiantes de ser observadores a ser participantes activos del proyecto, involucrándose en la recolección de datos de la constelación de Orión. (Figura 4-7). El poder indagar acerca de una de las constelaciones más importantes y permitirles tener un espacio en casa acompañados por la familia para observar el cielo nocturno los enganchó aún más, ya que las familias motivaron aún más la actividad y permitían a los estudiantes tener un espacio alejados de la luz artificial para adaptar sus ojos y acompañaban el proceso de observación. Cada día

[4] Tomado de Globe At Night Project: https://app.globeatnight.org/map

llegaban con sus datos nuevos acerca de lo que habían observado durante la noche, e incluso se sentían algo decepcionados cuando las condiciones climáticas no les permitían realizar la observación.

Figura 4-8. Ejemplo de registro llevado a cabo para *Globe At Night.*

Día: 5,		**Mes: 4**			**Año: 2025**		
Hora: 8:48 pm		**País: Colombia**					
Latitud: Latitud Norte: 4° 35'56"				**Longitud:** Longitud Oeste de Greenwich: 74°04'51"			
Cobertura nubes: el que sea rojo	Claro		¼ del cielo		½ del cielo	Más de ½ del cielo	
MAGNITUD:	1	2	3	4	5	6	7
Comentarios sobre el lugar y el cielo: **Hay un poste cerca y que en el sur esta muy nublado pero en el norte no tanto.*							



Finalmente, las reflexiones de los propios estudiantes muestran un avance en una de las habilidades más importantes en la alfabetización científica y es la capacidad de reflexionar y actuar de manera ética. Sus reflexiones demuestran una conexión directa entre el problema estudiado y su propia vida, al conectar sus "hábitos diarios en casa con el manejo de la luz" (Figura 4-8). Las reflexiones muestran una preocupación no solo por la pérdida de la visibilidad de las estrellas, sino que fue más allá, pensando en generaciones futuras y el daño al medio ambiente, manifestando un deseo de "cuidar de los animales" y "permitir a otras generaciones ver estrellas en el cielo". Dentro de las soluciones planteadas muchos reconocieron que medidas como "prohibir el uso excesivo de luces" podrían generar "incomodidades con el resto de las personas", entendiendo que las soluciones científicas y tecnológicas deben considerar el contexto social (Figura 4-9). Esta capacidad para analizar un problema desde múltiples perspectivas y comprender sus dimensiones éticas y sociales es un indicio de un pensamiento crítico.

Figura 4-9. Ejemplo 1 rutina de pensamiento actividad 2.

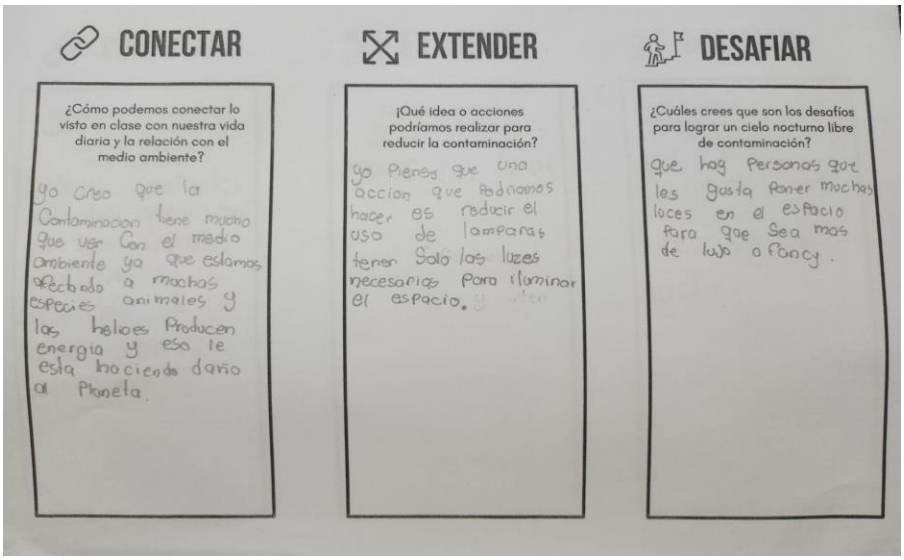
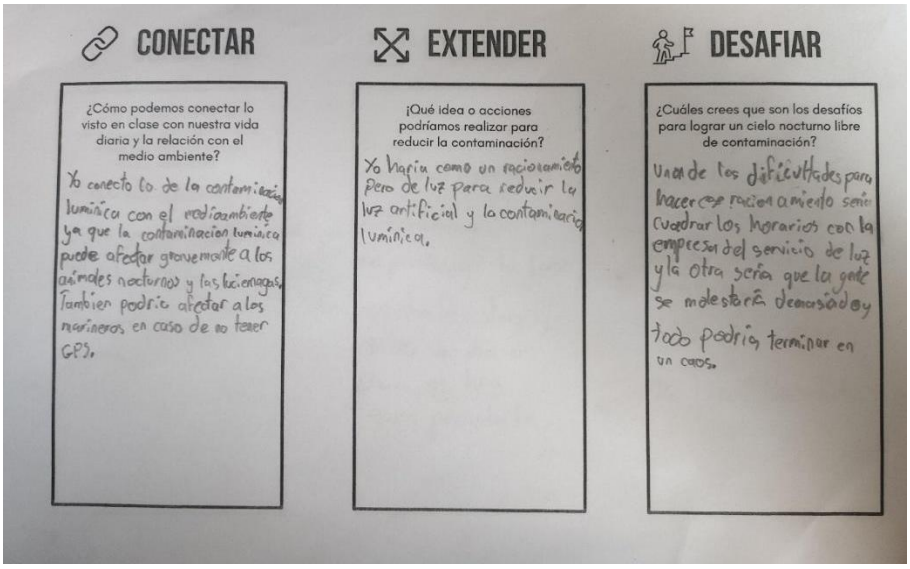


Figura 4-10. Ejemplo 1 rutina de pensamiento actividad 2.



4.2.3 Actividad: Nuestra cultura y el cielo.

El objetivo de esta actividad era conectar las formas de expresión, como el arte, y la cultura creada a través de la astronomía. El libro Cuentos de estrellas (Maaouia et al., 2011), fue un gran elemento de enganche para conectar la cultura y los elementos del sistema solar, a medida que los estudiantes leían las diferentes historias lograban reconocer en sus relatos esos elementos del universo que ya conocían como planetas o estrellas (Figura 4-11). Dentro de los productos y reflexiones se puede ver que los estudiantes realmente lograron conectar con la creatividad, la historia y la identidad. Las preguntas formuladas son un claro ejemplo de ello. Cuestionamientos como "¿Cómo se crearon las figuras de las constelaciones?" y "¿Por qué la gente usaba las estrellas para crear figuras relacionadas con su cultura?" muestran conexiones entre el concepto científico y el aspecto cultural y humano. Los estudiantes comenzaron a indagar sobre el proceso de construcción de significado, una parte importante del conocimiento científico. Preguntas como "¿Por qué todos usamos las mismas figuras para las constelaciones?" "¿Las estrellas son todas iguales desde cualquier parte del mundo?" muestran una conexión entre lo universal y lo cultural, es decir los estudiantes están desarrollando una comprensión más sofisticada de que el conocimiento está situado y depende de la perspectiva del observador.

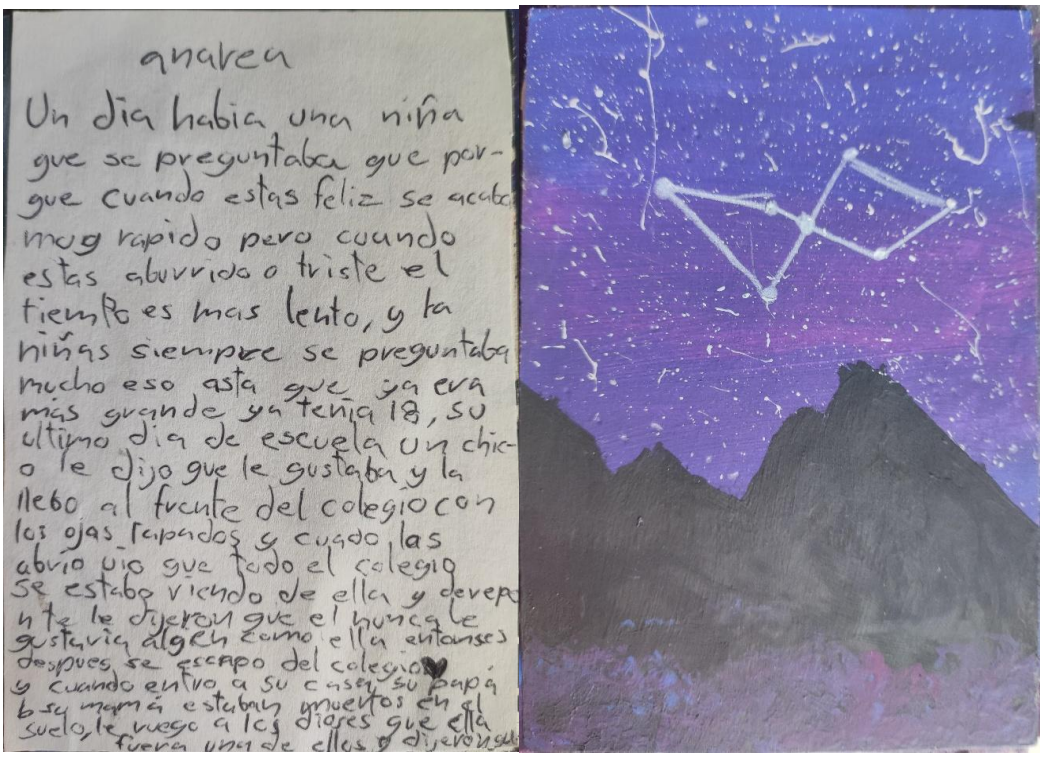
Figura 4-11. Libro *Cuentos de estrellas.*[5]

La integración de las artes fue importante para enganchar a los estudiantes y conectar estos aspectos culturales con los conceptos científicos propios de la astronomía (Figura 4-12). Proponer un proyecto que involucra el dibujo y la escritura creativa, logró motivar a los estudiantes de una manera diferente, apelando a sus habilidades de comunicación y expresión. Que a su vez refuerza el enfoque transdisciplinar de la escuela primaria, donde la lengua, las artes y las ciencias pueden trabajar como uno solo (Fig 4-13). El uso de la aplicación *Stellarium* fue nuevamente un recurso tecnológico clave, ya que permitió visualizar las representaciones mitológicas en 3D superpuestas en el cielo estrellado. Esta herramienta no solo sirvió como un recurso visual, sino que actuó como un puente entre el dato astronómico (la posición de las estrellas) y la narrativa cultural, haciendo la conexión mucho más concreta.

[5] Ros, R. M. (2011). *Cuentos de estrellas*. Equipo Sirius.

Figura 4-12. Ejemplo producto de la constelación.

Figura 4-13. Ejemplo producto de la constelación e historia.



Las reflexiones muestran un interés genuino no solo en las figuras, sino en las historias y mitologías asociadas, preguntándose por qué y cómo las civilizaciones antiguas "veían estas figuras en el cielo". Comprendieron que las constelaciones eran una forma de "plasmar sus creencias", una forma de plasmar la cosmovisión de cada cultura (Figura 4-14). Parte importante de este proceso de aprendizaje fue la creación de sus propias constelaciones y, de manera significativa, la elaboración de historias originales para ellas. Al pasar de escuchar acerca de mitos de otras culturas, a ser creadores, pudieron hacer uso de su creatividad, y participar activamente en el mismo proceso de construcción de significado que estaban estudiando. Esta capacidad para entender la ciencia como un esfuerzo humano, creativo y cultural, más allá de un montón de objetivos y conceptos abstractos, representa un avance en su proceso hacía una alfabetización científica.

Figura 4-14. Ejemplo 1 rutina de pensamiento de la Actividad 3.

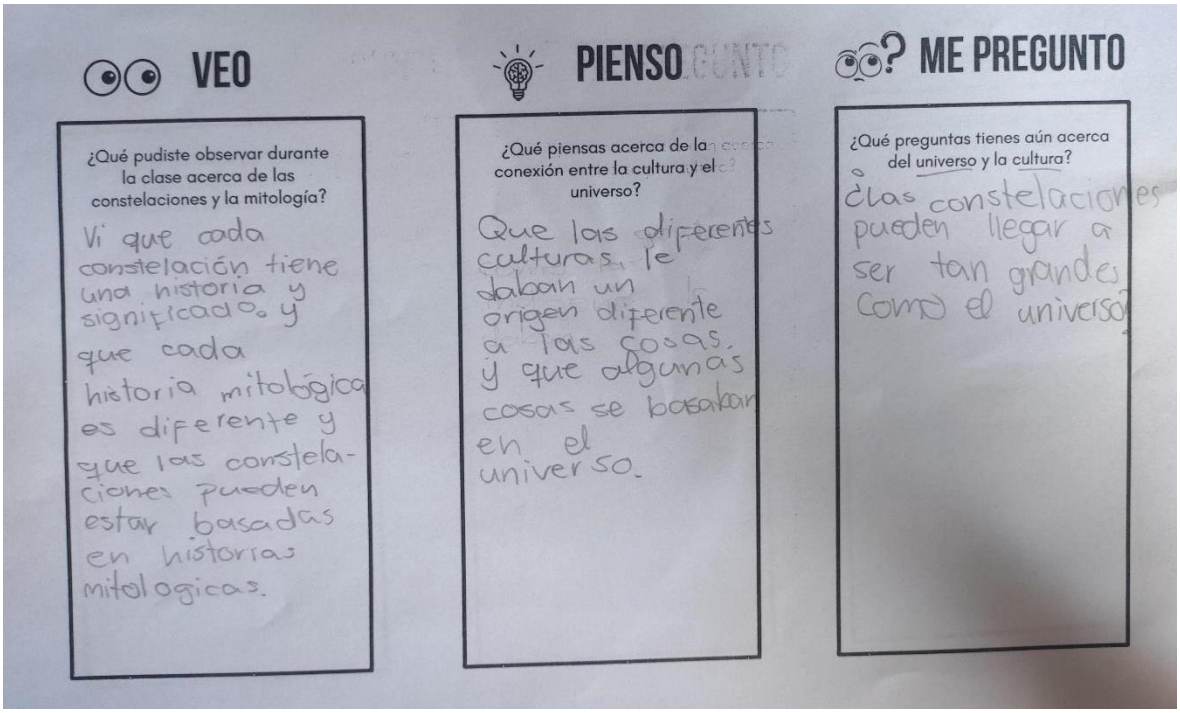
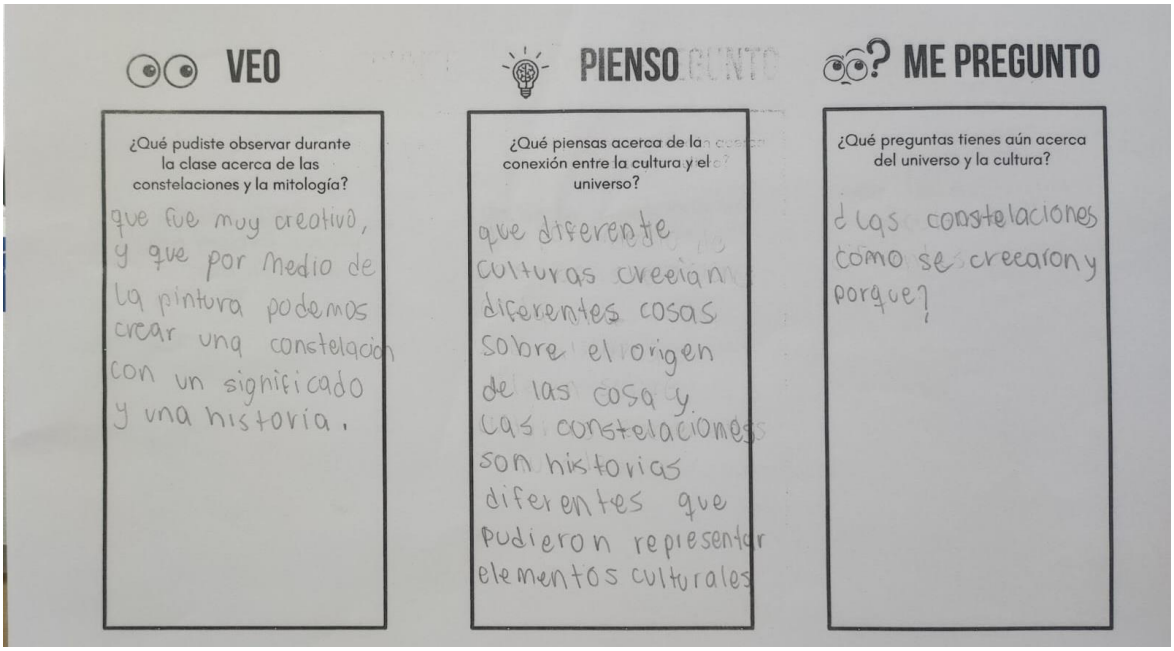


Figura 4-15. Ejemplo 2 rutina de pensamiento de la Actividad 3.



4.2.4 Actividad: Una vista desde el exterior de la Tierra.

El objetivo de esta actividad, "Una vista desde el exterior de la Tierra", se centra en la astronáutica y la exploración espacial, que a su vez se conecta con el tema transdisciplinar “Cómo funciona el mundo”. Las preguntas que surgieron inicialmente demuestran una visión de la exploración espacial que se enfoca particularmente en el ser humano (Misiones tripuladas), que en cierta medida se pueden ver condicionadas por la cultura popular. Cuestionamientos como "¿Por qué no hemos enviado más gente al espacio?", "¿Cuándo volveremos a enviar personas al espacio?" y "¿Alguna vez hemos estado en otros planetas?" muestran un poco ese imaginario sobre la exploración espacial. Además, preguntas como "¿Por qué en Colombia no tenemos algo similar a la NASA?" o "¿Por qué no se invierte más dinero en las misiones espaciales?" dejan ver un avance hacía un pensamiento crítico que empieza a considerar el contexto en el que viven, donde los estudiantes comienzan a conectar la ciencia y la tecnología con factores sociales, y económicos, una habilidad esencial para una alfabetización científica.

Figura 4-16. Aterrizaje del *Perseverance* en Marte.[6]

Esta actividad enfrentó un desafío importante, superar la fijación de los estudiantes con las misiones tripuladas. Sin embargo, el poder dirigir la exploración hacia misiones robóticas actuales y de gran relevancia, como el rover *Perseverance* y el telescopio espacial *James Webb*, utilizando los recursos interactivos de la NASA, permitió abrir un poco más el panorama. Esto no solo captó su interés, sino que amplió su definición de lo que significa "explorar el espacio". De nuevo la posibilidad de crear un espacio donde la creatividad es el protagonista principal, con la construcción libre de una misión espacial con arcilla, motivó aún más a los estudiantes. Al exigirles una "explicación racional y científica" para cada componente de sus modelos, se canalizó la imaginación hacia la aplicación de conocimiento, lo que permitió que la actividad fuese más allá de una simple manualidad.

[6] Tomado de la página NASA Eyes: https://eyes.nasa.gov/apps/mars2020/#/home

Figura 4-17. Producto Satélites.

Figura 4-18. Producto Satélites 2.

Finalmente, las reflexiones de los propios estudiantes muestran una clara apropiación del vocabulario técnico, ya que no solo lo usan, sino que lo aplican para describir los objetivos de diferentes misiones espaciales, algunas de ellas contaban con elementos como paneles solares para sus baterías, neumáticos especializados en ciertos terrenos rocosos e incluso antenas para enviar información de nuevo a la Tierra. La experiencia de explorar interactivamente el rover *Perseverance* y conocer sus componentes generó un aprendizaje significativo y duradero. Construir sus propias misiones, les brindó la posibilidad de ir más allá de la imaginación para darle un "sentido a su construcción", justificando el propósito de cada elemento. Su interés por seguir las misiones actuales y ver las imágenes que

proporcionan demuestra que la actividad logró cultivar una apreciación genuina por la ciencia y la ingeniería detrás de la exploración espacial. Pasaron de una visión limitada y centrada en el pasado a una comprensión más amplia y actual de la astronáutica, valorando tanto la exploración humana como la robótica.

Figura 4-19. Ejemplo 1 rutina de pensamiento de la Actividad 4.

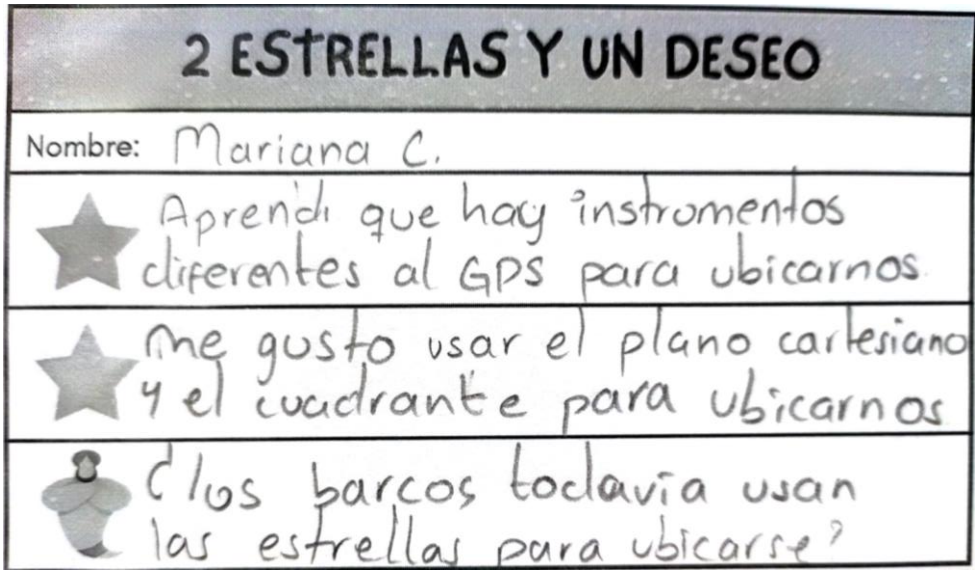
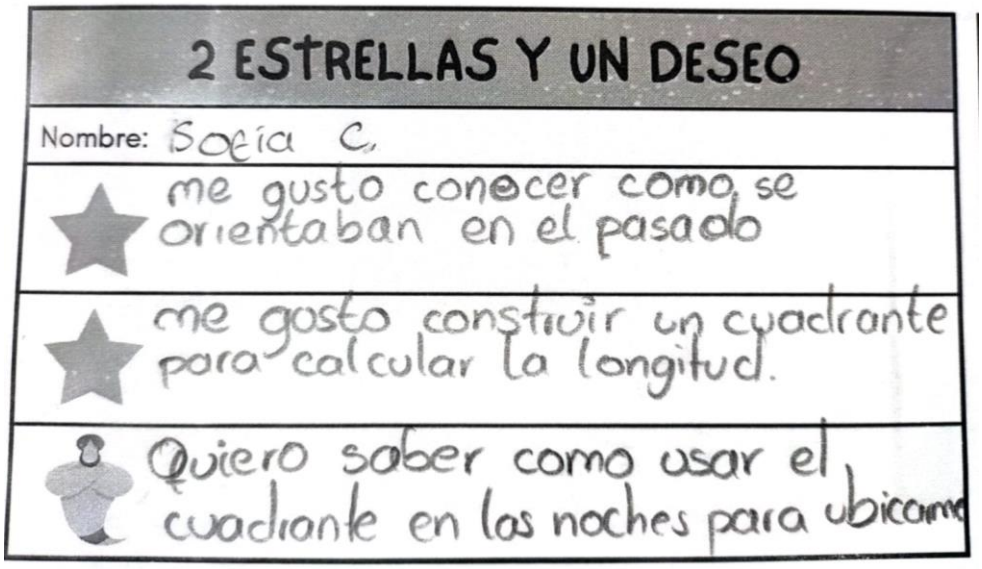


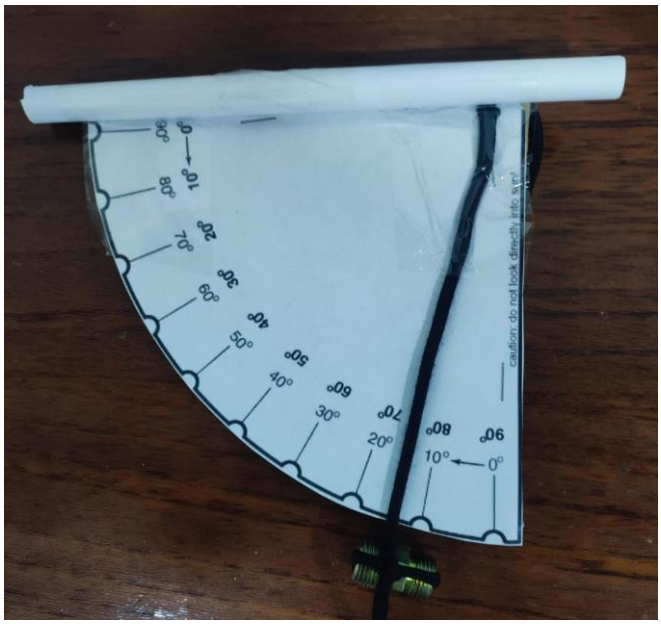
Figura 4-20. Ejemplo 2 rutina de pensamiento de la Actividad 4.



4.2.5 Actividad: Navegando por medio de las estrellas

La quinta actividad, "Navegando por medio de las estrellas", buscaba conectar con el tema transdisciplinario: “Dónde nos encontramos en el tiempo y en el espacio” buscando fortalecer habilidades clave de la alfabetización científica como la medición, el análisis de datos y la resolución de problemas. A partir de los diferentes objetos presentados a los estudiantes como mapas, brújulas, y algunas imágenes de objetos de medición antiguos como cuadrantes, sextantes y astrolabios, les permitieron plantear preguntas interesantes, “¿Cómo se orientaba la gente antes de tener Google Maps?" o "¿Cómo puedes viajar en el mar si está nublado?" que demuestran que dé a pocos se construyen conexiones entre conceptos astronómicos con un problema humano real y tangible: la navegación. Su indagación sobre la identificación de estrellas clave ("¿Cuál es la estrella más importante para ubicarse en el mar?") y las condiciones para la observación revela un pensamiento práctico y aplicado. Están empezando a entender que la ciencia no es solo un área de conocimiento, sino también una herramienta importante que ha sido históricamente vital para la supervivencia y la exploración.

Figura 4-21. Uso del cuadrante para calcular la latitud.

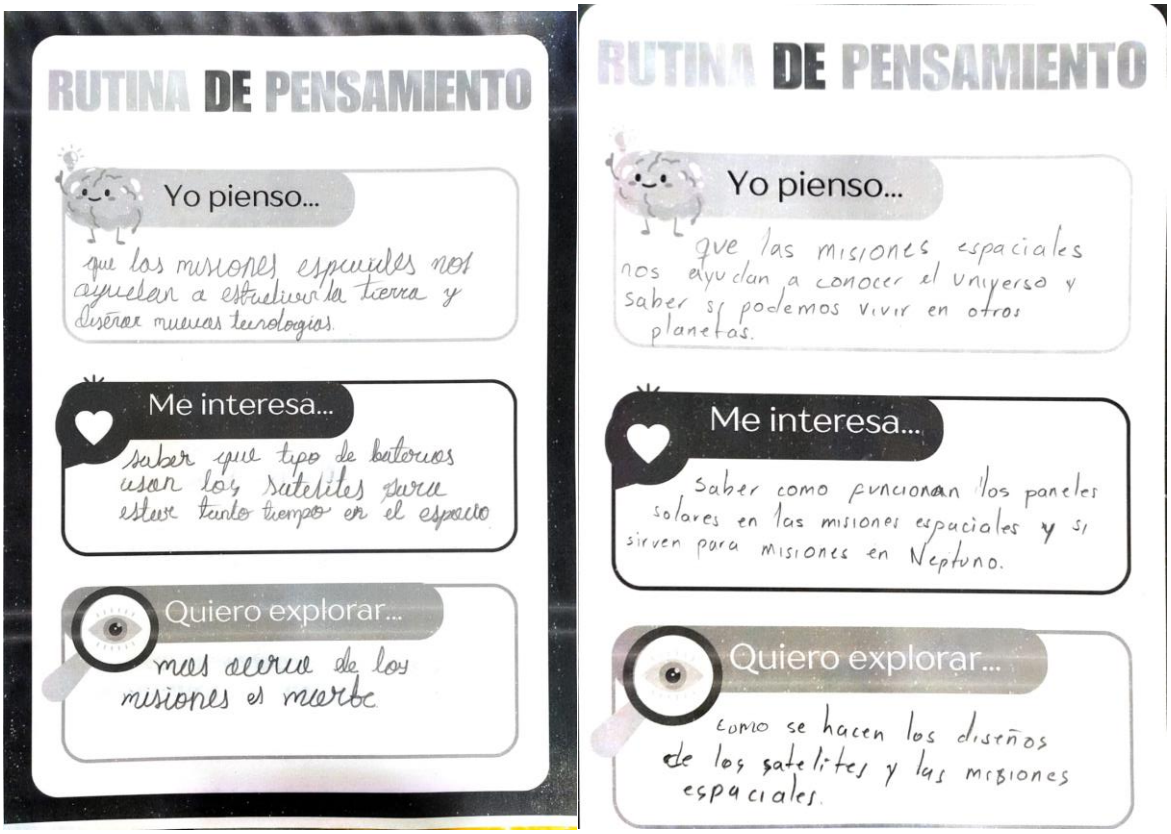


Desde la reflexión basada en la actividad, se pudo evidenciar un desarrollo de habilidades de medición y toma de datos. La creación del cuadrante y la posterior recolección de datos

de altura y grados de diferentes objetos permitieron a los estudiantes involucrarse directamente en el proceso científico. Esta no fue una simple observación, sino una medición que requería análisis posterior para calcular la latitud y ubicarse en un mapa. Aunque se tuvo la limitación de no poder realizar la observación nocturna real, la simulación del proceso con objetos a diferentes alturas cumplió el objetivo pedagógico de recopilar, registrar y analizar datos, una de las competencias más importantes del pensamiento científico. Los estudiantes no solo aprendieron sobre un método, sino que lo ejecutaron, enfrentándose a la necesidad de precisión y cálculo.

Las reflexiones de los propios estudiantes corroboran el impacto de este enfoque práctico. Manifiestan un interés específico en la observación y la medición, destacando que la actividad les ayudó a entender la importancia de la ubicación. Es significativo que sus preguntas a futuro se mantengan en esta línea práctica: desean saber sobre otros instrumentos de orientación y cómo identificar las estrellas clave por sí mismos. Esto indica que la actividad no solo les transmitió información, sino que despertó en ellos la agencia y la autonomía, dos componentes esenciales de una alfabetización científica funcional. Quieren adquirir la habilidad, no solo el dato. En conjunto, el interés por la aplicación histórica de la astronomía, la experiencia directa con la recolección y análisis de datos, y el deseo de adquirir habilidades prácticas de orientación demuestran un avance consolidado en su capacidad para utilizar el conocimiento científico de manera significativa y competente.

Figura 4-22. Ejemplos rutina de pensamiento de la Actividad 5.



5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

La presente investigación se propuso diseñar, implementar y evaluar un programa de astronomía con el fin de fortalecer la alfabetización científica en los estudiantes de grado quinto, todo guiado por el marco transdisciplinario del PEP. A lo largo del desarrollo del programa y la ejecución de las diferentes actividades planteadas se establecen conclusiones y puntos importantes sobre los cuales reflexionar.

En primer lugar, es importante reconocer a la astronomía como un vehículo perfecto para trabajar la ciencia desde un concepto transdisciplinar. No solamente permitió crear conexiones genuinas con diferentes áreas como las matemáticas (Actividades de medición), las ciencias sociales (Historia de la navegación), la lengua (Actividad de creación escrita), y las artes (actividad de creación libre), sino que además fue posible reflexionar con los estudiantes acerca de estos temas y su conexión con los temas transdisciplinares trabajados en el marco pedagógico del PEP. Así la astronomía se convirtió en un elemento más del currículum y no en una materia aislada sin relación alguna al contexto que día a día viven los estudiantes.

En segundo lugar, está el desarrollo de las habilidades de alfabetización científica, si bien es cierto que no podemos medir el avance exacto de estas habilidades, si es posible contrastar las reflexiones de los estudiantes a lo largo de la ejecución del programa planteado. En un inicio, parte de las preguntas que se planteaban se basaban en conceptos previos, o incluso en la cultura popular, pero a medida que avanzaban sus preguntas se sustentaban en hecho o incluso conectaban diferentes conceptos. Si bien durante la prueba diagnóstica se evidenciaron ciertos vacíos frente al planteamiento y solución de problemas, las actividades les dieron herramientas para cuestionar y dar

respuesta a dichos cuestionamientos desde un punto de vista informado y basado en datos recolectados. Vale la pena destacar que esta capacidad de cuestionamiento también es una parte fundamental de la alfabetización científica, el pasar de la observación de diferentes sucesos, a cuestionarse el porqué, el cómo y a quién, muestra un avance en las habilidades de observación, y parte del acierto reside en el modelamiento de las diferentes situaciones.

El uso de la tecnología, y en sí el uso de los modelos, permitieron aterrizar varios conceptos propios de la astronomía a un plano visible para los estudiantes, gracias a estos modelos como *Universe Sandbox,* proyectos como *Globe At Night,* e incluso la construcción del cuadrante. Estas experiencias de poder llevar esos objetos y conceptos que pueden llegar a parecer abstractos a un plano concreto, les permitió desarrollar y poner en práctica la habilidad más importante hacía una alfabetización científica exitosa, la experimentación. El poder traer estos elementos de una manera concreta y ser capaces de experimentar por sí mismos los provee con la capacidad de cuestionar su forma de ver el mundo.

Ahora, si bien el programa permitió trabajar dichas habilidades en momentos concretos durante las diferentes experiencias es claro que un desarrollo propiamente dicho de la alfabetización científica en estos estudiantes se debe dar a través de la consistencia. El tiempo es un factor clave para la ejecución de este proyecto y aunque lo ideal sería contar un espacio propio dentro del horario escolar lo cierto es que aún no hace parte del currículum de la institución y por ende siempre tendrá prioridad todo lo demás. Debido a esto solo fue posible realizar cinco de las seis actividades propuestas dentro del programa. Sin contar el espacio en tiempo entre cada una de las sesiones desarrolladas para las actividades, por lo que la continuidad también puede jugar un papel importante en el aprendizaje de los estudiantes.

5.2 Recomendaciones

Si bien el proyecto permitió a los estudiantes acercarse a la astronomía y trabajar a través de ella diferentes habilidades científicas, la consistencia debe ser necesaria, y a medida que tanto sus habilidades como conocimiento del mundo vayan avanzando, es necesario

incluir experiencias que los reten aún más, es decir pasar al análisis e incluso llegar a cuestionar teorías. Pero esto se debe hacer de forma consiste y siempre alineado de manera natural con su contexto y con los contenidos visto a lo largo del año. Es una oportunidad importante para llevar este programa a lo largo de su vida escolar de manera continua.

A. Anexo: Prueba diagnóstica.

¿Qué sabes del universo?

* Indica que la pregunta es obligatoria

Antes de iniciar

1. Nombre *

2. Curso *

Marca solo un óvalo.

- 5A
- 5B
- 5C

Parte 1: Habilidades de Alfabetización Científica

3. Describe cómo cambia el cielo durante el día y la noche. ¿Qué puedes observar en el cielo en cada momento? *

4. ¿Crees que las estrellas solo son visibles de noche? ¿Por qué? *

5. ¿Qué harías para descubrir cómo cambian las fases de la Luna a lo largo del mes? *

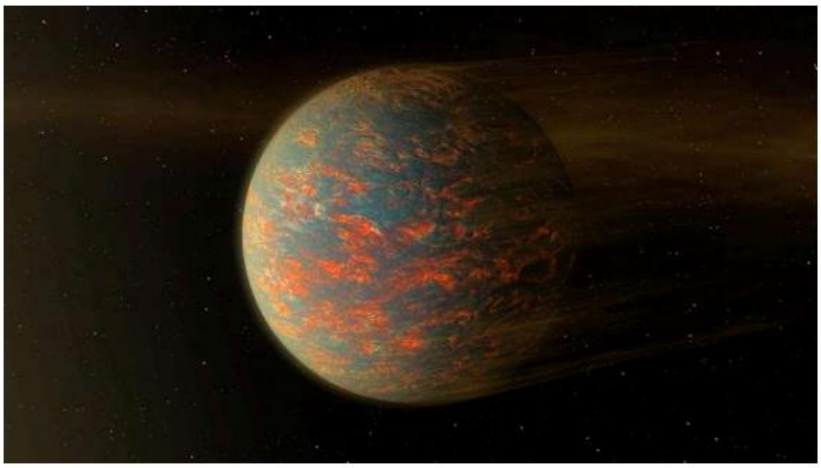
6. Si quisieras demostrar que la Tierra gira alrededor del Sol, ¿qué tipo de información necesitarías? *

Parte 2: Conocimiento de astronomía

7. ¿Qué es el Sol? ¿Cómo lo describirías? *

8. ¿Qué tan lejos crees que están las estrellas de la Tierra comparadas con la distancia entre la Tierra y la Luna? *

9. Nombra los planetas que conoces y menciona alguna característica, si conoces, sobre alguno de ellos. *



10. ¿Por qué tenemos día y noche? Explica con tus palabras. *

11. ¿Por qué crees que hace más calor en verano y más frío en invierno? *

Parte 3: Actitud hacia la ciencia y la astronomía

12. ¿Crees que lo que aprendemos en ciencia es útil para la vida diaria? Dame un ejemplo. *

13. ¿Te gustaría aprender más sobre el espacio y los planetas? ¿Por qué? *

B. Anexo: Diario de campo de las actividades.

Actividad: Nuestro lugar en el sistema solar.

Fecha	Septiembre 2024	**Sesiones**	2
Tema	Nuestro lugar en el sistema solar (¿Qué lugar ocupamos en el universo y por qué es importante saberlo?)		
Objetivos	● Identificar y reconocer los elementos más importantes del sistema solar. ● Indagar acerca de las características más importantes de cada planeta del sistema solar. ● Formular situaciones hipotéticas sobre cambios en el sistema solar y predecir sus posibles resultados. ● Hacer uso de la aplicación **Universe Sandbox** para dar respuesta a sus hipótesis.		
Tema Transdisciplinario	Quiénes somos		
Conceptos Específicos	Causa Perspectiva	**Conceptos Adicionales**	Sistema Exploración
Habilidades	● Habilidades de observación. ● Habilidades de indagación. ● Formulación de preguntas. ● Modelamiento y comprensión de conceptos científicos.		
Descripción	**SESIÓN 1:** **Enganche:** Iniciar la exploración con la foto de la tierra tomada durante la misión Apolo 11. Y discutir con los estudiantes las siguientes preguntas:		

	*¿Desde donde creen que fue tomada esta foto? *¿Qué más pueden ver en la foto además de nuestro planeta? *¿Cómo piensan que se ve el universo más allá de la tierra? **Exploración e indagación:** Por medio del programa Universe SandBox los estudiantes explorarán los diferentes elementos del sistema solar, e indagaran acerca de las principales características de cada uno de los planetas que lo compone, además de abordar conceptos como zona de habitabilidad, distancias de planetas y composición. **SESIÓN 2:** **Formulación de hipótesis:** Cada estudiante formulará tres situaciones hipotéticas acerca de posibles cambios o modificaciones que pudiesen realizarse al sistema solar y cómo podrían explicarse. **Aplicación:** Cada estudiante pondrá a prueba dicha hipótesis por medio del simulador **Universe SandBox** y explicará si su hipótesis fue correcta o no. En caso contrario una posible razón del porqué su hipótesis no fue acertada. **Rutina de pensamiento:** Al finalizar la actividad los estudiantes completarán la rutina de pensamiento “Veo-Pienso-Me Pregunto”.

Preguntas de los estudiantes	¿Por qué la foto de la tierra no muestra las estrellas? ¿Por qué los planetas gaseosos tienen más lunas? ¿Cómo podemos ver imágenes de los planetas si están tan lejos? ¿Por qué no hemos enviado personas a Marte? ¿Si nunca hemos visitado otros planetas como sabemos de qué están compuestos? ¿Hay otros planetas con vida o donde podamos vivir? ¿La luna podría chocar con la tierra? ¿Por qué la tierra tiene diferentes temperaturas y los otros planetas no? ¿Por qué la tierra no tiene anillos como otros planetas? ¿Hay planetas donde llueven diamantes? ¿Es cierto que Marte antes tenía vida? ¿Cuánto tiempo nos toma viajar hasta Marte?
Reflexión del docente	Considero que el uso de aplicaciones como Universe Sandbox captó la atención de los estudiantes de forma casi que instantánea, el poder explorar cada uno de los planetas y ver sus características, moverse de forma libre a través del sistema solar permitió que desarrollaran un interés por seguir indagando. Por lo que al momento de realizar la sesión dos ya tenían un interés por usar el programa y por continuar participando en la clase, aunque si bien las hipótesis formuladas no eran en su mayoría hipótesis estrictamente, si daban cuenta de la capacidad de imaginación de los estudiantes. Muchos de ellos tenían un interés particular por reemplazar el sol por estrellas más grandes y masivas, crear su propio sistema solar usando exoplanetas, además de poder experimentar con agujeros negros. Este espacio de creación libre les permitió evidenciar de forma indirecta ciertos fenómenos naturales, como la gravedad, y plantear aún más preguntas acerca del universo. Dentro de sus

	hipótesis planteadas muchos de ellos lograron dar explicaciones acertadas para confirmar o refutar sus hipótesis, al punto de usar palabras como gravedad, masa o atracción.
Reflexiones de los estudiantes	Dentro de las reflexiones realizadas en las rutinas de pensamiento varios estudiantes coinciden en que pudieron observar varias de las características de los planetas e incluso mencionan varias de ellas, dentro de los más avanzados se hace mención de las temperaturas haciendo uso de las unidades correctas e incluso del tiempo de rotación de los planetas. De igual forma mencionan algunas de las estrellas que pudieron observar al hacer uso del programa, y mencionan incluso el color en relación con la temperatura de la estrella. Aunque dentro de la encuesta inicial varios estudiantes mencionaron no tener interés alguno en conocer o aprender más sobre astronomía muchos de ellos disfrutaron al realizar la actividad e incluso comentaron que desearían saber más acerca del universo. Y dentro de las preguntas o aspectos a indagar a futuro muchos de ellos tienen un interés particular por conocer más fuera del sistema solar, en partícula hay interés por objetos como agujeros negros, galaxias y exoplanetas.

Actividad: Explorando el cielo nocturno

Fecha	Octubre 2024	**Sesiones**	2
Tema	Explorando el cielo nocturno (¿Por qué es importante observar las estrellas?)		
Objetivo	● Identificar algunas de las constelaciones y estrellas más importantes del cielo nocturno. ● Realizar registros de sus diferentes observaciones del cielo nocturno. ● Comprender el concepto de contaminación lumínica y su impacto en el medio ambiente.		

Tema Transdisciplinario	Cómo compartimos el planeta.		
Conceptos especificados	Causa Responsabilidad	**Conceptos adicionales**	Contaminación Observación
Habilidades de alfabetización científica	● Habilidades de observación. ● Manejo y toma de datos.		
Descripción	**SESIÓN 1** **Enganche:** Se mostrarán varias fotos del cielo de ciudades alrededor del mundo, para comparar cada una de ellas y responder las siguientes preguntas: *¿Crees que el cielo es el mismo en todas las partes del mundo?* *¿Notaste alguna diferencia en el cielo de las fotos?* *¿En qué ciudades o lugares pudiste apreciar la mayor cantidad de estrellas en el cielo?* **Indagación guiada:** Se realizará una indagación guiada acerca del concepto de contaminación lumínica y cómo este afecta al medio ambiente y a seres vivos. Por medio de ***Light Pollution Map*** se explorarán diferentes sitios alrededor del mundo para ver las tasas de contaminación lumínica en diferentes ciudades. **Introducción al proyecto Globe At Night:** Se realizará una breve introducción al proyecto Globe At Night y se harán algunos ejemplos de registro en la app. **SESIÓN 2**		

	Observación y Registro de datos: Cada estudiante realizará un registro del cielo durante cinco días en casa, para luego ingresar los datos en la aplicación del Globe At Night. **Rutina de pensamiento:** Al finalizar las observaciones se realizará una sesión para que los estudiantes puedan completar la rutina de pensamiento “Conectar-Extender-Desafiar”
Preguntas de los estudiantes	¿Por qué el cielo se ve diferente en algunas partes? ¿Desde cualquier parte del mundo se pueden ver las mismas estrellas? ¿Por qué en Bogotá no hay casi estrellas? ¿Por qué es importante poder ver las estrellas en la noche? ¿Todos los animales se ven afectados por la contaminación lumínica? ¿Por qué gran parte de los postes en la ciudad contaminan sí hay diseños que reducen la contaminación? ¿En un futuro dejaremos de ver las estrellas?
Reflexiones del docente	Al iniciar la actividad no había un conocimiento previo acerca de la contaminación lumínica, más allá de saber que esta era causada debido a la luz de los focos. Un dato que logró enganchar a los estudiantes con el tema fue la disminución en la población de ciertos insectos y animales que se veían afectados por dicha contaminación. El haber utilizado los mapas interactivos de Globe At Night permite también evidenciar el problema actual y como se ve realmente en las grandes ciudades la contaminación lumínica. Adicionalmente hacerlos partícipe del proyecto Globe At Night los motivó y les generó un interés aún mayor por el tema, además de introducir por primera vez una de las constelaciones que serían parte de la observación. Esto permitió trabajar las habilidades de observación y recolección de datos, aunque desafortunadamente el clima no permitió una observación adecuada durante los cinco días, si lograron hacerla durante tres días consecutivos.

Reflexión de los estudiantes	Dentro de las reflexiones realizadas por los estudiantes muchos de ellos lograron conectar sus hábitos diarios en casa con el manejo de la luz y el medio ambiente, gran parte de sus reflexiones apuntan a una preocupación por cuidar de los animales que se ven afectados por la contaminación lumínica y como la falta de cuidado hacía estas especies ha disminuido su población. De igual forma se ve una preocupación por seguir cuidando del cielo y permitir a otras generaciones ver estrellas en el cielo. Muchas de sus ideas para detener este problema apuntan a prohibir el uso excesivo de luces artificiales y pensar en diseño que protejan el medio ambiente, aun reconociendo que esto podría generar ciertas diferencias e incomodidades con el resto de las personas. Entienden que este tipo de medidas puede llegar a causar molestias por el tipo de vida que llevan muchas personas y que simplemente apagar todas las luces de noche no sería algo fácil.

Actividad: Nuestra cultura y el cielo.

Fecha	Noviembre 2024	**Sesiones**	2
Tema	Nuestra cultura y el cielo (¿Cómo nos expresamos a través del sol, la luna y las estrellas?)		
Objetivo	● Comprender el rol del Sol, la Luna y las constelaciones en las expresiones culturales de diversas civilizaciones a lo largo de la historia. ● Explorar la conexión entre la astronomía y la identidad cultural, identificando símbolos y significados asociados a estos cuerpos celestes. ● **Fortalecer** habilidades de comunicación y pensamiento creativo por medio de la construcción de constelaciones e historias		
Tema Transdisciplinario	Cómo nos expresamos		
Conceptos especificados	Perspectiva	**Conceptos adicionales**	Cultura

	Forma		Expresión
Habilidades de alfabetización científica	● Habilidades de comunicación y pensamiento creativo		
Descripción	**SESIÓN 1** **Enganche:** Se explorará en clase el libro *cuentos de estrellas*, el cuál aborda diferentes historias del cielo desde la vista de varias culturas alrededor del mundo y a partir de ello compartirán con su compañero las siguientes preguntas: *¿Qué elementos del universo pudiste identificar en las historias?* *¿Cómo se veían representados dichos elementos en las historias?* *¿Crees que la historia representaba algo de la cultura mencionada?* **Indagación guiada:** Por medio de la app ***Stellarium*** los estudiantes explorarán diferentes constelaciones vistas a través de diferentes culturas, además de indagar acerca de la historia relacionada a dicha constelación y ¿por qué era importante para la cultura? **SESIÓN 2** **Construcción de la constelación.** A partir de materiales como cartulina y pinturas, los estudiantes crearán sus propias constelaciones y a partir de ellas escribirán una pequeña historia relacionada con dicha constelación. Esta se compartirá con el resto de sus compañeros para que puedan explicar en sus palabras la historia y la constelación formada.		

	Reflexión. A través de la rutina de pensamiento “Puntos cardinales” los estudiantes reflexionarán acerca de la conexión entre la cultura y el universo.
Preguntas de los estudiantes	¿Cómo se crearon las figuras de las constelaciones? ¿Por qué todos los países usan las mismas figuras? ¿Qué constelaciones tenía la cultura Maya? ¿Las estrellas son todas iguales desde cualquier parte del mundo? ¿Se puede crear cualquier tipo de figura en una constelación? ¿Por qué la gente usaba las estrellas para crear figuras relacionadas con su cultura? ¿Hay infinitas constelaciones? ¿Por qué no usan todas las estrellas en el cielo para crear constelaciones?
Reflexiones de los estudiantes	Tenían un interés genuino por escuchar historias acerca de las constelaciones, de poder escuchar el cómo se crean dichas historias y cómo se conectaban con las otras constelaciones. Aún se preguntan cómo dichas civilizaciones veían estas figuras en el cielo, y porque les daban una historia y un significado a dichas figuras. Sin embargo, entendían que era una manera de plasmar sus creencias en el cielo, y que para ellos era importante poder ver el cielo y reconocer figuras relacionadas con aquello en lo que creían. Lograron crear diferentes figuras en sus constelaciones y más aún crear historias relacionadas con aquello que ellos podían ver en estas figuras.
Reflexión del docente	Esta actividad permitió que los estudiantes explorarán de forma libre su creatividad a través de la escritura y el dibujo, pudieron crear diferentes figuras e imaginar historias alrededor de estas figuras que crearon. Considero que al tratarse de un proyecto que involucra el arte y la escritura se vieron mucho más motivados a participar de este. El uso de aplicaciones como Stellarium ayudó a ver esas figuras en el cielo de las que tanto

	se hablaban con una representación en 3D, lo que los enganchó aún más a la actividad.

Actividad: Una vista desde el exterior de la Tierra

Fecha	Febrero 2025	**Sesiones**	2
Tema	Una vista desde el exterior de la Tierra (¿Cómo la astronáutica nos ayuda a entender el mundo?		
Objetivo	● Comprender el papel de la astronáutica en la exploración y observación de la Tierra. ● Explorar el funcionamiento de los satélites y las misiones espaciales para el monitoreo del clima, la navegación y la comunicación. ● Construir un satélite o misión especial **a partir de arcilla para moldear destacando las partes más importantes del modelo.**		
Tema Transdisciplinario	Cómo funciona el mundo		
Conceptos Especificados	Forma Función	**Conceptos adicionales**	Exploración Astronáutica
Habilidades de alfabetización científica	● Uso de conceptos científicos. ● Construcción de modelos.		
Descripción	**SESIÓN 1** **Enganche:** A través de la aplicación ***Space places-NASA*** los estudiantes podrán interactuar con un Rover en Marte para poder explorar diferentes lugares. Una vez terminen la exploración discutiremos en grupo las siguientes preguntas: *¿Por qué creen que es importante enviar misiones al espacio?* *¿Creen que los satélites y misiones son importantes para nuestras vidas diarias?*		

	Indagación guiada: A través de la página **NASA eyes** se explorarán las misiones espaciales y satélites más importantes, con el fin de entender su propósito, y qué descubrimientos importantes hemos realizado gracias a ellos. **SESIÓN 2** **Modelación de misiones:** A partir de lo explorado acerca de satélites y misiones espaciales los estudiantes crearan su propia misión espacial utilizando arcilla para moldear. Se proyectarán en la pantalla seis planetas/lunas/exoplanetas y cada estudiante deberá escoger uno de esos planetas y construir su misión espacial pensando en dicho planeta. Por ejemplo, si es de hielo tener llantas específicas para el hielo, o si es un planeta gaseoso que debería tener dicha misión. **Reflexión:** Cada estudiante completara la rutina de pensamiento ***"Pienso-Me interesa-exploro"*** con el fin de sintetizar lo aprendido durante la experiencia. Luego de ello se compartirá en grupo para discutir aquellas dudas o intereses que quedaron.
Preguntas de los estudiantes	¿Por qué no hemos enviado más gente al espacio? ¿Por qué en Colombia no tenemos algo similar a la NASA? ¿Podemos enviar misiones a otros planetas? ¿Alguna vez hemos estado en otros planetas? ¿Cuántos satélites hemos enviado? ¿Cuándo volveremos a enviar personas al espacio? ¿Por qué no se invierte más dinero en las misiones espaciales?
Reflexiones de los estudiantes	Dentro de las reflexiones escritas por los estudiantes se evidencia una apropiación aún mayor del vocabulario, mencionan el objetivo de diferentes misiones espaciales y la importancia de poder seguir conociendo el espacio. Uno de los aspectos que más llamo su atención fue poder explorar el

	Perseverance desde la página de la NASA y poder conocer cada una de las partes que lo conforma. Adicionalmente el poder construir de manera libre su propia misión espacial y darle una explicación a cada uno de los componentes que colocaron, les permitió darle un sentido a su construcción más allá de la imaginación. Destacan un interés por seguir conociendo acerca de las misiones espaciales y poder seguir viendo fotos y videos que estas misiones espaciales pueden brindar para poder seguir explorando el espacio exterior.
Reflexión del docente	Considero que en un inicio fue una actividad que no llamo mucho la atención de los estudiantes ya que dentro de su imaginario la astronáutica solo representaba las misiones tripuladas que se realizaban. Por lo que su interés iba principalmente a misiones tripuladas a otros planetas, sin embargo, al explorar la misión del Persevenrance a través de la página de la NASA se logró captar su interés por conocer otras misiones y explorar proyectos como el James WEBB. De nuevo brindar un espacio donde la imaginación juega un papel fundamental y dejarlos fluir con dicha creatividad es un gran paso para engancharlos con el tema, pero la parte fundamental fue haber explicado las diferentes partes que debía tener una misión espacial y de esta forma darle un sentido a dicha creatividad y encaminarla a una explicación racional y científica de cada uno de los elementos que estaban plasmando en la arcilla.

Actividad: Navegando por medio de las estrellas

Fecha	Marzo 2025	**Sesiones**	2
Tema	Navegando por medio de las estrellas. (¿Cómo podemos ubicarnos en el planeta actualmente?)		
Objetivo	● Comprender la importancia de la navegación en la historia y en la vida actual, usando el Sol y la Luna como guías. ● Explorar instrumentos históricos de navegación y su evolución hasta los sistemas actuales de navegación satelital. ● **Fortalecer** habilidades de observación y análisis por medio de instrumentos de navegación.		
Tema Transdisciplinario	Dónde nos encontramos en el tiempo y en el espacio		

Conceptos especificados	Función Conexión	**Conceptos adicionales**	Navegación Evolución
Habilidades de alfabetización científica	● Habilidades de observación. ● Manejo y toma de datos. ● Construcción de modelos.		
Descripción	**SESIÓN 1** **Enganche:** Se diseñará una mesa de exploración donde podrán encontrar diferentes imágenes y libros sobre navegación como brújulas, mapas, dispositivos con GPS, sextantes, telescopios, mapas de navegación, etc. Tendrán un tiempo para explorar dichos elementos y discutir con el grupo: *¿Cuál es la función de cada uno de los elementos?* *¿Hay alguna relación entre los elementos en la mesa?* *¿Podrías utilizar estos elementos para ubicarte?* **Indagación guiada:** Luego se explorarán diferentes instrumentos de navegación utilizados a lo largo de la historia para navegar, además de hacer uso de Stellarium para identificar las estrellas y constelaciones más importantes al momento de ubicarse. **SESIÓN 2:** **Construcción de un cuadrante.** Los estudiantes construirán un cuadrante para poder calcular su latitud por medio del sol, y un transportador. Tomarán diferentes datos para después compararlo con las medidas dadas por Google Maps. Además		

	de utilizar el cuadrante para calcular la latitud utilizando diferentes objetos como referencias a diferentes estrellas. **Reflexión.** Por medio de la rutina de pensamiento “Dos estrellas, un deseo” los estudiantes reflexionaran acerca dos aspectos que hayan llamado su atención acerca de la experiencia y una duda o inquietud que aún tenga. Además de discutir en grupo acerca de la pregunta. ¿Por qué es importante conocer nuestra ubicación en el planeta?”
Preguntas de los estudiantes	¿Cómo se orientaba la gente antes de tener Google Maps? ¿Cómo te puedes ubicar en el día si no sabes por donde sale el sol? ¿Cómo identificas las estrellas en medio del mar? ¿Cómo puedes viajar en el mar si este nublado? ¿Cuál es la estrella más importante para ubicarse en el mar? ¿Cualquier estrella te sirve para ubicarte? ¿El viento te puede ayudar a saber hacia dónde ir? ¿Cómo viajabas entre ciudades antes sin direcciones?
Reflexiones de los estudiantes	Dentro de las reflexiones realizadas por los estudiantes se evidencia un interés por la observación, por lo que la actividad de usar el cuadrante y tomar diferentes medidas les llamo mucho la atención. Expresan haber entendido un poco más acerca de la brújula y la importancia de la ubicación para las personas. En cuanto a las preguntas planteadas o temas que aún desean conocer, muchos de ellos aún desean saber que instrumentos se usan actualmente para ubicarse cuando no hay teléfonos y como podrían identificar en medio de la noche las estrellas más importantes para orientarse.
Reflexión del docente	Considero que uno de los aspectos más importantes de esta actividad fue la posibilidad de poder diseñar un instrumento de medición y tomar datos de diferentes objetos midiendo su altura y los grados observados en el cuadrante. Esto permitió trabajar una de las habilidades más importantes a la hora de hablar de habilidades de alfabetización científica y es la capacidad de analizar los datos que se están tomando, ya que para este

	ejercicio debían calcular los grados y ubicarse en un mapa dependiendo de la latitud que este hubiese marcado. Aunque como una gran desventaja para esta actividad está el hecho de poder realizar dicha actividad en la noche haciendo una observación de las estrellas como debería ser, en este caso utilizamos diferentes objetos con alturas diferentes como sustitutos para las estrellas.

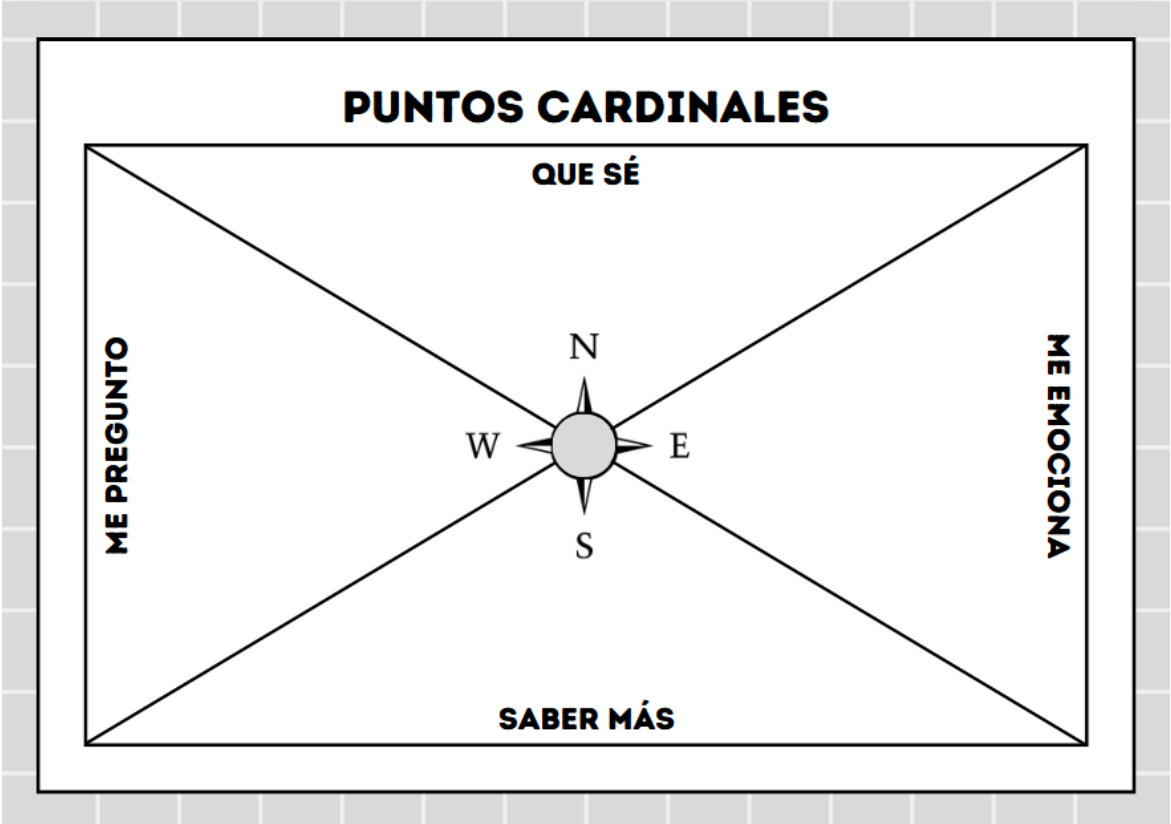
C. Anexo: Rutinas de pensamiento.

Nombre: _____

VEO	PIENSO	ME PREGUNTO
¿Qué pudiste observar durante la clase acerca de las constelaciones y la mitología?	¿Qué piensas acerca de la conexión entre la cultura y el universo?	¿Qué preguntas tienes aún acerca del universo y la cultura?

Nombre: _____

CONECTAR	EXTENDER	DESAFIAR
¿Cómo podemos conectar lo visto en clase con nuestra vida diaria y la relación con el medio ambiente?	¿Qué ideas o acciones podríamos realizar para reducir la contaminación lumínica?	¿Cuáles crees que son los desafíos para lograr un cielo nocturno libre de contaminación lumínica?



2 ESTRELLAS Y UN DESEO
Nombre:

RUTINA DE PENSAMIENTO
Yo pienso...
Me interesa...
Quiero explorar...

D. Anexo: Resultados prueba diagnóstica.

Describe cómo cambia el cielo durante el día y la noche. ¿Qué puedes observar en el cielo en cada momento?	¿Crees que las estrellas solo son visibles de noche? ¿Por qué?	¿Qué harías para descubrir cómo cambian las fases de la Luna a lo largo del mes?	Si quisieras demostrar que la Tierra gira alrededor del Sol, ¿qué tipo de información necesitarías?	¿Qué es el Sol? ¿Cómo lo describirías?	¿Qué tan lejos crees que están las estrellas de la Tierra comparadas con la distancia entre la Tierra y la Luna?
que en la mañana es soleado y el cielo se ve azul pero cuando va anochecliendo se vuelvo un tono anaranjado y luego es oscuro	si la verdad si	un telescopio y una observacion diaria	un satelite para detectar la rotacion de la tierra en el año	es una estrella gigante a miles de millones de grados centigrados	en mi opinion es ta completa mente fuera del alcanse humano por ahora
durante el dia el sol nubes y en la noche estrellas y la luna pero si esta lloviendo no	si	con un telescopio	viajar al espacio	una roca de fuego	300 km tal vez no se
el cielo cambia por un lado negro y por el otro azul	si por que brillan	ver el atardeser	la de un astronuta	la estrella mas grande del nuestra galaxia y es amarillo	yo creo que algunas estrellas estan mas lejos que la luna y por hay millones de kilometros
De día es azul y de noche es negra.	Si y no	descubrir las sombras que crea el sol.	Información espacial de la NASA	esfera espacial caliente.	2,000,000 años luz
Cuando veo el sol brilla y es el dia y la luna en que veo el cielo oscuro pero hay estrellas y luces en cualquier lugar	Si	Los meses pueden cambiar la luna o el cielo	Informacion de los planetas	El Sol es lo que brilla y esta la luz y es uno de los 8 planetas y vez como es.	de que las vez muy lejos pero son grandes
Las Nubes, Y Durante el día hay claridad y durante la noche hay oscuridad.	No, por que cuando miras al cielo por el día no hay estrellas	Mirando a la luna y anotando como se ve durante cada día del mes	Sobre como se sitúan los planetas en el sistema solar	Como una masa grande caliente y Luminosa.	Como la mitad o el doble yo creo.
lo que creo es que en el dia veo el sol radiante pero en la noche puedo ver la luna y las estrellas	no porque si vas la espacio en la mañana puedes ver la galaxia con estrellas	tendria que hacer una tabla para ver los cambios de la luna	gira alerededor del sol porque cada dia damos una vuelta al sol viendo que el sol aparece en un lugar de la tierra a mas de 100 000 000 de	el sol es una estrella de fuego enorme que lo orbita	yo creo que es mas porque se pude ver mejor a la luna que las estrellas
El cielo cambia por el camino de los planetas al rededor del sol, yo puedo observar la luna, el sol y las estrellas.	Sí.	Yo iba a estudiar cada mes y observar como esta la luna.	Yo necesitaria hacer una pesquisa compleja sobre el processo de rutacion de todos los planetas.	El sol es la mayor estrella de nuestro sistema solar. El sol es una estrella grande. Todos los planetas rutan al rededor del sol. Tiene una coloracion anaranjada y amarilla.	Yo creo que las estrellas estan muy lejos de la tierra por que ellas se veen chiquitas, y la luna mismo muy lejos de la tierra se mas grande que las estrellas.
En el dia es azul y en la noche es negro	No, tambien se pueden ver en el dia porque las estrellas son soles	Cada noche mirar a cielo	pruebas desde el espacio exterior	es el centro de el sistema solar	pues por lo menos mesde 60 idas de la tierra a la luna porque las estrellas son soles
que puede cambiar de color	si porque osino no abria luz	investigar i saber mas del tema.	que la luna tambien gire al rededor de la tierra	por el dia es un sol y en la noche es una estrella.	mucho

Nombra los planetas que conoces y menciona alguna característica, si conoces, sobre alguno de ellos.	¿Por qué tenemos día y noche? Explica con tus palabras.	¿Por qué crees que hace más calor en verano y más frío en invierno?	¿Crees que lo que aprendemos en ciencia es útil para la vida diaria? Dame un ejemplo.	¿Te gustaría aprender más sobre el espacio y los planetas? ¿Por qué?
Saturno por sus famosos anillos y Jupiter es el mas grande	por la que el planeta gira y partes del planeta ven la noche y otros ven la luz	creo que son fases en la luna y el sol que causan eso	si por ejemplo la celula humana es importante para saber de que estamos hechos	si porque quiero saber que contienen adentro
mercurio venus jupiter tiene un aro alrededor marte tierra luna	por que vamos girando alrededor del sol y la luna de alrededor de la tierra	por que el sol se hacerca mas al planeta	si como las celulas eso es muy importante porque estamos compuestas por ellas	si porque algun dia quiero ir a un hoyo negro
saturno el de los anillos, jupiter el mas grande, marte, la tierra y venus.	por que las dos son importantes para el planeta tierra.	por como rota el planeta tierra	si por que tienes que saber sobre la ciensia para el sentido comun	si por que nos va a ayudar para la vida
Venus caliente, Urano frio.	Porque la tierra jira mas rapido ella que con el sol.	Por los polos.	Simón porque seriamos tontos sin la ciencia.	No porque a quien le importa.
Planeta tierra, marte,sol y el planeta tierra es donde miles de personas viven en el mundo	El dia es importante por la luz del dia y la noche es para que se vea la luces y las estrellas	El Verano hace mas calor para que sea muy bueno y frio porque es para que se refrescen	De el sistema solar es importante y aprender	porque hay mas planetas que ver y aprender
La tierra La Luna Venus Marte Jupiter	El dia es para que el sol cubra una parte de la tierra mientra nostros rotamos y con la luna es lo mismo pero al reves.	No se.	Si, por ejemplos los experimentos que se hacen en sala de ciencias a veces nos pueden ayudar a comprender lo que pasa a nuestro alrededor	No y si, por que no quisiera tener una materia mas pero si lo incluyen a materias no suma importancia (No Estoy diciendo que no tengan importancia) estaría bien
planeta tierra viven homosapians, jupiter tiene 83 lunas, marte es un planeta que te da calor, neptuno, venus	porque nostros y las plantas dependen del sol como por ejemplo para que le den iluminacion a las plantas para que crezcan y la noche para	porque los cammbios del cuerpo humano identifican que hace frio en invierno y calor en verano	no tanto dependiendo de tu carrera porque si eres economista tu carrera no tendra nada que ver con ciencias	no porque asi estoy bien
Mercúrio es el planeta mas cerca del sol Venus es el unico planeta que se puede ver desde la tierra Tierra hasta ahora es el unico planeta con vida Marte tiene robots creados por humanos Jupiter ? Saturno tiene anillos Urano ? Neptuno es el planeta mas frio	Por que el sol va cambiando de direccion, y como el sol es luz cuando no esta se queda oscuro.	No se.	Si, por que hací podemos saber mas sobre el universo.	Sí, por que es un tema que me gusta y me parece interessante.
tierra, donde vivimos, neptuno, jupiter, mart,venus y saturno	perque la tierra gira y si en un pais es de noche en otro es de dia	nose	si por ejemplo extraño un para crear cosas como explosivos	si porque me parse que el espacio es ago muy interesante
jupiter saturno uranus la tierra neptuno pluto mercurio y venus caracteristica venus es que es un planeta pequeño y rocoso.	porque en el dia es para haser cosas como trabajar y en la noche es para descansar.	porque en invierno sale nieve y en el verano sale el sol.	si porque podemos haser experimentos	para saber que tienen adentro de cualquier planeta o universo

Describe cómo cambia el cielo durante el día y la noche. ¿Qué puedes observar en el cielo en cada momento?	¿Crees que las estrellas solo son visibles de noche? ¿Por qué?	¿Qué harías para descubrir cómo cambian las fases de la Luna a lo largo del mes?	Si quisieras demostrar que la Tierra gira alrededor del Sol, ¿qué tipo de información necesitarías?	¿Qué es el Sol? ¿Cómo lo describirías?	¿Qué tan lejos crees que están las estrellas de la Tierra comparadas con la distancia entre la Tierra y la Luna?
yo puedo observar que en el dia el cielo es un azul claro y se pueden observar las nubes tambien por el dia tenemos sol por la noche tenemos un cielo azul muy oscuro por la noche no se alcanzan a ver las nubes con claridad pero se pueden verlas estrellas y otros planetas.	si	primero estudiaria las faces luego estaria mirando la luna por un mes para saber	obserbar el sol	el sol es una estrella muy grande	yo creo que las estrellas estan mas lejos que la luna por que algunas estrellas pueden llegar a ser mas grandes que la luna pero as estrellas nunca se ven mas grandes que la luna
Con los atardeceres.	No a veces se pueden ver de día.	Comprar un satélite para observar las fases	Información del espacio de satélites ir a la luna etc.	Una estrella brillante	A unos 140 millones de kilómetros.
cuando estoy apunto de dormir veo el sielo oscuro y cuando despierto lo veo azul	no porque las estrellas siempre estan pero se ven mejor de noche	miral todo el tiempoa a la luna y grabar a la luna	por ejemplo no an visto el sol miemtras estan en un caro y notan quel sol los esta persiguiendo es porque la tiera esta girando todo el tiempo.	el sol es como la tierra solo quel sol es es de puro fuego.	yo creo que la luna esta un poco mas lejos del planeta que las estrellas .,
que primero es azul zul despues pasa a tener colores calidos y despues tonalidades de azules oscuros.	yo pienso que estan durante todo el dia pero en la noche se ven mas por la tonalidad de el cielo en la noce.	hacer unseguimiento donde pueda escribir todos los cambios que tiene durante los dias.	no lo tengo claro	yo pienso que es una estrella pero que nos brinda luz a los seres humanos.	no lo se.
que uno es clarito y el otro es oscuro	si porque como el cielo es oscuro y las estrellas son claritas entonces se pueden ver	no se:)	necesitaría poner una cámara desde fuera de la tierra por un año y mostrar las pruebas:)	es una estrella gigante que quema y brilla	mas de millo kilometros
El cielo cambia porque como planeta siempre gira la luna tapa el sol y por eso cambia el cielo. El cielo tiene nubes y en la noche estrellas ósea mini soles	Yo creo que las estrellas se ven en la noche porque iluminan con su luz y como esta medio oscuro se ven	tomaría unas fotos y ver la diferencia	yo le digiera que averiguaría y viera que si es cierto	Una bola de fuego.	trillones de metros de distancia
El sol va cambiando de posicion	Si porque brillan mucho	Tomarle foto a la luna cada vez que creo que cambia	No se	Una gran estrella o masa que genera luz y calor	La mitad
que la tierra esta girando	no porque el sol es una estrella	La miro todos los dias	Que la orbota es real	Una estrella	no tan lejos
Que en el dia es azul y en la noche se oscurece y se vuelve gris	si,porque son como minis soles brillantes y calientes	ver cuanto grande esta	Que la tierra en una parte es soleado y la otra oscura	Caliente,brillante y extraordinario	Muy lejos porque la luna se ve grande y las estrellas son chiquitas pero se ven
a las 5 de la mañana amanece y a las 5 o 6 de la tarde atardece y en cada momento observo nubes	no por que el sol es una estrella	tomarle fotos o observar las faces lunares y buscar sobre ellas	pues necesito la información de galileo Galilei y un telescopio	grande caliente y brillante	la luna esta cerca y las estrellas lejos

Nombra los planetas que conoces y menciona alguna característica, si conoces, sobre alguno de ellos.	¿Por qué tenemos día y noche? Explica con tus palabras.	¿Por qué crees que hace más calor en verano y más frío en invierno?	¿Crees que lo que aprendemos en ciencia es útil para la vida diaria? Dame un ejemplo.	¿Te gustaría aprender más sobre el espacio y los planetas? ¿Por qué?
venus marte jupiter saturno urano neptuno	por que la tierra tiene rotaciones estas rotaciones duran 24 horas y por eso tenemos el dia y la noche	nose por que david nome quiso desir	si por que me ayuda a buscar soluciones para el medio ambiente	si por que siento que es un tema muy interesante
Saturno, Marte, Tierra, Mercurio, Jupiter, Saturno, Plutonio.	Por la rotación de la Tierra.	Por la rotación.	Si no tienes la hora ver el sol.	No gracias, prefiero otros temas.
sol es puro fuego luna es muy brillante tierra es un lugar con arta agua y plantas marte nose casi nada de marte solo se que es un planeta y bla no conosco mas paises.	para que la gente pueda descansar en la noche y en el dia para que la gente no se quede todo el tiempo descansando.	porque son estasiones no puedes cedarte todo el tiempo con calor o con frio.	si porque nos sirve para el futuro.	si porque aprendes mas cosas en el futuro.
venus, marte,jupiter,planeta tierra pluton y mercurio yo creo que mercurio se divide en dos mitades el clima.	porque los planetas van rotando.	por que cambian las estaciones	aprendimos sobre las celulas y eso lo odemos utilizar adiario para saber que celulas son las de las planta y las de los seres vivos.	si porque creo que es importante conocer acerca el calentamiento global.
Neptuno, la luna,no se:)	por el sol, cuándo en un lugar hay sol en el otro no	no se:)	mmmm.... si	si, porque seria interesante seber como se creo de que esta formado y muchas cosas mas:)
pluton, marte,jupiter y venus	porque la luna tapa el sol	por el sol	si porque enseña cosas que tu no sabias y en algun momento te salva la vida	si pra saber cosas misteriosas
Marte saturno tierra urano mercurio venus jupiter neptuno	Porque el sol no puede estar en los 2 lados de la tierra al mismo tiempo	Porque la tierra se acerca al sol en esas temporadas	No creo que sea util pensar en eso en la vida diaria	No
saturno,urano,tierra,marte,venus,mercuryo,neptuno y jupiter que en marte no hay agua	por que la tierra va girando mientras esta en orbita	Por las estaciones	Si porque siempre es bueno aprender algo nuevo	si por los aliens
marte,jupiter,venus,mercurio,saturno,urano,tierra no me acuerdo de ninguna caracteristica	porque en el dia se hace actividades y en la noche se descansa ya que los animales y personas necesitan descansar movilisarse.	Porque en verano es donde el sol se pone mas y en invierno es donde el sol no aparace.	si,porque sabemos mas cosas que nno sabiamos.	no,porque no le encuentro interes
tierra mercurio marte Júpiter venus saturno Neptuno Urano y se que Júpiter es el planeta mas grande y que en saturno no puedes entrar por que te mueres al instante	por que la tierra orbita y mientras orbita alrededor del sol gira 360 grados	por la temperatura	si por las bacterias y gracias a la ciencia sabemos sobre las enfermedades y cómo curarlas	no, no me importa

Describe cómo cambia el cielo durante el día y la noche. ¿Qué puedes observar en el cielo en cada momento?	¿Crees que las estrellas solo son visibles de noche? ¿Por qué?	¿Qué harías para descubrir cómo cambian las fases de la Luna a lo largo del mes?	Si quisieras demostrar que la Tierra gira alrededor del Sol, ¿qué tipo de información necesitarías?	¿Qué es el Sol? ¿Cómo lo describirías?	¿Qué tan lejos crees que están las estrellas de la Tierra comparadas con la distancia entre la Tierra y la Luna?
el cielo y el sol a un lado y la luna al otro	por que se oscurese el dia	la miro todos los dias en la noche	ver si tu balcon tiene mas sol en enero que en diciembre	una estrella brillante	depende de las estrellas
que el cielo a veces se pone gris o soleado y cuando cambia es un anochecer , atardecer o un amanecer el amanecer es en la mañana el anochecer es en la noche y atardecer es en la tarde	no porque se ve el sol en el dia y el sol es una estrella	buscando el google o anotando en un cuaderno como cambia el solo y la luna	un telescopio un cuaderno para anotar y un lapiz	una estrella brillante que solo aparece en el dia	la luna esta muy cerca y las estrellas muy lejos
Que la tierra esta siendo orbita	No porque el sol es una estrella	Mirando el cielo por la noche	porque la tierra gira al arededer del sol	Que es una estrella	casi la misma distancia
en el día esta soleado o nublado depende de el clima y por hay a las cinco empiezan a haber unos colores anaranjados y a las seis seis se empieza a tornar a unos tonos oscuros.	por que rezaltan mas en colores oscuros	ira varias veces a el espacio para ver como cambia y cuando	espacial	la estrella mas grande del espacio	yo creo que 384,900 KM y la luna yo creo que las estrellas 9,46 millones de Kilometros
En el día cuando amanece hace demasiado frio y casi siempre esta nublado, cuando llego al colegio sube el sol y am medida de que pasa el dia se van moviendo las nuve por el viento, cuando llueve casi siempre empizan a nublarse las nuves empezando por el Este. Que las nuves se mueven y el sol amanece de un lado y se va corriendo al otro	No, porque el sol es una	Miraría todoas las noches y dibujaría o tomarle una foto y luego mirar	Informacion espacial	Grande, caliente y alumbrado	Creo que las estrellas de la tierra: 384.400 km y de la luna creo que 500.438 km
Ni idea	Si ya que la luz del sol hace que no se vean las estrellas pero las estrellas siempre estan ahi.	Darse cuenta todos los dias de como cambia la luna y anotar los cambios.	Exploraciones espaciales para verificar si es verdad y estudiar bien la orbitacion de la tierra en una exploracion espacial.	Una estrella con un calor de aproximadamente 5.000 grados.	Tecnicamente no sabriamos exactamente ya que las estrellas estan por todo el universo pero podriamos decir que estarian a demasiados kilometros como 1,000,000 de kilometros pero puede haber estrellas a 1,500 kilometros o a 2,000 de kilometros.
En el día está claro hay nubes y se ve el sol	Si, aunque siempre están no se ven de día porque el brillo de el sol es mas brillante que el de las estrellas	Buscar en el calendario lunar	Buscar en Google o ir al espacio en una nave	Es una estrella que es más grande que una estrella promedio	Menos

Nombra los planetas que conoces y menciona alguna característica, si conoces, sobre alguno de ellos.	¿Por qué tenemos día y noche? Explica con tus palabras.	¿Por qué crees que hace más calor en verano y más frío en invierno?	¿Crees que lo que aprendemos en ciencia es útil para la vida diaria? Dame un ejemplo.	¿Te gustaría aprender más sobre el espacio y los planetas? ¿Por qué?
mercurio,saturno,marte,urano,neptuno,tierra,venus,pluton,jupiter, una caracteristica de jupiter es que 140 tierras caben en el y que no tiene superficie solo es gas.	porque la tierra gira por las mañanas es de dia y en tardenoche pues es de noche.	por las estaciones climaticas	por ejemplo para un descubrimiento pero no la creo taaam necesaria en la vida	si
marte, júpiter , la tierra , mercurio saturno , Neptuno y venus y asta ahora solo sabemos como es marte y en marte hay bastante calor	por la capa de ozono que no nos permite ver las estrellas menos el sol y en la noche nos de ja ver las estrellas menos el sol pero si la luna y en la madrugada tambien se puede ver la luna depende el dia	porque en verano estamos mas cerca del sol y en invierno estamos mas lejos del sol	no	no porque no me gusta el espacio.
marte no hay agua y jupiter es el mas grande de todos los planetas	porque la tierra siempre esta en la girando en la orbita del sol	Porque el sol sale mas en verano que el ivierno	Si porque puedes eatudiar esa materia para trabajar	Si para saber mas del nuestro sistema solar
sol, venus, tierra, marte, jupiter, saturno, urano y neptuno (el sol es una estrella)	por la rotacion de la tierra alrededor del sol	por las estaciones y la posición de la tierra	si porque no sabes en que trabajo vas a estar y probablemente lo vas a utilizar	si porque mas adelante nos va a servir no se para que pero nos va a servir
Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno, no se ninguna caracteristica, se que unos son mas grandes que otrs y cada uno tiene diferentes colores...Creo	Porque a medida que avanza el sol llega la luna y creo que por esotenemos dia y noche. Mientras nosotros tenemos dia en otros paises como en Londers esta de noche.	Por el eje de rotacion de la tierra, pues a medida que cambia hace mas calor o mas frio depende de la posicion de la tierra	Nop, Nisiquiera se que vemos en ciencias	Si, quero saber la gravedad en todods ellos y si hay vida alla
mercurio el planeta mas cerca al sol, marte conocido como el planeta rojo, la tierra el planeta con mas agua, venus, neptuno, urano, saturno el unico planeta del sistema solar con un anillo alrededor, jupiter el planeta mas grande de el sistema solar.	La tierra orbita sobre el sol y sobre su eje lo que hace que el sol alumbre una parte del mundo mientras que en la otra parte del mundo no hay luz.	Yo creo que ya que el sol es mas o menos intenso en esas temporadas.	Si ya que los descubrimientos y los experimentos ya sea en un laboratorio o algo mucho mas grande como el universo nos ayuda a cambiar nuestra perspectiva en nuestro día a día.	Me encantaría demasiado en este grado mas que nunca primero para tener contenido anticipado para futuros temas o actividades. Segundo ya que ayuda demasiado en mi exposición del PEP y tercero ya que a mi este tipo de preguntas sin respuesta y curiosidades de la vida mas allá de nuestro planeta son interesantes y uno nunca sabe que es la verdad o que es mentira.
Tierra viven los humanos animales y plantas, Marte no tiene aire que se puede respirar, Saturno tienen anillos y tienen 100-146 lunas pero las 7 más conocidas son mimas, encelado,tetis, dione, Rea , hiperion y japeta, Jupiter es el planeta más grande de nuestro sistema solar, mercurio es el planeta mas pequeño del sistema solar. Venus es uno de los	Nosotros tenemos día y noche ya que nuestro planeta gira alrededor del sol y eso hace que una parte del planeta está con los rayos del sol y otras no y se muestra la luna y eso es estar de noche	Por qué en la época de invierno está más cerca de la luna y en verano está más cerca el sol	Si porque te sirve para tener más conocimiento	Si, porque sería chévere saber más información sobre el tema

Describe cómo cambia el cielo durante el día y la noche. ¿Qué puedes observar en el cielo en cada momento?	¿Crees que las estrellas solo son visibles de noche? ¿Por qué?	¿Qué harías para descubrir cómo cambian las fases de la Luna a lo largo del mes?	Si quisieras demostrar que la Tierra gira alrededor del Sol, ¿qué tipo de información necesitarías?	¿Qué es el Sol? ¿Cómo lo describirías?	¿Qué tan lejos crees que están las estrellas de la Tierra comparadas con la distancia entre la Tierra y la Luna?
En el cielo aveces esta nublado y aveces hace sol por las tardes se va oscureciendo y puedes ver el atardecer y en la noche solo hay estrellas	No,por que de la nada no van a aperecer es simplemente que siempre estan ahi simplente que como la luz del sol es muy fuerte no se ven.	Puedes comprar un telescopio y todas las noches observas como la luna va cambiando	Sber cuantas horas tiene un dia los planetas etc	como una bola de fuego	no se
nubes y Estrellas	si porque el sol es mas brillente	...ya se la luz del sol y la posicion de la luna al rededor de la luna	cuando otro planeta se alinea con la tiarra	el sol es una estrella y es brillante y caliente	200.000.000 años luz
que se cambia de color	si,porque las estrellas solo salen en la noche	buscar por internet	libros,paginas,etc	una estrella gigante	en el espacio
cuando es mañana, el sol sale por un costado, al medio dia es el momento mas caliente del sol, al final sale la luna, a media noche es el momento mas frio de la noche a asi as etc.	si, por que la noche dja que las estrellas brillen mas	revisandola todas las noches para identificar las fases de la luna	el sol es grande y el espacio es como una tela y mas grande la masa mayor atraccion por pequeños como los planetas y dan vueltas	es un monton de gases que dan luz, no fuego, no lava	son muy lejanas :)
es por la rotacion de la tierra y se ve como cambia la luz y el color del cielo	si, por que la luz del sol no deja que se vea su brillo	mirando al cielo	La informacion de google	es una bola de fuego y helio y es brillante grande y calienta	estan 3 veces comparadas con la distancia entre la tierra y la luna
oscureciendo y iluminando y se ven las nubes	si las estrellas se ven en la noche porque en el dia hay mucha luz	viendo su forma cada noche	una foto y un texto	helio y ortos gases. mirando al cielo	como 100.000.000.000 billones de veces la distancia de la tierra y la luna
en el dia esta en un tono de azul claro con nubes y el sol. en la noche es un azul oscuro con estrellas y con la luna.	si creo que porque en la noche la luna esta al lado y eso produce las estrellas.	estudiando cuales son las fases y todas las noches mirar al cielo con un telescopio.	le digo que cada año vuelve a enero porque la tierra rota	es como una fuente de luz que ilumina el mundo pero es un poco caliente	creo que estan a la mitad de los dos
cuando esta de dia esta claro y cuando de noche esta oscuro	si, creo que es porque cuando esta de dia la luz hace que las estrellas no se vean	buscar en google	nesesitaria O UN libro o en internet	el sol es una estrella con fuego	yo creo que la luna esta mas cerca que las estrellas
despues de un par de horas el cielo cambia	porque hay oscuridad	pus solo cambia	el sol se aburre ve ala tierra y juega con la tierra	bola brillante quema ojos y cara	1000000000000000000000000000000 kilometros ala tierra:)
Cambia gracias al rotamieto de la tierra	Las estrellas solo son visibles por la noche por que brillan mucho nose , pero siempre estan hay sea o no sea de noche porque creo que son planetas y soles no recuerdo vien	viendolo	nesesitaria demostrar que la tierra rota en su propio eje luego de eso todos me creirian lla xd	Una gran masa de idrogeno y gases calientes que iluminan y calientan los planetas	Las estrellas estan MUUU

Describe cómo cambia el cielo durante el día y la noche. ¿Qué puedes observar en el cielo en cada momento?	¿Crees que las estrellas solo son visibles de noche? ¿Por qué?	¿Qué harías para descubrir cómo cambian las fases de la Luna a lo largo del mes?	Si quisieras demostrar que la Tierra gira alrededor del Sol, ¿qué tipo de información necesitarias?	¿Qué es el Sol? ¿Cómo lo describirías?	¿Qué tan lejos crees que están las estrellas de la Tierra comparadas con la distancia entre la Tierra y la Luna?
		como se ve la luna		estrella	rota al rededor de la tierra
que el sol se mueve pero en realidad es la tierra	pues las estrellas son soles y pues se pueden ver mas en la noche por que brillan	la luna rota y la luz del sol la ase brillar entonces cada ves cambia de posición y la luz del sol le da en diferentes lados o que ase que cuando veamos a la luna no vemos esa parte que no tiene luz del sol	mayor masa mayor atracción	el sol es una estrella echa de muchos métalas creo pero no me acuerdo cuales	pues dependiendo cuales por que hay muchas estrellas normal mente los kilómetros en el espacio son los años luz. y creo que el sol esta 4 años luz
El cielo a veces se empieza a poner amarillo, rojo, o naranja. Y otras se va oscureciendo y va apareciendo la luna y el sol va desapareciendo.	No, porque el sol es una estrella, y muchas veces aparecen estrellas de día.	Yo pondría un telescopio con un ángulo en el que pueda observar la luna, también investigaría o indagaría sobre eso en la NASA. O iría un planetario.	Busco en GOOGLE información o puedo ver un video sobre un astronauta que esta viendo la tierra y ver el sol.	Una estrella que alumbra en el día y desaparece de noche.	Muy lejos.
cuando esta amaneciendo de oscuro se vuelve naranja luego azul y luego naranja y luego todo oscuro asta la mañana.	No porque el sol es una estrella.	voy al planetario y compro un mapa de fases lunares.	la de un satelite.	una estrella joven que es muy brillante es de color blanco y caliente.	las estrellas son del tamaño del sol y entonces deberianeptuno ti estar lejos
yo puedo observar que por la mañana es claro el cielo, en la noche se ve oscuro	si, porque creo q las estrellas son brillantes y por el sol y las nubes no se pueden ver de día sino solo de noche	con un telescopio diariamente	yo llamaria a un astronauta muy importante y q se quedara un dia en el mismo lugar en el espacio para sacar informacion	el sol es un planeta muy importante para la tierra ya que si el sol no existiera no habria vida. el sol es una esfera brillante	yo creo que estan muy lejos ambos porque es un universo
en el día el cielo se ve brillante despues el cielo se va oscurociendo hasta que se convierte la noche es oscuro en algunos lugares se ve completamente negro	si creo que las estrallas solo se ven en la noche porque por la luz del dia las estrellas se van difuminando y en la noche que es oscuro si se ven.	observandola repetivamente	llevaria satelites al espacio y observaria si la tierra gira alrededor del sol	el sol es ua esfera brillante que solo sale de día	CREO que las estrellas estan mucho mas lejos que la luna
en el día el cielo esta reluciente con un azul claro y nubes con un azul fosforecente.					
yo puedo observar que hay momentos en que hay figuras en el cielo y a veces se pone oscuro por que va llover.	no por que las son muy brillantes y en el día se alcansan a ver un poquito.	ver siempre la luna en las noches todo el mes y visualizar las fases de la luna e ir a un laboratorio al final del mes y verificar si estan correctas.	primero iria a la NASA para conseguir mas informacion de lo que se. segundo verificaria la informacion y porque cuando caminamos y se mueven los carros se mueve el mundo.	el sol es una estrella es una esfera de gas caliente principalmente por hidrogeno aprocimadamente 75% y hielo alrededor del 24%.	las esten mas lejos.

Nombra los planetas que conoces y menciona alguna característica, si conoces, sobre alguno de ellos.	¿Por qué tenemos día y noche? Explica con tus palabras.	¿Por qué crees que hace más calor en verano y más frío en invierno?	¿Crees que lo que aprendemos en ciencia es útil para la vida diaria? Dame un ejemplo.	¿Te gustaría aprender más sobre el espacio y los planetas? ¿Por qué?
Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Neptuno. En marte había agua pero se volvió hielo.	la tierra rota y la luna también y me da pereza volver a decir por que	por que la rotación de la tierra no es perfecta tiene mas forma de huevo y se aleja mas en un mes que en el otro	si por que algunos niños quieres ser astronautas	si por que me gustan
Saturno, Urano, Marte: Es rojo, Tierra, Neptuno, Jupiter, Pluton?: Era chiquito y ya no se considera planeta.	Porque la tierra rota todo el tiempo y la luna y el sol se encuentran en un lugar. Eso hace que se haga día y noche.	Porque unos meses pasamos días bajo el sol y otros casi sin sol.	Sí, así podremos saber cosas útiles para la vida como por ejemplo las celulas son importantes para el cuerpo la vida, animales, practicamente cosas vivas.	Sí, porque me parece interesante.
tierra,marte,neptuno,jupiter,saturno,urano,pluton no es un planeta desde 2016 por enano.	porque la tierra rota 180 grados y rota por el sol el lado que no alumbra el sol esta oscuro.	porque en un punto del año esta mas cerca y en orto momento mas lejos.	Si el automóvil se usa para transportarnos.	Si porque me gusta la ciencia.
tierra, pluton ,jupiter, sol, luna, marte ,neptuno, saturno, urano, marte,	porque la tierra gira. yo creo q la luna esta a un lado y el sol al otro lado asi q como la tierra gira por eso ay dia y noche	en el invierno yo creo que hace mas frio porque el sol se aleja de la tierra y en verano porque el sol se acerca a la tierra	si es muy util como por ejemplo: como sabemos que el huevo se cocina?	si me gusta, porque es algo muy imporante sobre lo que me gustaria aprender
mercurio, jupiter, tierra,marte,venus,saturno yo se que saturno tiene un anillo	por que la tierra gira alrededor del sol y cuando no esta el sol se convierte en noche.	por que la tierra en el verano se acerca mas al sol y el el invierno se aleja la tierra	si para estudiar	no por que es muy dificil
Urano, Neptuno, Jupiter, Pluto no es un un planeta.	dios creo el mundo con un ciclo de vida y en el ciclo de vida para no estar con ese sol tan mamon el creo dia y noche.	por que en un punto del a;o estamos mas cerca de sol y en otro punto estamos mas lejos.	celulares hierro y la siencia hace cosas tegnologicas ETC.	si porque me puede servir para mi carrera universitaria en mi adolesencia.

Bibliografía

American Astronomical Society (AAS). (2006, octubre 10). *What is a planet?* https://dps.aas.org/education/what_is_a_planet/

European Space Agency. (s/f). *The Hertzsprung-Russell Diagram. Cosmos*. https://www.cosmos.esa.int/web/cesar/the-hertzsprung-russell-diagram

International Astronomical Union. (2009). *Astronomy for Development Building from the IYA2009. Strategic Plan 2010–2020 with 2012 update on implementation*. IAU.

International Astronomical Union. (2020). *Strategic plan-2020-2030*.

Karttunen, H., Kröger, P., Oja, H., Poutanen, M., & Donner, K. J. (2017). *Fundamental astronomy* (6th ed.). Springer.

Maaouia, N. Ben, Bernal, A., Caponni, P., Carias, M., Claret, A., Colorado, J., Fierro, J., Finger, M., López, S., Oueslati, A., Cristina, M., Germán, P., Llorenç, P., Edición, P., Mª, R., Ilustraciones, R., Vidal, M., Naoufel, ©, Maaouia, B., … Diseño, R. (2011). *Cuentos de estrellas* (R. Ros, Ed.; Ciencia en acción). www.csic.es/unawe

Mickaelian, A., & Farmanyan, S. (2021). Astronomy in the Crossroads of Interdisciplinary and Multidisciplinary Sciences. *Trends in Technical & Scientific Research*, *5*(1), 1 –8.

Montero, I., & León, O. (2002). Clasificación y descripción de las metodologías de investigación en Psicología. *Revista Internacional de Psicología Clínica y de la Salud*, *2*(3), 503–508.

NASA. (2025, mayo 8). *Venus*. https://science.nasa.gov/venus.

O.E.C.D. (2003). *The PISA 2003 Assessment Framework*. OECD.

Organización Bachillerato Internacional. (2025). *El aprendizaje y la enseñanza*. Organización del Bachillerato Internacional.

Qualter, A. (2004). *The teaching of science in primary schools*. David Fulton Publishers Ltd.

Real Academia Española. (2023, marzo 20). *Astronomía.* En Diccionario de la lengua española. https://dle.rae.es/astronom%C3%ADa

Ritchhart, R., Church, M., & Morrison, K. (2011). *HACER VISIBLE EL PENSAMIENTO Cómo promover el compromiso, la comprensión y la autonomía de Los estudiantes* (Paidós SAJCF). www.paidosargentina.com.ar

Ros, R., & García, B. (2015). 14 pasos hacia el universo. *NASE*.

Sampieri, R., Collado, C., & Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación*. Mc-Graw Hill.

Sandín, E. (2003). *Investigación Cualitativa en Educación. Fundamentos y Tradiciones*. Mc Graw and Hill Interamericana de España.

Siddiqi, A. A. (2018). *Beyond the earth: A chronicle of deep space exploration, 1958-2016*. NASA History Program Office.

U.N.E.S.C.O. (2025, febrero 11). *Qué debe saber sobre la alfabetización*. https://www.unesco.org/es/literacy/need-know?hub=401

UNESCO – OREALC. (2006). Habilidades para la vida. Contribución desde la educación científica en el marco de la Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible. En *Congreso Internacional de Didáctica de las Ciencias*.