

Enseñanza de la Geometría, apoyada en la práctica de la Astronomía

Alexander Aguilera Coy

Director

PhD. Alejandro Bolívar Suárez

Maestría en Educación

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

Tunja, Boyacá

2022

Nota del Autor

Alexander Aguilera Coy, Facultad de Ciencias de la Educación, Maestría en Educación, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

La correspondencia de esta investigación debe ser dirigida a nombre de Alexander Aguilera Coy, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Avenida central Norte 39-115, Tunja, Boyacá.

Email alexcoy2019@gmail.com

Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría agradecer a mi supervisor, el Dr. Alejandro Bolívar Suárez por dirigir el presente trabajo de grado y por su constante motivación y apoyo. También quiero agradecer al Dr. Nelson Vera Villamizar y el Magíster Lenis Fabián Pedraza por la validación de instrumentos. Asimismo, agradezco a los jurados por sus aportes, sin los cuales este trabajo no habría sido enriquecido.

De igual manera, agradezco al Dr. Ramiro Toro Guarín, rector del Gimnasio Galileo Galilei, por su confianza y aprobación para la ejecución de la investigación.

También al físico Martín Arias por los aportes pedagógicos y consejos para la construcción del aula interactiva. Igualmente, a Lenny Aponte, rectora de la Fundación Rayuela, donde inicié las primeras ideas que me permitieron articular mi proyecto. Del mismo modo, a mis hermanos Ana Milena Aguilera y Victor Alfonso Aguilera, por apoyarme en cada momento. También a mi estimada novia, Mayra Liceth Pijarán, por su constante aprecio y motivación. A mis cuñados, Natalia Domínguez y Miguel Solano, por el apoyo incondicional. Asimismo, a mis amigos Andrés Felipe Flórez y Daniel Alejandro Valderrama por sus contribuciones y orientaciones.

Dedico este trabajo a mis sobrinos Santiago, Heidy, Mariana, Allison y Victor Daniel, para que la inspiración y la curiosidad los lleve a través del largo camino del aprendizaje.

Alexander Aguilera Coy

Enero de 2023

Contenido

Enseñanza de la Geometría, apoyada en la práctica de la Astronomía	1
Nota del Autor	1
Contenido	3
Resumen	8
CAPÍTULO I.	13
Planteamiento del Problema	13
Formulación.....	15
Antecedentes.....	18
Estado del arte	19
CAPÍTULO II.....	32
Referentes Teóricos	32
Definición de Astronomía	42
Conceptos de Astronomía: Eventos astronómicos	44
CAPÍTULO III	49
Metodología.....	49
Enfoque.....	49

Tipo de Investigación	50
Etapas de la Investigación-Acción	51
Diagnóstico inicial	51
Diseño de la secuencia didáctica	52
Ejecución de la secuencia.....	56
Población y Muestra	56
Fase de reflexión y evaluación	57
Categorías de análisis	57
Consideraciones éticas.....	60
CAPÍTULO IV	63
Análisis de resultados	63
Categoría de evaluación actitudinal entre Astronomía y Geometría.....	73
Categoría de Interdisciplinariedad.....	77
Categoría de contenidos involucrados y materiales didácticos	80
Categoría de actitudes.....	92
Análisis del pos-test.....	97
Categoría de Geometría.....	97
Categoría de evaluación actitudinal entre Astronomía y Geometría.....	104
Comparación de resultados entre pretest y postest.....	106

Discusión	110
ANEXOS	133
Anexo 1. Encuesta	133
Anexo 2. Secuencia Didáctica	136

Lista de figuras

Figura 1. Etapas de la investigación acción	48
Figura 2. Categorías de análisis	57
Figura 3. Relación de conceptos básicos de geometría por opciones de respuesta	61
Figura 4. Relación de conceptos de astronomía por opciones de respuesta	66
Figura 5.. Evaluación de la percepción del conocimiento entre astronomía y geometría	70
Figura 6. Evaluación de la percepción del aprendizaje entre astronomía y geometría	71
Figura 7. Categorías conceptuales	73
Figura 8. Construcción de círculo solar por E5	78
Figura 9. relación de conceptos	79
Figura 10. Proceso realizado por E16	80
Figura 11. Constelación de escorpión	81
Figura 12. Construcción de recta paralelas	82
Figura 13. Ilustración de una simulación del cielo a partir de sistemas de coordenadas y referencias	84
Figura 14. Relación conceptual de nociones de plano	85
Figura 15. Desarrollo de la actividad 5 en el aula planetario	86
Figura 16. Desarrollo de la actividad 5.	88
Figura 17. Resultados obtenidos por E7	89
Figura 18. Construcción del plano de la bóveda celeste y el plano de la eclíptica	92
Figura 19. Relación de conceptos básicos en el postest	94

Figura 20. Categoría de conceptos básicos de Astronomía	97
Figura 21. Categoría aptitudinal entre astronomía y geometría	99
Figura 22. Percepción de los estudiantes frente al conocimiento de la astronomía y la geometría	100
Figura 23. Comparación entre pretest y postest	101
Figura 24. Comparación pretest y postest-Astronomía	103

Resumen

Esta investigación reconoce los aportes didácticos de la astronomía como propuesta contextual del conocimiento geométrico y matemático en estudiantes de educación secundaria, de una institución privada de la ciudad de Tunja, Boyacá en Colombia. Se encontró la necesidad de fortalecer conceptos básicos de geometría que constituyen bases fundamentales para la comprensión de la espacialidad, de igual manera se identificó que la región población de estudio, son escasas las innovaciones didácticas publicadas sobre la didáctica de la geometría con fundamentos de interdisciplinariedad en el aula, de igual manera los trabajos en didáctica de la astronomía se han limitado a conceptos básicos del Sistema Solar, sin profundizar en relaciones abstractas y matemáticas.

A partir de lo anterior se fundamentó una secuencia didáctica con aportes contextuales de la Astronomía y conceptuales de la geometría, con actividades lúdicas, analíticas y prácticas que le permitieron a los estudiantes fortalecer conceptos como punto, segmento de recta, planos y espacio. En términos de las relaciones interdisciplinarias los estudiantes mejoraron sus actitudes frente al conocimiento, pues pudieron ver de forma aplicada, conceptos que consideraban abstractos y complicados.

Se sienta por tanto un precedente de innovación didáctica que sugiere seguir implementando este tipo de trabajos en la región e ir complejizando los procesos de análisis matemáticos aplicados a fin de que se aporten soluciones frente a dificultades como las actitudes negativas de los estudiantes a las matemáticas y la creencia de que el conocimiento científico no tiene aplicabilidad en la vida cotidiana, de igual manera surge la

necesidad de seguir fortaleciendo el desarrollo didáctico de la astronomía como herramienta para la conceptualización de otras ciencias y la construcción de pensamiento científico.

Palabras clave: Geometría plana, eventos astronómicos, secuencia didáctica, Interdisciplinariedad

Abstract

This research recognises the didactic contributions of astronomy as a contextual proposal for geometric and mathematical knowledge in secondary school students in a private institution in the city of Tunja, Boyacá in Colombia. It was found that there is a need to strengthen basic concepts of geometry that constitute fundamental bases for the understanding of spatiality, in the same way it was identified that the study population region, there are few didactic innovations published on the didactics of geometry with interdisciplinary foundations in the classroom, in the same way the works in didactics of astronomy have been limited to basic concepts of the Solar System, without delving into abstract and mathematical relationships.

Based on the above, a didactic sequence was developed with contextual contributions from astronomy and conceptual contributions from geometry, with playful, analytical and practical activities that allowed students to strengthen concepts such as

points, line segments, planes and space. In terms of interdisciplinary relations, the students improved their attitudes towards knowledge, as they were able to see in an applied way concepts that they considered abstract and complicated.

A precedent is therefore set for didactic innovation that suggests continuing to implement this type of work in the region and making the processes of applied mathematical analysis more complex in order to provide solutions to difficulties such as students' negative attitudes to mathematics and the belief that scientific knowledge has no applicability in everyday life, as well as the need to continue strengthening the didactic development of astronomy as a tool for the conceptualisation of other sciences and the construction of scientific thought.

Keywords: plane geometry, astronomical events, didactic sequence, interdisciplinarity

Introducción

La presente investigación reconoce las potencialidades didácticas de la astronomía en el abordaje de procesos de enseñanza y aprendizaje interdisciplinarios, con un eje articulador en el conocimiento científico (Olivera, 2021). Desde esta perspectiva, se identifican dificultades en el aprendizaje contextualizado de conceptos geométricos y matemáticos (Sepúlveda et al., 2019) en los diferentes niveles de formación de las instituciones educativas.

Los conceptos geométricos son indispensables para desenvolverse en la vida cotidiana, además, la geometría aporta en la formación de los individuos, en cuanto permite comprender el contexto físico cercano, por ejemplo, la construcción del concepto de espacio permite articular un pensamiento objetivo a partir de medios abstractos (Guerrero, 2011). Asimismo, el concepto de ubicación está mediado por el uso de elementos como el punto, recta y plano, ya que este permite el desarrollo del pensamiento espacial (Giraldo, 2011).

En el contexto de Colombia, la geometría ha estado ligada en los contenidos curriculares de las diferentes instituciones. En educación secundaria el estudio de la geometría debe favorecer las interacciones sociales. Esto indica que los estudiantes deben contar con los conocimientos mínimos necesarios para aplicar en su contexto y a su vez, facilitarles su relación con la sociedad (MEN, 2002). Sin embargo, las investigaciones sobre este campo, en nuestro contexto, son escasas.

Asimismo, los procesos de enseñanza y divulgación de la astronomía en Boyacá son pocos, pese al potencial geográfico y cultural que se ofrece para el ejercicio de esta ciencia (Pinzón et al., 2016). Aún más reducida es la investigación interdisciplinar entre geometría y astronomía, y solo encuentran trabajos como los de (Perilla, 2012) y (Galindo, 2014), realizados en otras zonas del país, pero que se convierten en referentes clave que sugieren la necesidad de darle continuidad a estos procesos investigativos, especialmente en territorios donde no se han realizado, como el departamento de Boyacá.

Con base en lo anterior, en este trabajo de investigación se fundamenta una secuencia didáctica, a partir de contenidos astronómicos de posición y referenciación, como la oposición y conjunción de objetos de la bóveda celeste. Dichos contenidos, proporcionan contexto y aplicación de conceptos geométricos como el punto, las rectas, los segmentos de rectas, los planos y el espacio. En términos didácticos, la innovación radica en el proceso de articulación de estas dos ciencias en escenarios de aprendizaje contextual y dialógicos, ya que la secuencia prioriza el cuestionamiento y análisis de situaciones cotidianas como constructo de aprendizaje.

Esta secuencia se aplicó en estudiantes de séptimo grado de una institución educativa de carácter privado. Buscó potencializar la interpretación conceptual de la geometría, el pensamiento abstracto, la aplicación contextual del conocimiento técnico y científico, así como el acercamiento a las ciencias astronómicas. Se espera finalmente que las contribuciones de este trabajo potencialicen el desarrollo técnico, científico y social de la región, generando vocaciones científicas y proporcionando las bases conceptuales y procedimentales necesarias para el avance en el área.

CAPÍTULO I.

Planteamiento del Problema

Entre las dificultades a nivel mundial, en cuanto al aprendizaje de las matemáticas, se relaciona el contexto de cada país. Basados en el informe de 2021 de la OCDE y en los resultados obtenidos en la prueba del 2018, se afirma que los estudiantes de Colombia obtuvieron un rendimiento menor que la media de la prueba aplicada por la OCDE (OCDE, 2021). El 76% de los países de la OCDE alcanzaron al menos el nivel 2, entre ellos Colombia con un puntaje particular de 391. Debido a que no hay lineamientos establecidos por la OCDE, cada país es autónomo en los mismos, así que de este modo el aprendizaje de las matemáticas es de naturaleza epistemológica, tanto en su componente disciplinar como en su componente pedagógico (Murcia & Henao, 2015).

En cuanto a la Prueba Saber en el área de matemáticas, se evalúan competencias relacionadas a comunicar, razonar y solucionar problemas propios de la geometría y de la medición (MEN, 2021). Se ha encontrado que las mayores dificultades en el área de matemáticas se presentan en el contexto escolar, por ejemplo, se encontró que el 75% de los estudiantes no les interesa las matemáticas (Baquero, 2019).

En asignaturas como matemáticas, al buscar obtener una progresividad en los conceptos, como por ejemplo los geométricos, se ha analizado su relación estrecha con la astronomía y se ha podido llegar a visualizar panoramas que para el estudiante representan un macrosistema no conectado con la geometría y no es observado de manera que funcione

como un conocimiento sistémico que afecte directa o indirectamente en su cotidianidad (Perilla, 2012).

Es así como se puede asumir que la enseñanza constituye un eslabón fundamental como respuesta a un planteamiento durante la clase de geometría, siendo insuficiente el modelo de aprendizaje basado en la memorización y repetición de fórmulas, para que posteriormente se pueda evaluar el conocimiento del estudiante.

Asimismo, es necesario dentro del rol docente hacer entender que se debe razonar y comprender ciertos conceptos abstractos que no vienen en los libros y que se encuentran en su entorno más cercano. Es a partir de este punto, en que introducir a los estudiantes en áreas como la geometría es mucho más fácil si al momento de transmitir conocimientos se utilizan determinados materiales didácticos por parte de los docentes, diseñados de forma específica y segura para la enseñanza de estos ejes temáticos en los distintos grados de bachillerato en Colombia (Posada, 2014).

Así mismo, el aprendizaje de los contenidos curriculares de la geometría por medio de la astronomía se hace desde la relación existente entre estos campos de conocimiento y se refleja en el entender que, como menciona (Exirblogger, 2014) “En todo el universo gobiernan las formas geométricas, prueba de ello son las órbitas de los planetas y cometas en torno a una estrella como también los satélites en torno a un planeta”.

En el contexto de Colombia, la geometría no ha sido abordada de manera suficiente a través de la astronomía, dado que aún no existen lineamientos curriculares establecidos y avalados por el Ministerio de Educación Nacional. Debe resaltarse que la relación entre geometría y astronomía por cuanto permite el desarrollo de habilidades como la

observación, el registro de información, su análisis y la reflexión; es así como se llega a la divulgación del conocimiento, accediendo al avance científico, conectando ramas de estudio entre sí, lo cual atiende a las necesidades de un mundo que cada vez está más globalizado.

En un contexto más cercano, se puede evidenciar a nivel local, a través de particularidades encontradas en el Colegio Gimnasio Galileo Galilei, en donde se identifica que los estudiantes de grado séptimo presentan dificultades con el aprendizaje de la geometría, tal como se evidencia en el apartado de cuestionario diagnóstico en la metodología.

Formulación

¿Cómo contribuye una secuencia didáctica fundamentada en la astronomía en el aprendizaje de conceptos básicos de geometría plana en los estudiantes de séptimo grado de la institución Gimnasio Galileo Galilei de la ciudad de Tunja?

Justificación

El Ministerio de Educación Nacional argumenta que todo ser humano por curiosidad está en un constante descubrimiento de su entorno, siendo la escuela el lugar donde desarrolla sus habilidades mediante prácticas que estimulan la observación y *“desarrollan una interacción sólida con el entorno, permitiendo así abstraer información, la cual puede ser aplicada en su contexto cotidiano”* (MEN, 2004; citado por Perilla, 2012).

En un contexto moderno, es fundamental el ejercicio de la pedagogía, así como definir un currículo en Colombia para la educación media que enmarque la enseñanza de las

matemáticas y así ofrecer espacios interdisciplinarios, en los cuales se relacionan elementos abstractos constitutivos de un sistema complejo.

Las matemáticas y la geometría suelen fortalecer destrezas que facilitan la comprensión de diferentes conceptos contenidos en otras ciencias. Un ejemplo de este escenario es la astronomía. En este caso, al buscar obtener una regularidad en los conceptos geométricos se puede llegar a visualizar panoramas que involucran la comprensión de un macrosistema conectado. Es a partir de este punto, donde los contenidos curriculares de la geometría por medio de la astronomía se reflejan en el aprendizaje, como menciona (Exirblogger, 2014) *“En todo el universo gobiernan las formas geométricas, prueba de ello son las órbitas de los planetas y cometas en torno a una estrella, también los satélites alrededor de un planeta”*.

En lo que respecta a las potencialidades de la geometría, esta funciona como un campo de estudio que habilita a los estudiantes en la interpretación de su realidad a partir de herramientas matemáticas que funcionan como referentes en la descripción del mundo físico (Fernández, Gamboa, & Rodríguez, 2017). En cuanto a las potencialidades de la astronomía, estas se basan en el criterio humano de interpretar los cielos como elementos de ubicación y de estructuración de formas geométricas. Por lo tanto, un conocimiento general sobre astronomía funciona como un punto de partida para el pensamiento espacial. Por otro lado, la continua exploración de conceptos de astronomía permite mantener un orden crítico a nivel de habilidades lógicas en los estudiantes. Por ejemplo, en estudiantes de grado séptimo se potencializan destrezas relacionadas al reconocimiento del sistema solar y del sistema estelar.

Asimismo, la interdisciplinariedad permite el desarrollo del trabajo colectivo, ya que se exploran nuevos terrenos del saber al realizarse una transversalidad entre conocimientos de diferentes áreas enmarcados en el aprendizaje de una temática en particular. Además, permite potenciar el desarrollo de las condiciones de validez, explorar horizontes más ricos y complejos, así como profundizar el análisis de hechos y situaciones prácticas.

Basados en la máxima de que *“El material didáctico estimula la función de los sentidos para acceder de manera fácil a la adquisición de las habilidades y destrezas”* (Posada, 2014), es precisamente a través del material didáctico, diseñado por los docentes, la forma en cómo se mejora la comprensión en los estudiantes, también fomenta la participación en clase y enriquece el proceso de aprendizaje, además favorece a los estudiantes a desarrollar la concentración, permitiendo así un mayor control sobre sí mismo. Es por esta razón, que este trabajo de investigación se propone como un referente en la enseñanza de la geometría a partir de los elementos abstractos de la astronomía por medio de un material didáctico, el cual involucra conceptos matemáticos y a la vez, estimula el proceso de desarrollo de habilidades en los estudiantes que presentan dificultades tales como la mala interpretación de nociones relacionadas a los elementos básicos de la geometría plana.

Objetivos

General

Fortalecer las destrezas para la geometría plana en los estudiantes de grado séptimo mediante la astronomía como recurso pedagógico en la institución educativa Gimnasio Galileo Galilei de la ciudad de Tunja.

Específicos

Realizar un diagnóstico que permita conocer las nociones básicas de geometría y de sus relaciones con la astronomía.

Diseñar una secuencia didáctica apoyada en la astronomía como recurso pedagógico hacia el aprendizaje de la geometría reconociendo objetos del plano celeste.

Implementar la secuencia didáctica apoyada en la astronomía que permita la enseñanza de la geometría.

Evaluar el impacto de la secuencia didáctica aplicada en los estudiantes y analizar los resultados de manera cualitativa.

Antecedentes

Bocanegra (2018), en su investigación “el uso de la astronomía de una forma lúdica para la enseñanza de las matemáticas en quinto grado” se apoyó en la astronomía como recurso de enseñanza en la matemática usando el método cualitativo descriptivo, permitió interrelacionar conceptos básicos de la geometría y articularlos mediante la astronomía de posición. Entre los resultados más notables se destacó la necesidad de actividades o recursos que ayuden al profesor a mejorar su desempeño en el área de matemáticas, también el diseño de la secuencia y el uso de los derechos básicos de aprendizaje articulados con la astronomía de posición (Bocanegra,2018).

Gamba y Bogotá (2013) en su trabajo “Astronomía, matemática y escuela ara Solís: dispositivo didáctico”, diseñado para estudiantes de grado décimo, permitió trabajar la construcción de funciones trigonométricas, con la ubicación de cuerpos celestes basado en

los diseños y registros astronómicos que los muiscas dejaron establecidos en el parque arqueológico en la vereda Monquirá del municipio de Villa de Leyva (Boyacá). Entre sus más importantes resultados están la identificación de objetos celestes que se registraron por medio de las figuras fálicas, así como el estudio correlacional de medida de ángulos y aplicación de teorema de Tales en los monolitos presentes. Todo esto mediante la proyección de sombras ejercidas por los monolitos (Gamba y Bogotá, 2013, p. 10).

Tarquino (2016) en su trabajo titulado “El desarrollo de procesos de investigación en la escuela, a partir de la astronomía” desarrolló una investigación de tipo cualitativo basada en el diseño de una secuencia didáctica. La investigación estuvo orientada a desarrollar una propuesta de procesos de investigación científica en la escuela mediante el diseño e implementación de una secuencia didáctica.

Estado del arte

En este apartado se presentan las teorías que sustentan los aportes teóricos de la actual investigación, de tal manera que para su elaboración se siguió una revisión documental por categorías que permitieron dar insumos para la creación de la secuencia didáctica, las actividades de aula de clase y el uso de conocimientos astronómicos vinculados a otras áreas académicas.

Al respecto, se revisó en cada trabajo la metodología, los objetivos, los resultados y las principales conclusiones, que llevaron a dominar el conocimiento que se requiere en la presente investigación y que puede dar luces a las acciones por implementar en la ejecución de la secuencia diseñada. En este sentido, entre los aportes destacados en el estado del arte se encuentran: actividades implementadas, diseños de secuencias, usos de software o

herramientas pedagógicas; estas fortalecieron la presente investigación y se tuvieron en cuenta en el diseño de la secuencia didáctica.

Inicialmente, debe resaltarse la relación entre el ser humano y el universo, la cual ha desarrollado la curiosidad de conocer el mundo, describirlo y formular hipótesis que conllevan a replantear teorías y explicar diferentes fenómenos naturales. En el universo gobiernan las formas geométricas, por ejemplo, se usa la geometría, en palabras de Exirblogger (2014), “Para calcular las distancias que existen entre las estrellas por el método de la paralaje astronómica”. Asimismo, comprendiendo las leyes que rigen en una elipse, se puede determinar la posición de un planeta. También se puede referenciar la primera ley de Kepler, la cual indica que la tierra se mueve alrededor del sol en forma elíptica, donde el sol es uno de los focos que determinan dicha elipse.

A continuación, se mencionan algunos estudios sobre las relaciones, concepciones y la práctica pedagógica e investigativa de los profesores en sus labores desde el orden internacional hasta el nacional, las cuales aportan de manera significativa al desarrollo de la investigación.

Internacionales

Teniendo en cuenta algunos referentes que demuestran el gran enfoque de la astronomía en el campo de la pedagogía, se precisa revisar el trabajo realizado por Pintos y Fernández, (2008) que realizan una revisión histórica en Uruguay, donde el estudio de la astronomía se centra como una disciplina muy especializada e importante durante las últimas cuatro décadas. En el año 2003, el gobierno uruguayo incluyó en su malla curricular la astronomía como un espacio articulador de saberes, bajo el nombre de “Ciencias de la Tierra y el

Espacio”, tenido en cuenta en el primer año de la educación media superior como asignatura curricular, en cuanto a los lineamientos científico-matemáticos de segundo y tercero de este ciclo y de ciencias de la vida en segundo, como taller optativo (Pintos y Fernández, 2008).

Por otro lado, autores como Perilla (2012), en su artículo “la Astronomía de posición y tiempo: una aproximación a los lineamientos curriculares de la educación media”. Dentro de esta propuesta, se planteó una educación científica, envuelta en un concepto de ciencia pública, obteniendo como objetivo una comprensión de los estudiantes sobre el mundo en el que viven y también de las formas en que se construye el conocimiento científico (Perilla, W. 2012). De este modo, la educación debe propender por la comprensión de los conceptos, es decir del mundo en el que viven los estudiantes. En tal sentido, es supremamente importante que el docente pueda transmitir, de una manera eficiente, las temáticas y los saberes para que se dé efectivamente la interiorización de estos conceptos.

En cuanto al contexto argentino, a lo que se sabe de astronomía según Ortiz, (2015), la propuesta curricular de Horacio Tignanelli, quien habla sobre la enseñanza de la astronomía en la escuela, dentro del contexto argentino, plantea que de acuerdo con el grado escolar, se proponen temáticas que parten de los fenómenos astronómicos como son la medida del tiempo y el espacio, que conllevan a impartir tópicos como los planetas, las estrellas, salida y puesta del Sol, satélites naturales y sus órbitas, la luna y sus fases, entre otros.

De la misma manera, la enseñanza de la astrofísica en Brasil se ha enfocado en los diseños de textos referentes a la astronomía y contiene las actualizaciones en educación para que exista una preparación congruente en cuanto a los temas del aprendizaje escolar,

igualmente, se han diseñado pruebas con respecto al estudio de la astrofísica. En el contexto escolar de Brasil, la astronomía se ha visto involucrada en este ambiente, debido a una reforma realizada a la educación en el Decreto N°16 782-A del 13 de enero de 1926, proferido por el rector de la Universidad de Río de Janeiro, el profesor Rocha Vaz y el ministro de Justicia Luis Alves y por Carlos Delgado de Carvalho.

Respecto a España en las Islas Canarias, en cuanto a la Ley del cielo, la Dirección General de Ordenación e Innovación Educativa en la Resolución del 7 de julio de 1999, ha informado en el boletín oficial del viernes 30 de junio de 1999, que se establece en el currículo determinadas optativas para la Educación Secundaria y el Bachillerato, la disciplina de “astronomía fundamental e historia de la cosmología” como una materia con un importante carácter interdisciplinar, que puede llegar a la orientación profesional o laboral de los estudiantes, por cuanto estimula su curiosidad a observar cosas que están afuera de su contexto y está, a su vez, genera un impacto en ellos. En cuanto a los grados de secundaria, se encuentran estudiantes aproximadamente entre los 12 a los 17 años. Se ha establecido una disciplina en la enseñanza en colegios, la cual se ha denominado Ciencias de la Naturaleza, estudiando los logros: Sistema Solar, Estaciones, Día y Noche, Eclipses, Orientación, Observación del cielo nocturno y diurno, Geo-heliocentrismo, Aportes de Copérnico, (1543); Kepler, (1605); Galileo, (1610); Newton, (1668) (Erazo, 2017).

Palomar (2013) asegura, entonces, en su tesis doctoral llamada “enseñanza y aprendizaje de la astronomía en el bachillerato”, mencionando específicamente que el carácter interdisciplinar de la enseñanza de la astronomía, relacionado con la física como encargada de dilucidar los procesos estelares y los movimientos en el espacio, la biología

en el campo de la astrobiología, la geología contribuyendo a entender la evolución planetaria, las matemáticas describiendo la trigonometría existente en un reloj de sol y la tecnología ayudando a diseñar los instrumentos de medida necesarios para determinadas observaciones (Palomar, 2013). En la metodología de su investigación se realizó la comparación de los resultados obtenidos en cada ítem del cuestionario en el pretest y en el pos-test con el objetivo de medir en los estudiantes la apropiación de conceptos que favorecen el pensamiento del movimiento de los cuerpos en la Tierra, la esfericidad de esta o la centralidad del sol.

Nacionales

Astronomía y matemáticas

Educar en cualquier área académica implica el uso de estrategias pedagógicas y didácticas que transmitan el conocimiento a los estudiantes de tal manera que los mismos logren interiorizar los conceptos (Gamba & Bogotá, 2013). Los instrumentos didácticos buscan un ambiente en el que los estudiantes generen interés por la exploración, el análisis, la argumentación y la participación de generar experimentos y conocimiento matemático, esto bajo una metodología cualitativa con enfoque puramente teórico y sin contacto con la población, enmarcada en la revisión documental, se centró en el escrutinio de los aspectos matemáticos, didácticos y de contexto que permitieron el diseño del dispositivo didáctico (Gamba & Bogotá, 2013). En relación con el proyecto por desarrollar en este espacio, la implementación del Ara Solís como dispositivo didáctico y, teniendo en cuenta los elementos matemáticos, didácticos y de contexto, los autores lograron una transición de la teoría a la práctica dentro de las aulas de clase, pues integraron los procesos de las

funciones trigonométricas. Lo anterior teniendo en cuenta esa interacción entre actividad matemática y el contexto, en otras palabras, la funcionalidad práctica de las matemáticas.

En el trabajo desarrollado por Bocanegra (2018) y titulado “La Astronomía como recurso de aprendizaje interdisciplinar en la escuela para el grado quinto”, adelantado bajo la metodología cualitativa, contó con un método descriptivo sistemático que analizó hechos y características de una población. Se utilizó la entrevista abierta con el fin de indagar el grado de conocimiento de astronomía en los estudiantes. “Se precisa que la utilización de material concreto es un método efectivo y, además, divertido para que los niños aprendan a resolver operaciones matemáticas. Consiste en utilizar objetos concretos como palitos de helado, carritos, materiales reciclables o cualquier material que despierte el interés de los niños o que tengan a la mano y sirva de oportunidad para introducir o ampliar conceptos matemáticos” (Bocanegra, 2018).

El trabajo realizado por Acosta (2019), al cual denominó “Estrategia didáctica para la enseñanza de la Astronomía de posición”, dentro del marco del proyecto “Sintiendo la Astronomía” para estudiantes con discapacidad visual en el curso de Astronomía y desarrollado bajo la metodología cualitativa, impartida con el método de Acción Participativa (IAP) que determinó una secuencia didáctica de desarrollo de actividades, orientadas por las cuatro etapas principales del método, las cuales son:

1. El desarrollo de un plan de acción para mejorar lo observado;
2. las acciones para ejecutar el plan;
3. Observación de los efectos de la ejecución del plan y
4. La reflexión en torno a estos efectos.

En este contexto los estudiantes manifestaron que el material fue muy bien elaborado y adecuado para las necesidades multisensoriales de aprendizaje (Cárdenas,

2006; citado por Acosta, 2019), entre las temáticas desarrolladas estuvo la orientación de puntos cardinales mediante localizaciones cartesianas, diseñadas en una de las actividades de la secuencia didáctica.

Cárdenas (2011) diseñó una investigación denominada “Enseñanza de las matemáticas haciendo uso de la astronomía”, donde los temas principales a trabajar con los estudiantes fueron: sistemas de medidas; toma y manejo de datos; medición en astronomía; sistema heliocéntrico y sistema geocéntrico. El objetivo guía fue elaborar una propuesta de actividades para grado sexto sobre nociones básicas de Astronomía en la que se explicitan interrelaciones con temas de matemática y se utilizó una metodología cualitativa, bajo un método de acción - participación.

En cuanto a los resultados, redundan en la identificación y adecuación de tópicos de Matemáticas y Astronomía pertinentes para trabajar con estudiantes de grado Sexto, donde fue necesario hacer un estudio cuidadoso sobre los Lineamientos Curriculares y Estándares básicos en matemáticas y ciencias. Además, hacer una revisión teórica sobre la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas y la astronomía, con el fin de proporcionar un mejor diseño y fundamento teórico a la propuesta de actividades presentadas (Cárdenas, 2011).

Taborda (2013) desarrolla un estudio llamado “la astronomía, invitada de honor en la escuela”, cuyas temáticas por abordar en la misma fueron: coordenadas y ubicación espacial; que en palabras del autor son “el círculo solar, movimiento del sol y la duración del día”. En sus resultados se pudo observar que la cartilla ha sido pertinente para considerar la importancia de cada uno de los temas propuestos. Es por esta razón, que se han seleccionado los fenómenos que hacen parte de la vida cotidiana, que se pueden

analizar solo a partir de la observación. Con el desarrollo de esta cartilla, se comprendió que las relaciones con algunos conceptos de asignaturas como matemáticas y ciencias naturales llevan al estudiante a una mayor comprensión de los fenómenos (Taborda, 2013).

Baquero (2018) en su “Propuesta Didáctica para la Enseñanza de la Astronomía General en la Escuela”, se orientó en la investigación-acción, ya que estuvo sujeta a una intervención directa del investigador en el contexto y, a su vez, analizar la aplicación de la estrategia didáctica, para lo cual pretendió generar un cambio en la construcción de saberes; cuyos resultados indicaron que la mayoría de los estudiantes demostraron conocimientos básicos de la astronomía. Así mismo, se fomentó el diálogo; en cuanto a la investigación, se demostró que mediante la implementación de las actividades propuestas se llegó a construir relaciones importantes entre los participantes.

Plazas (2012) en su texto “Enseñanza de los elementos básicos de trigonometría, una propuesta para trabajar conexión desde la educación media” y que se desarrolló bajo una metodología cualitativa y un paradigma de investigación acción. En este se demuestra que, al revisar la evolución de conceptos astronómicos, se encontró que algunos estudiantes seguían con ideas de modelos antiguos, como la no rotación de la tierra. Bajo esta perspectiva, “es posible llegar a teoremas de la trigonometría esférica partiendo de teoremas y conceptos de la trigonometría plana, vistos en las temáticas desarrolladas en grado décimo” (Plazas, 2012).

Por su parte, Tarquino (2016) en el estudio que denominó “Desarrollo de procesos de Investigación en la escuela a partir de la Astronomía”, extendido a la luz de la investigación cualitativa, se analizaron casos concretos teniendo en cuenta su peculiaridad y sus

contextos, donde los actores dan significado a los fenómenos, a los acontecimientos, a las experiencias, a las vivencias, y es justamente el punto de partida central de este estudio. La investigación tuvo un enfoque participativo, donde el estudiante interactúa con el medio y fue de carácter cualitativo e interpretativo. Obtuvo como resultados el desarrollo de la secuencia didáctica, propuesta en el que se implementaron diversos procesos, cada uno de los cuales demanda la realización de unas tareas específicas que se relacionan de manera secuencial o complementaria una de otra. La propuesta no se aplicó.

Caballero (2013) en su documento “Una transición de la geometría a la trigonometría”, utilizando problemas históricos de la astronomía como recurso didáctico en la clase de matemáticas, desarrollado a partir de la revisión documental y de la investigación acción, pudo encontrar resultados relacionados con la práctica. Se implementó el juego de medición de la esfera que se realizó en forma de laboratorio, en donde se reconstruyó el procedimiento de Eratóstenes, un trabajo geométrico que parece haber quedado interiorizado por los estudiantes. La actividad realizada para la medición de la asta de la bandera fue la que más despertó en los estudiantes la motivación y la creatividad. La toma de datos, la observación y el trabajo del cálculo fue interesante “porque aplicaron el método científico y como resultado obtuvieron que la mayoría de los grupos se acercó a la solución, al emplear la semejanza de triángulos” (Caballero, 2013).

Mateus (2013), en cuanto al estudio denominado “Una propuesta para la enseñanza la trigonometría y la astronomía, desde los conceptos de razón, ángulo y cuerda”, basado en la construcción de las tablas de cuerdas del Almagesto de Ptolomeo y desarrollado bajo una metodología cualitativa y con un enfoque de investigación acción destacó la realización de

una revisión histórica y epistemológica detallada de los conceptos de razón, ángulo, cuerda, en relación con la astronomía y la trigonometría. Lo anterior permitió aportar significativamente para la construcción de los conceptos de razón, proporción, semejanza en triángulos y concepto de ángulo. Finalmente, la experiencia didáctica fue motivadora para los estudiantes, ya que permitió visualizar la aplicación de diferentes nociones de geometría en un área de carácter científico, y lograr comprobarlo de manera experiencial.

Laguna (2015) realizó una investigación en el grado once de un colegio etnoeducativo de la comunidad indígena Ticoya del departamento de Amazonas, su trabajo realizó una revisión documental. Entre sus mayores logros está el primer campamento astronómico, en este espacio se realizaron observaciones que lograron en los estudiantes desarrollar habilidades de comprensión, socialización y discusión por el ámbito de la ciencia. En cuanto el trabajo en equipo se transformó en un proceso

solidario y no una competencia grupal, pues la astronomía despertó el interés del estudiante por aprender sobre su identidad cultural. “Los docentes promovieron modelos similares a partir de otras disciplinas; se crearon colectivos de investigación pedagógica y de estrategias de enseñanza para la matemática y física como el semillero Mitote Astronómico” (Laguna, 2015).

Sepúlveda (2015) en su estudio “Diseño de una ruta didáctica en relación con los conceptos espacio temporales, asociados a la latitud y la formación del día y la noche”, ejecutado bajo una metodología basada en la investigación- acción, cuyos resultados obtenidos en la implementación, permiten concluir que en la realización de las actividades es posible ver la forma en la que los estudiantes se apropian de la problemática planteada

una vez que han realizado la representación del globo terráqueo; el papel que juega la maqueta en la representación del globo terráqueo les permite exteriorizar sus ideas sobre las diferencias horarias y permite adentrarse un poco en la concepción que tienen sobre el movimiento terrestre.

(Murillo, 2012) en su investigación “Contribución a la enseñanza de las cónicas mediante el uso de la Astronomía, ejecutado bajo una metodología cualitativa”, arrojó una encuesta diagnóstica, a los estudiantes del grado 10° para determinar las causas de la apatía hacia las matemáticas., y establecer una base sobre los conceptos previos respecto al tema de astronomía, así mismo se estudió los resultados realizados en el primer periodo escolar. Además de una revisión y articulación de las mallas curriculares de matemáticas, luego de la aplicación de la estrategia pedagógica se reflejaron en los resultados académicos favorables (Murillo, 2012).

Galindo (2014) en su Propuesta Didáctica para la enseñanza de la “identificación y posicionamiento de algunos astros, empleando el software Stellarium, en estudiantes de educación media”, desarrolló una metodología que es coherente a un modelo didáctico y destinado a desarrollarse en un período determinado. Entre sus resultados más destacados se muestra poco interés en la Astronomía, además de estar ligadas a acciones tangibles y comunes en su cotidianidad. En este orden de ideas, Galindo (2014) realizó una presentación de conceptos claves en la Astronomía de Posición, para lo cual le fue importante trabajar aspectos relacionados con los elementos básicos de geometría relacionados con el uso de coordenadas cartesianas y geográficas.

Ortiz (2015) en su trabajo “El cielo en las Ciencias: Enseñanza de la Astronomía en la Escuela”, aplicado a grado 10º y desarrollado bajo una metodología de tipo cualitativo, realizó una revisión documental e histórica de las enseñanzas de la astronomía en las matemáticas enmarcada en las diferentes culturas y países. Se realiza una comparativa entre los diferentes elementos; cuyos resultados evidencian que el trabajo realizado desde el año 2010 hasta el 2014, “ayudó a tener estructurado un posible currículum que fue puesto a prueba en el Colegio Calasanz Sede Medellín” (Ortiz, 2015), donde posteriormente se aplicó con estudiantes de grado décimo.

Giraldo (2011), en su trabajo “Desarrollo del pensamiento espacial a partir de la enseñanza de la astronomía bajo un enfoque constructivista, estudio de caso para décimo grado de la Institución educativa San José Obrero”, desarrollado el mismo bajo una metodología cualitativa, cuyos resultados demostraron que el trabajo se terminó realizando con el grupo de 10 B, ya que los demás grupos no mostraron el interés por realizar las actividades, en este sentido, el investigador advirtió a los estudiantes que la mediación del trabajo no involucra ninguna nota en relación a las áreas en que se aplicó el proyecto. Entre los resultados más destacados en el grupo décimo B fue tener la simpatía y apatía por participar en las actividades, lo cual se vio reflejado en las preguntas de percepción elaboradas en el postest.

Tapia, Salcedo y Valderrama (2018) desarrollaron un trabajo titulado “Campos conceptuales en la modalidad de taller aprendizaje participativo: una estrategia para la enseñanza de la astronomía de posición y la mecánica celeste”, bajo una metodología cualitativa y, entre los resultados más importantes arrojados por la investigación están que

se lograron reconocer una serie de registros que permiten a los estudiantes tener una mayor comprensión acerca del movimiento aparente de los astros. También se evidenció que los estudiantes poseían problemas y confusiones al reconocer y explicar el movimiento de la Tierra. Otro resultado de esta investigación demostró que los estudiantes no eran capaces de reconocer las diferencias entre las teorías del heliocentrismo y geocentrismo.

En el trabajo desarrollado por Suárez (2018), denominado “Desarrollo de una secuencia didáctica para la enseñanza-aprendizaje de los conceptos de triángulo de posición y movimiento diurno para estudiantes de astronomía esférica” de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, se desarrolló mediante un tipo de diseño cualitativo y se empleó el método de investigación-acción. En cuanto a los resultados más importantes, por su parte, demuestran que los estudiantes, logran interiorizar los conceptos transmitidos a través de la estrategia, por lo que esta resulta efectiva. Cabe resaltar que para la elaboración del material didáctico se tuvieron en cuenta los elementos básicos de la geometría plana, tales como las nociones de punto, rectas, plano y espacio.

Villanueva y Lozano (2018), realizaron una investigación en conjunto con los estudiantes de las distintas licenciaturas de la universidad la Gran Colombia, cuyo objetivo fue recrear con el software GeoGebra, las más ingeniosas demostraciones sobre los cálculos realizados en la antigüedad, tanto del perímetro de la Tierra como el de la distancia a la Luna elaboradas, a partir de la observación, y los conceptos matemáticos de ángulo, recta perpendicular y rectas paralelas. (Villanueva y Lozano, 2018, p. 15). Este trabajo siguió una metodología descriptiva cualitativa, cuyos resultados principales se centraron en la reflexión sobre la importancia de la observación y la experimentación para obtener

conocimientos científicos teniendo en cuenta los conceptos de ángulos, tipos de rectas, entre otros.

Cabe resaltar que, a nivel local, en el contexto Boyacense, son escasas las estrategias implementadas. Un referente es el trabajo realizado por Valderrama & Navarrete, (2020) desarrollaron una secuencia didáctica orientada a la apropiación de conceptos astronómicos que se realizó virtualmente con estudiantes de básica primaria en la Fundación Pedagógica Rayuela. Entre tanto, (Castro, 2021) realizó en su trabajo orientaciones didácticas para la enseñanza de la astronomía básica, su trabajo se basó en la implementación de una secuencia didáctica que tuvo en cuenta el paradigma constructivista y desarrolló su metodología basada en la investigación - acción bajo el método interpretativo (Castro, 2021).

CAPÍTULO II

Referentes Teóricos

Breve recuento histórico entre la astronomía y la geometría

A lo largo de la historia de la humanidad, el hombre ha intentado explicar y conceptualizar los diferentes fenómenos que nos rodean, al ser la astronomía, en específico, uno de los estudios más complejos, el cual se remonta a miles de años atrás. De esta manera, se logró establecer a partir de la observación que ciertos fenómenos ambientales se repetían periódicamente, por lo que, desde entonces, se ha buscado comprender y establecer estos patrones por medio del estudio de los astros (Plazas, 2012).

La geometría, por su lado, parece remontarse al Antiguo Egipto, Sumeria y Babilonia, siendo perfeccionada y estructurada por los griegos (Barrera, s. f). Es desde este tiempo que se pueden observar los primeros avances de la relación entre estas dos ciencias. A continuación, haremos una revisión para entender el desarrollo histórico de la Geometría y la Astronomía, por lo que se realizará un recorrido por la historia para comprender la relación entre ellas.

Las antiguas civilizaciones comenzaron a interesarse por los fenómenos ocurridos en el cielo, que iban desde la salida o puesta del sol, hasta la aparición de astros en el firmamento, los cuales eran atribuidos a deidades. Sin embargo, a pesar de que en esta época se atribuyen estos hechos a algo netamente religioso, se puede considerar como el primer acercamiento del hombre a comprender el universo que le rodea.

Para los egipcios surge el interés de estudiar los astros, a partir de la necesidad de predecir las épocas de lluvias y sequías y de esta manera, poder establecer los periodos de siembra y cosecha. Es así como identifican cinco tipos de astros: el sol, la luna, las estrellas circumpolares, las no circumpolares y los planetas. A partir de la fluctuación de la sombra, aprendieron a identificar el momento del día en que se encontraban; hacia 4500 a.C establecieron un calendario solar, en el cual, un año estaba formado por 365 días, que se agrupaban en 12 meses de 30 días, a los que se sumaban 5 días más al año, para que las estaciones coincidieran con el calendario (Figueiras y Deulofeu, 2003). A esta cultura se le considera como precursora de la geometría, ya que establecieron el cálculo del área del círculo y, como es bien sabido, “las proporcionalidades de sus pirámides dan muestra de su

intuición matemática con respecto a las longitudes, incluso haciendo uso aparentemente del Teorema de Pitágoras, sin ser conocido por ellos” (Sánchez, 2001).

Babilonia fue la primera civilización capaz de predecir el comportamiento de cuerpos celestes con anticipación, lo que les permitió desarrollar un detallado calendario lunar, en el cual incluyeron el uso de los números como base para sus análisis. Al igual que los egipcios, por medio de la observación del tamaño de las sombras, lograron establecer el momento del día en que se encontraban a través de la división del día en horas (Carvajal, 2011). Con respecto a la geometría, se han encontrado tablillas en las cuales desarrollaron problemas matemáticos, incluyendo el estudio de triángulos rectángulos, medidas de longitud y peso, la invención de la rueda, entre otros (Rondón, 2011).

De igual manera, los griegos emplearon conceptos matemáticos desarrollados en Egipto y Babilonia y los perfeccionaron. Asimismo, identificaron la trayectoria circular del sol y la luna, considerando que estos mismos giraban alrededor de la tierra, lo que dio inicio al estudio de círculos, triángulos y esferas. En palabras de Palomar (2014), es de esta manera, que surgen los primeros modelos del universo basados en observaciones como el de Tales y Anaximandro, quienes precedieron a los más elaborados de Aristóteles y Ptolomeo, este último vigente durante casi 20 siglos.

Thales de Mileto propuso que la tierra era plana, rodeada por una bóveda esférica del cielo que rota a su alrededor y que contiene los astros. Se le atribuye la predicción de un eclipse total de sol el 28 de mayo de 585 a.C. (Plazas, 2012). En cuanto a geometría fue conocida por la invención de cinco teoremas geométricos, además del cálculo de la altura

de las pirámides mediante la observación de la sombra que proyectaban, así como de los ángulos y lados del triángulo (Rondón, 2011).

En ese mismo orden, Pitágoras fue fundador de la escuela pitagórica, consideraba que todo se podía explicar por medio de argumentos geométricos. Es conocido por el teorema de Pitágoras, que, si bien ya había sido empleado en Babilonia y Egipto, fue en esta época que se demostró, el descubrimiento de los números irracionales. Dividió el saber científico en cuatro ramas: a) aritmética; b) música; c) astronomía; d) geometría. En la actualidad, los trabajos de Pitágoras han tomado importancia en el aprendizaje, especialmente, en la rama de la geometría.

Por otro lado, Platón propuso que la tierra es esférica y que los astros realizan movimientos circulares y uniformes alrededor de ella. En su libro “La República” afirma que se debe abordar la astronomía de la misma manera en que se hace con la geometría, a partir de problemas (Jiménez, 1992, como se citó en Ibarra, 2021). Clasificó la geometría en: a) geometría elemental; b) geometría superior; además de estudiar los poliedros regulares. Afirma que “los objetos geométricos existen en un mundo ideal, que difiere del empírico” (Murillo y Recalde, 2016).

Para Aristóteles, según el Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación (2007) “consideró que la tierra se encontraba en el centro del universo y que era esférica e inmóvil, basado en su observación de eclipses. Sostenía que los astros se movían en órbitas circulares y perfectas”. De acuerdo con Murillo y Recalde (2016) “en cuanto a geometría, Aristóteles afirma que los objetos geométricos se derivan de los sensibles a través de operaciones profundas y muy articuladas. Este proceso se denomina la *aphairesis*” (p.105).

Por otro lado, Euclides, el padre de la geometría, siendo famoso por su obra “Elementos de Euclides”, “Formuló el supuesto de las coordenadas esféricas, además de enunciar las leyes del movimiento diurno” (Plazas, 2012).

Entre tanto, Claudio Ptolomeo fue astrólogo y astrónomo, postulaba que la tierra era el centro del universo, por lo que fue ampliamente apoyado por la iglesia. Logró identificar y plasmar más de 1000 estrellas y 48 constelaciones. Postuló la teoría de los epiciclos, para explicar el movimiento de los planetas (Palomar, 2014). Los trabajos de Ptolomeo permitieron realizar los primeros catálogos y mapas del cielo, llevando a los navegantes a realizar rutas y tener una nueva visión del mundo.

En la edad media, la influencia de la iglesia y su visión generaron una serie de guerras y acciones que condenaban a muerte a aquellos interesados por la ciencia, debido a que no presentaban una explicación acorde con los lineamientos y el régimen que estableció el catolicismo. En esta edad, los avances científicos de los griegos pasaron a ser estudiados y desarrollados por los árabes, quienes categorizaron las estrellas y crearon un calendario lunar y tablas planetarias. Algunos astrónomos árabes debatieron las teorías propuestas por Ptolomeo, realizando así grandes avances para la ciencia (Palomar, 2014).

Se puede referenciar a Leonardo de Pisa, autor de “Geometría Práctica”, quien abordó problemas geométricos relacionados con el área y volumen. Asimismo, Nicolás Oresme postuló la hipótesis de la rotación de la tierra y empleó las coordenadas geométricas. Hacia el año 1200, en las principales universidades de Europa se retoma el estudio de la astronomía y la construcción del saber. Sin embargo, los avances en cuanto a geometría y astronomía en esta época son escasos (Duque, 2017).

Posteriormente, en la edad moderna, Nicolas Copérnico se interesó en los problemas que presentaba el modelo planetario geocéntrico, el cual tenía sus antecedentes en el Almagesto de Ptolomeo. Hacia 1514 ya había delineado un paradigma alternativo, un sistema solar con un sol fijo en el centro, y donde la Tierra y los demás planetas se encontraban girando a su alrededor, además, la Luna, se encontraba orbitando alrededor de nuestro planeta (Noche de las estrellas. 2014).

Galileo Galilei fue quien construyó un telescopio, con el cual entre 1609 y 1610 hizo observaciones y entre sus resultados más importantes fue haber descubierto las lunas en Júpiter, cráteres en la luna y la rotación de manchas solares en el sol (Duque, 2017). También Galileo Galilei comprobará de forma matemática que el sol era el centro del universo y no la tierra, comprobando lo hecho por Nicolás Copérnico y Johannes Kepler.

Por otra parte, el logro de Newton fue expresar en leyes matemáticas el comportamiento de los cuerpos celestes y terrestres. La física newtoniana ofrecería la explicación más completa y armoniosa de la estructura y movimiento del universo. Su obra más conocida, “Principios matemáticos de la filosofía natural” se convirtió en el sistema cosmológico de mayor reconocimiento desde Aristóteles (Nieto, 2003).

Desde la astronomía, en los siglos XVIII y XIX, hay un gran avance en la mecánica celeste, se descubren nuevos astros, evoluciona el instrumental científico y en la segunda mitad del siglo XIX surge la astrofísica. En el siglo XX, Einstein publicó su teoría de la relatividad. Por su parte, Edwin Hubble descubre las nebulosas, comprobando la existencia de otras galaxias (Instituto Milenio de Astrofísica MAS, 2017). Por último, Hawking articula la Teoría General de la Relatividad y la Mecánica Cuántica (Duque, 2017).

Con respecto a la geometría, en el siglo XIX se desarrolla la geometría no Euclidiana, cuyos principales representantes fueron Nikolái Ivánovich Lobachevski y János Bolyai. Durante esta época, también adquiere fuerza la geometría proyectiva. Por su parte, en el siglo XX hay una constante lucha entre seguidores de las geometrías Euclidianas y No Euclidianas.

En 1902, David Hilbert publica su obra, “Los Fundamentos de la Geometría”, donde pretende demostrar todos los teoremas de la geometría Euclídea (Bombal, 2015). De la misma manera, toma fuerza el movimiento Neokantiano, que buscaba relacionar las teorías No Euclídeas con los postulados de Kant” (Ruesga & Sigarreta, 2004). Albert Einstein se centró en especial por la comprensión de las geometrías No Euclidianas, parece haber permitido un gran avance en el estudio del cosmos, al permitir obtener una visión más amplia de las bases que durante mucho tiempo no se refutan. Por su parte, Einstein afirmó que fue gracias al avance de la geometría que pudo establecer su Teoría Especial de la Relatividad (Senior, 2001).

A partir de este recorrido histórico, se pudo observar cómo la astronomía y la geometría nacieron, crecieron y se desarrollaron a la par, siendo una base para la otra y, logrando así, que el hombre pudiera predecir y entender de una mejor manera el mundo que le rodea.

Marco conceptual

Elementos básicos de la geometría plana

La geometría surgió hace miles de años, siendo considerada una de las primeras ramas de la matemática. Desde esa época ha intentado dar respuesta a los variados interrogantes

del hombre. Así mismo, a lo largo de su historia, ha ido dividiéndose en múltiples ramas de estudio, todas en búsqueda de garantizar un mejor entendimiento del medio (Pinasco et. al, 2009).

Se considera que la geometría más allá de querer estudiar un ámbito tangible busca entender los objetos ideales (también conocidos como objetos matemáticos), sus características, relaciones y supuestos. Entre los elementos fundamentales de la geometría plana, encontramos el punto, que en palabras de (Vittone, F; Gianatti, J; Alegre, M. 2016), “El punto es considerado un “concepto primitivo” por lo que resulta complejo definirlo”, sin embargo, se puede añadir que se representa gráficamente por un pequeño círculo y una letra mayúscula que lo identifica.

Por ejemplo, para orientarnos en nuestro planeta, se necesitan puntos de referencia. Los principales puntos de referencia que emplean los seres humanos son los que marcan el movimiento aparente del Sol. Este movimiento es solo aparente, ya que en realidad es la Tierra la que gira en torno al Sol y eso hace parecer que es el Sol el que se mueve en sentido contrario al movimiento de la Tierra. Llamamos este (Esté) al lugar por donde “sale” el Sol en la tarde. Llamamos oeste (Oeste) al lugar donde “se pone” el Sol por la tarde. A los extremos del eje imaginario en torno al cual gira la Tierra les llamamos norte (Norte) y sur (Sur). Estos cuatro puntos de referencia reciben el nombre de puntos cardinales (Escuela Bélgica San Bernardo, 2019).

Por otro lado, tenemos la recta, la cual se considera un trazo lineal ilimitado en sus dos extremos. Casi siempre es representado con letras minúsculas. Al igual que el punto, también se considera como un “concepto primitivo”, puede ser definida como un cúmulo

infinito de puntos extendidos continuamente en lados contrarios (Vittone et.al, 2017). En cuanto a su posición con la geometría, se dice que, “para referirse a una recta, se seleccionan dos puntos sobre ella y la recta queda determinada por dichos puntos. “Una recta también se puede identificar por una letra minúscula” (Universidad de San Carlos de Guatemala. 2011)

Según Guao. (2016) “Dos rectas en un plano que tienen todos sus puntos comunes, también se denominan rectas paralelas, también en geometría plana dos rectas paralelas no tienen un punto en común. En el mismo contexto, dos rectas son perpendiculares si forman un ángulo recto o de 90° ”. Por otro lado, Guao (s. f) menciona que las rectas secantes son rectas que en algún punto se cruzan para formar un ángulo diferente de 90° .

Cuando se da el caso que una recta no es acotada por sus dos extremos, da como resultado la formación de una semirrecta, que es representada por letras minúsculas. Una semirrecta también es definida como una recta que inicia, pero no termina (Scala Higher Education, 2018).

Por otro lado, encontramos los ángulos, los cuales se pueden interpretar como la zona del plano que se deriva a partir de la intersección de dos semiplanos cerrados. En el texto *Elementos Fundamentales de la Geometría* de la (USAC, 2011) se afirma que “el ángulo está formado por dos rayos que tienen el mismo punto extremo denominado vértice y a los dos rayos se les llama lados del ángulo” (p. 2). Así mismo, también se asevera que el ángulo está relacionado a los cruces que se dan entre dos sectores de una figura, lo que da como resultado un ángulo interno y un ángulo externo (Scala Higher Education, 2018).

En palabras de Franco (2020) un ángulo agudo “es el espacio entre dos rectas que comparten un mismo vértice, cuya inclinación o apertura miden menos de 90 grados”, en tal sentido el requisito indispensable para este tipo de ángulos es que su inclinación sea menor a 90 grados. Según Franco (2020) un ángulo recto “es un ángulo formado por dos semirrectas con una amplitud de 90 grados”. Por otro lado, el ángulo obtuso es un ángulo que mide más de 90 grados pero que al mismo tiempo mide menos de 180 grados. Se forma a partir de la unión que se da en un vértice de dos semirrectas y tiene diferentes formas de ser medido (Franco, M. 2020). También existen los ángulos llanos, los cuales miden 180° . Los rayos que forman este ángulo se llaman rayos opuestos (Franco, 2020).

Las coordenadas son definidas como los sistemas de referencia que se emplean para situar puntos en un plano bidimensional y en el espacio tridimensional (Saavedra, 2015). Las coordenadas se establecen cuando se asocia un valor de un eje “x” a uno de “y”, lo cual quiere decir que un punto (P) podría situarse en el plano cartesiano poniendo como punto de partida sus coordenadas, que podrían representarse como: $P(x, y)$

Dentro de la geometría, un plano posee dos dimensiones y este contiene infinitos puntos y rectas. Según Godino (2022), confirma que “tres puntos no colineales determinan un plano, figura geométrica que suele ser evocada por una hoja de papel apoyada sobre una mesa, la propia superficie de una mesa y la pizarra”. Un punto y una recta que no estén alineados, también pueden formar un plano, por ejemplo, el plano que forman el sistema Sol-Tierra-planetas se conoce como el plano de la eclíptica, y este determina la forma de nuestro sistema solar, así como dos rectas paralelas también forman un plano.

Por otro lado, tenemos el espacio, Según Buzai (2013) afirma que “Aristóteles afirmaba que los cuerpos físicos observables se sitúan en un medio que recibe el nombre de espacio”, es decir, que es el lugar en el cual se sitúan todos los cuerpos físicos existentes.

Definición de Astronomía

Meléndez (2002) afirma que la astronomía es una “ciencia interdisciplinar, que tiene como finalidad prever el movimiento de los cuerpos celestes, siendo base para casi todas las ciencias que se han desarrollado a lo largo de la historia de la humanidad”. Por su parte, Alfaro et al. (2009) la define como la ciencia que estudia el comportamiento de los astros, a partir de la información contenida en la radiación electromagnética. Se encarga de estudiar y analizar las características y particularidades del Universo, desde las estrellas, los planetas y los cometas, llegando hasta las estructuras cosmológicas.

Conceptos de Astronomía: Bóveda celeste

Planeta: Alfonso et. al. (2009) define planeta como “un cuerpo celeste que: (a) órbita alrededor del Sol; (b) posee suficiente masa como NBO para que su propia gravedad domine las fuerzas presentes como cuerpo rígido, lo que implica una forma aproximadamente redondeada determinada por el equilibrio hidrostático; (c) es el objeto claramente dominante en su vecindad, al haber limpiado su órbita de cuerpos similares a él” (p.69). También, son definidos como astros que se han formado por acreción, por medio de algunos restos de la nube proto-estelar de los cuales se originó el Sol, que poseen forma esférica y cuyos polos pueden ser aplanados, orbitan en torno al Sol y en un mismo sentido (Rodríguez, 2012).

Estrella: Una estrella puede ser definida como una esfera de gas que se encuentra equilibrada, en medio de la gravedad, que la comprime, y la presión del gas, que la expande (Alfonso et. Al., 2009). También son expuestas como esferas que expiden luz propia y despiden calor. Se caracterizan por su brillo y colocación. Se forman por medio del material de gas y el polvo que existe en las nebulosas (Rodríguez, 2012).

Satélite: Un satélite se define como un elemento material ya sea de carácter natural o artificial, que órbita alrededor de un planeta, sujeto por la gravedad. Existen dos tipos de satélites: a) satélites naturales: también conocidos como lunas; b) satélites artificiales: naves espaciales, impuestas por el hombre en la órbita. De los planetas de la vía láctea, sólo Mercurio y Venus no poseen satélites naturales (Alfonso, Galadi y Morales, 2009).

Eclíptica: La eclíptica es el plano por donde la Tierra gira alrededor del Sol. Recibe su nombre debido a los cruces de la Luna por ese espacio, lo que provoca los eclipses (Vázquez, 2015). También, es concebida como el plano que engloba la órbita de la tierra y que indica su movimiento para rodear el sol (Gómez, 2012). Así mismo, se define la eclíptica como aquella línea imaginaria que recorre el sol en dirección este-oeste.

Constelaciones: Las constelaciones pueden ser definidas como cúmulos de estrellas que ocupan un espacio determinado en el firmamento. Se caracterizan porque sus estrellas permanecen casi estáticas, razón por la cual, el hombre decidió en su imaginario, asociarlas y categorizarlas con elementos tales como seres mitológicos, animales u objetos (Venero, 2020). Alfonso et. al (2009) afirma que las constelaciones son “cada una de las 88 regiones arbitrarias en las que se divide el firmamento, con el fin de clasificar y designar los cuerpos celestes” (p.21).

Conceptos de Astronomía: Eventos astronómicos

Eclipse: Un eclipse ocurre en el momento en que la luz solar es bloqueada, ya sea por la Luna o por un planeta. En la tierra se pueden observar los eclipses solares o los lunares (Newsela, 2007). Los eclipses no sólo se dan en la tierra, por tanto, es importante aclarar que un eclipse se presenta cuando un astro oculta a otro y es observado desde otro punto (Alfonso et. al, 2009). Los eclipses solares y lunares se producen cuando coinciden en alineación con los nodos lunares, bien sea cuando la luna se interpone entre el sol y la tierra o esta se encuentra en total oposición, esto es que la tierra se encuentra entre el sol y la luna.

Solsticio: Un solsticio es en palabras de Brudezan (2013), las “épocas del año en los que el Sol consigue su mayor o menor altura aparente en el cielo, y la duración del día o de la noche son las máximas del año, respectivamente” (p. 4). Los solsticios pueden ser de invierno o verano, dependiendo del hemisferio. Así mismo, de acuerdo con la fecha son: a) Solsticio de Junio; b) Solsticio de diciembre.

Equinoccio: Un equinoccio según Brudezan (2013) es el momento del año en que el Sol está situado en el plano del ecuador terrestre, donde alcanza su máxima altura. El paralelo de declinación del Sol y el ecuador celeste entonces coinciden. Este fenómeno sucede en dos fechas al año: el 20 o 21 de marzo (equinoccio de marzo) y el 22 o 23 de septiembre (equinoccio de septiembre). También se define como Equinoccio a aquellas fechas donde el día y la noche tiene la misma duración.

Conjunción: La conjunción planetaria es un fenómeno que sucede cuando dos astros o más se observan de forma aparente en una región específica de la bóveda celeste. En las

conjunciones de pueden observar planetas, algunos cúmulos, la luna y el sol. Lo anterior, se produce debido a la posición relativa de los planetas respecto al sol y la Tierra (Duque, 2020).

Oposición: La oposición planetaria externa es un fenómeno sucede cuando un planeta exterior se encuentra en su distancia más lejana del sol, y la tierra se encuentra alineada entre el sol y dicho planeta. En nuestro caso se pueden observar oposiciones externas de Marte, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno. Cuando un planeta se encuentra en oposición este alcanza su máximo brillo en la bóveda celeste. También el fenómeno de la oposición se presenta cada 28 días cuando nuestro satélite natural se encuentra en luna llena (Duque, 2020)

Sobre el Modelo Pedagógico Interdisciplinar

La situación didáctica es un escenario que elabora el docente con el fin de que el estudiante genere un nuevo conocimiento. En un principio se empleaba, únicamente, para la enseñanza de las matemáticas, sin embargo, en los últimos años se ha demostrado su aplicabilidad y efectividad en varias asignaturas. En palabras de Brousseau (1986) “es fundamental que exista una interacción adecuada entre docente- medio didáctico- estudiante”. En concordancia con lo anterior, “el docente debe elaborar el medio didáctico (estableciendo reglas) para que el estudiante lo resuelva y de esta manera pueda emplear sus conocimientos previos y crear conceptos nuevos” (Pedraza ,2021).

Llevando a la práctica, lo que se denomina como didáctica, consiste básicamente en enfrentar al estudiante a situaciones problemáticas similares a las de su diario vivir, para que por medio de sus conocimientos previos logre dar una solución y enriquecer sus

conocimientos. En este escenario, se presentan tres tipos de situaciones: a) situación por acción: es el enfrentamiento individual del estudiante al problema, donde emplea sus conocimientos previos para dar solución al mismo; b) situación por formulación: consiste en la unión de conocimientos de dos o más alumnos, donde cada uno aporta sus ideas, para llegar a una solución del problema; c) situación de validación: una vez se han formulado las posibles soluciones, ya sea individual o grupalmente, estas se exponen al docente para que realice una calificación de su veracidad (Chavarría, 2006).

En cuanto al aprendizaje significativo, Ausubel, (1983), hace referencia al proceso en que las experiencias y conocimientos previos del aprendiz, encajan o se relacionan con los nuevos conocimientos, creando así, un concepto personal. En este sentido, la información que se desea enseñar debe engranarse a la estructura cognitiva del estudiante, facilitando el proceso de asimilación. Se define la asimilación ausubeliana como el proceso en el cual un nuevo conocimiento interactúa, de forma no arbitraria y no literal, con algún conocimiento previo específicamente relevante. Es el «anclaje», en el cual el nuevo conocimiento adquiere significado (Moncada, W. 2015, p. 22). Durante el proceso de aprendizaje significativo, no siempre la información va a engranarse con facilidad, puesto que también puede ocurrir que la nueva información conlleve a que los conceptos previos sean debatidos, cuestionados o descartados, creando así nuevos esquemas de conocimiento (Moreira, 2012).

En resumen, el aprendizaje significativo es considerado como la vía más efectiva para que el estudiante construya el pensamiento y adquiera nuevos conocimientos; propiciando una adecuada relación entre su realidad social, su relación con el medio y su capacidad para

anclar novedades a sus estructuras mentales y transformarlas adecuadamente (Olivero, 2019). En relación, con el conocimiento científico, se puede encontrar una similitud, ya que el conocimiento que proporciona la ciencia es metódico porque la producción de saberes acerca de la realidad no se establece de cualquier manera o mediante criterios arbitrarios, sino que se formula mediante una serie de pasos que se deben cumplir rigurosamente a la hora de presentar un planteamiento sobre algo que ocurrió u ocurre en la realidad. (Carbonelli, Esquivel, Irrazabal, 2014).

En lo que respecta a la lúdica, está se trata de un ejercicio fundamental para el desarrollo personal y es una herramienta útil y eficaz en la enseñanza de cualquier asignatura, la cual permite mejorar en cada individuo la manera en que se relaciona consigo mismo, con quienes le rodean y con el medio en que se desenvuelve. De la misma manera, la lúdica permite que el estudiante se sienta motivado y comprometido con su propio aprendizaje, logrando así que este proceso se dé de manera dinámica y significativa. En este sentido, convierte los escenarios educativos en espacios agradables y estimulantes para el alumno, en los que se puede sentir cómodo para llevar su proceso de aprendizaje y desarrollo (Pomare & Steele, 2018). En la lúdica, el docente cambia sus funciones, pasando de dar órdenes e instrucciones a orientar y acompañar el proceso de aprendizaje, adaptando el currículo a las necesidades, capacidades, dificultades, conocimientos e intereses de sus alumnos. De esta manera, el maestro debe asegurarse que sus estudiantes sientan confianza y seguridad en sus capacidades, desarrollando actividades que todos los alumnos puedan completar y en las que se sientan motivados a participar (Ballesteros, 2011).

En el caso particular de la lúdica en la enseñanza de las Matemáticas, se busca estimular en los estudiantes la concentración mediante el juego, ya que este al tener bien definida sus reglas, casi siempre somete a los infantes a realizar algún tipo de análisis intelectual, con características muy similares a las que desarrolla el pensamiento matemático. Las reglas de los juegos suponen una expresión de la lógica con la que los niños creen que deben regir los intercambios y los procesos interactivos entre los jugadores (Piaget citado por Velasco, 2010).

Finalmente, conviene mencionar que la estrategia didáctica se define como un procedimiento organizado, de carácter formal y encaminado a la obtención de una meta, claramente, establecida (Orellana, 2017). Su aplicación en la práctica diaria requiere del perfeccionamiento de procedimientos y de técnicas cuya elección detallada y diseño son responsabilidad del docente (Prioretti, 2018). En consecuencia y tomando como referente a los docentes, toda estrategia didáctica mediante elementos didácticos postulada debe ser coherente, en primer lugar, a la concepción pedagógica que comporta la filosofía del colegio y, en segundo lugar, con los componentes de la planificación curricular del área, específicamente, a los objetivos de aprendizaje y a los contenidos propuestos allí.

Desde la postura docente, se usan las estrategias didácticas para desarrollar los contenidos de un programa y transformarlos en que posea algún significado, a este proceso se denomina transposición didáctica, y esto se debe a que esta es la herramienta que deja traspasar el conocimiento de manera didáctica. Los docentes hacen uso de estrategias didácticas para desarrollar los contenidos de un programa y transformarlos en un concepto con significado, a este proceso se le llama transposición didáctica, porque es la herramienta

que permite traspasar la información de manera didáctica. En el caso del servicio que se brinda en una biblioteca, sería presentar la información de manera que el usuario le encuentre sentido y pueda apropiarse de ella, según sus necesidades e intereses. (Orellana, 2017)

En síntesis, las estrategias de aprendizaje usando elementos, además de estar en continua relación con el logro de los objetivos planteados de manera curricular en el caso de la enseñanza de las matemáticas, debe promover el aprendizaje estratégico, donde las representaciones mentales (en este caso aprendizajes) tengan estrecha relación con el contexto del estudiante que aprende en la práctica de educación para las matemáticas y tenga relevancia para su cotidianidad y el entorno que lo rodea (Gutiérrez, 2012).

CAPÍTULO III

Metodología

Enfoque

El tipo de investigación de este proyecto es de corte cualitativo con enfoque interpretativo. Por un lado, la investigación cualitativa permite el manejo de variables e hipótesis, define conceptos por considerar, o los lugares en que se recogerá la información, lo cual conduce a definir distintos conceptos, recolectar datos para el posterior análisis de estos, en otras palabras, la investigación cualitativa; “se enfoca en comprender los fenómenos, explotándolos desde la perspectiva de los participantes en un ambiente natural y en relación con su contexto” (Hernández, 2017). De esta manera, se hace uso de algunas

herramientas estadísticas, así como de instrumentos de recolección de datos que intentan reunir características de la muestra investigada, lo cual forma parte de un proceso de indagación (Gialdino, 2006). Concomitante con lo anterior, el enfoque interpretativo se fundamenta en la bibliografía, estudios de caso y la etnografía, permitiendo al investigador construir “una imagen compleja y holística que analiza palabras y presenta perspectivas de los informantes” (Gialdino, 2006).

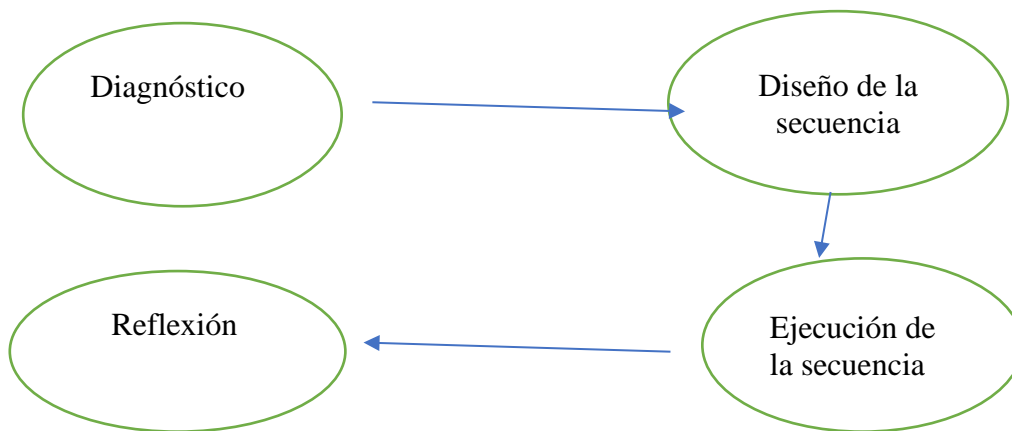
Tipo de Investigación

Al emplear el enfoque interpretativo, se aplica el método de la investigación acción, ya que se pretende plasmar la información recopilada para que el lector pueda obtener claridad frente a la temática, de tal manera que en palabras de (Tamayo y Tamayo, 2006), “comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual y la composición o procesos de los fenómenos”. Por lo tanto, la investigación por desarrollar en el marco de este proceso, se ceñirá a los lineamientos constructivistas, en los cuales el estudiante logra formar un conocimiento y volver a darle un nuevo significado, según vaya añadiendo elementos, de tal manera que se produce la construcción y reconstrucción de este, por lo que es necesario contar con conceptos, como los de Chamorro (2005), quien menciona que el aprendizaje se apoya en la acción y se procede el pensamiento en su mecanismo esencial, construido por el sistema de operaciones matemáticas, el aprendizaje significativo y colaborativo.

Etapas de la Investigación-Acción

La figura 1 ilustra las etapas de la investigación- acción aplicadas en este trabajo, estas fueron extraídas de (Roberto Hernández y Baptista, 2008):

Figura 1. Etapas de la investigación acción



Nota: Esquema de las fases de la I. A. realizado por el autor

Diagnóstico inicial

Es un proceso que trata de describir, clasificar, predecir y explicar el comportamiento de un sujeto dentro del marco escolar. Incluye un conjunto de actividades de medición y evaluación de un sujeto o de una institución, con el fin de dar una orientación (Buisán y Marín, 2001, citado por Arriaga, 2015). Estos elementos se presentan en el **Anexo 1**. El diagnóstico tuvo como propósito medir la relación entre las nociones básicas de geometría y las relaciones de ésta con la astronomía y los estudiantes objeto de investigación. El diagnóstico que se realizó tuvo un total de 16 preguntas que relacionan nociones básicas sobre los elementos básicos de la geometría plana, como de algunas nociones relacionadas

a la astronomía. El diagnóstico tuvo la validación del PhD. Nelson Vera Villamizar y el Mg. Lennys Fabian Pedraza, experto en didáctica de las matemáticas. Para la aplicación del diagnóstico se realizó una reunión con padres de familia, con el vicerrector académico de la institución educativa Gimnasio Galileo Galilei, donde los estudiantes conocieron de los propósitos del diagnóstico y sus intencionalidades.

Diseño de la secuencia didáctica

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el diagnóstico y con el objetivo de atender a esta problemática, se aplicó el desarrollo del segundo objetivo específico y se diseñó una secuencia didáctica enfocada en fortalecer los procesos de aprendizaje de las nociones elementales de la geometría plana y se relacionaron con la astronomía. Esta última, hace uso de conceptos relacionados a fenómenos astronómicos como la oposición, conjunción entre otros. En esta etapa se tuvo en cuenta los lineamientos curriculares institucionales, así como los derechos básicos de aprendizaje instruidos por el Ministerio de Educación Nacional.

Para el diseño de la secuencia didáctica, se tomó como base el artículo propuesto por Yepes (2016), quien desarrolla en su trabajo de profundización el diseño de secuencias pedagógicas para la aplicación de conceptos astronómicos, como interés de los estudiantes dentro de las aulas, elaborando una ruta de aplicación a docentes aplicando técnicas de la información como mapas mentales, líneas de tiempo y talleres o interacciones en contexto y auto evaluativas. Cada una de las actividades propuestas en la secuencia se relacionaron con la búsqueda de construcciones primitivas, primarias y secundarias geométricas, mediadas por algunas nociones de astronomía.

La **secuencia didáctica** se puede describir de la siguiente manera:

En la sección 1 se realizó la socialización de generalidades, cronogramas y formas de evaluación, se estableció el inicio de ruta con base en los resultados del diagnóstico inicial, diseñando la metodología y las diferentes pruebas de evaluación. En el desarrollo de esta sección tuvo como propósito contextualizar al estudiante en los conceptos de punto, coordenadas cartesianas y geográficas. Posteriormente, se aplicó la actividad de la construcción del círculo solar, que tuvo como propósito contextualizar al estudiante en la relación y uso de los puntos cardinales como herramientas de referencia para la ubicación geográfica, teniendo en cuenta el tránsito aparente del sol y su relación con las diferentes nociones de punto desde la geometría plana.

Como plan B, en caso de que la actividad no se realizará por las diferentes condiciones climáticas, entonces se procedió a realizar su construcción con regla y compás, en este caso también se usó el programa GeoGebra para su contextualización. El propósito de la actividad 1 fue la búsqueda de los objetivos planteados en la investigación, teniendo en cuenta algunas construcciones primitivas que estuvieron orientadas a la ubicación de puntos en el plano, construcción de rectas, paralelas, perpendiculares y secantes. La actividad se apoyó en la construcción del círculo solar al considerar la ubicación geográfica de los puntos cardinales.

En la sección 2 se inició con las generalidades de la clase, sus propósitos y el desarrollo de la actividad. En esta sección se estudiaron los conceptos de segmento de recta y su relación con las constelaciones. Para ello, los estudiantes realizaron lectura, plantearon preguntas relacionadas a los cuestionamientos propuestos en la secuencia. Posteriormente,

el estudiante construyó en un plano cartesiano la constelación del Escorpión mediante la elaboración de segmentos de recta. Finalmente, a manera de síntesis se dialogó sobre la importancia de las constelaciones en el desarrollo de la ciencia y la divulgación científica, así como su comprensión a través de la historia en diferentes ámbitos culturales. En este sentido, el propósito de la actividad estuvo enfocado al fortalecimiento de las construcciones primitivas en geometría plana, en este caso relacionadas a la construcción de constelaciones en el plano cartesiano mediante el trazado de segmentos de recta.

En la sección 3 se trabajaron los conceptos de rectas paralelas, rectas perpendiculares y rectas secantes, así como su relación con el movimiento aparente del sol y la rotación de la Tierra. Para el desarrollo de la actividad se hizo una introducción sobre el uso del software Geogebra y teniendo como referencia el círculo solar construido en la primera actividad, se realizó la actividad planteada en la secuencia. Finalmente, se terminó con una discusión en grupo sobre la relación de los conceptos construidos y la importancia para entender los movimientos aparentes del sol, teniendo en cuenta el movimiento que este recorre por la línea eclíptica. El propósito de la actividad estuvo relacionado a la construcciones primarias y secundarias que tienen en cuenta el uso del punto, rectas paralelas, perpendiculares y secantes.

En la sección 4 se trabajaron los conceptos relacionados a la comprensión de plano y su relación con los fenómenos de conjunción. Se inició la sesión con una lectura previa sobre los temas a tratar y se plantearon algunos cuestionamientos que permitieron al estudiante reflexionar en la comprensión de las nociones anteriormente mencionadas, en especial en las secciones 1,2 y 3. Posteriormente, se realizó una actividad práctica, de manera colectiva,

en el aula interactiva, un espacio construido por el investigador en donde, de manera asimilativa, se construyó un planetario para comprender las nociones del plano, del sistema solar y la ocurrencia de fenómenos astronómicos como la conjunción de algunos objetos celestes presentes en el sistema solar. Finalmente, mediante un registro fotográfico, realizado por el autor, el estudiante reflexionó sobre la comprensión de los fenómenos de la conjunción y la comprensión del plano del sistema, esto mediante la identificación del plano de la eclíptica teniendo en cuenta la simulación realizada en el aula interactiva. El material didáctico propuesto en la secuencia contiene imágenes de estos fenómenos registrados por el investigador en los últimos años, así como secciones de esquemas donde el estudiante puede registrar el proceso realizado durante la intervención.

En la sección 5 se trabajaron los conceptos relacionados a la comprensión de espacio y su relación con los fenómenos de la oposición de objetos de cielo profundo, como algunas constelaciones, cúmulos, planetas y nebulosas. Se inició la sesión con una lectura previa sobre los temas por tratar y se plantearon algunos cuestionamientos que permitieron al estudiante reflexionar en la comprensión de las nociones anteriormente mencionadas.

Seguidamente, se realizó una actividad práctica, de manera colectiva, en el aula interactiva, un espacio construido por el investigador en donde, de manera simulada, se encontró un planetario para comprender las nociones de espacio, al tener como referencia los fenómenos de oposición de algunos objetos del sistema solar como planetas y de espacio profundo. Finalmente, mediante un registro relacionado a la construcción de esquemas, el estudiante reflexionó sobre la comprensión de los fenómenos de la oposición

y la comprensión de las nociones de espacio. La información de las sesiones se muestra en el Anexo 2.

Ejecución de la secuencia

En la fase de ejecución del presente proyecto, se desarrolló lo planteado en la fase de planeación, lo que implicó que se aplicó el instrumento diagnóstico, posteriormente se sistematizaron los resultados de este. Seguidamente, se aplicó la secuencia didáctica, teniendo en cuenta los horarios establecidos por la institución con los estudiantes que hacen parte de la muestra de esta investigación. La ejecución comenzó con la aplicación de pretest en el mes de junio, en el mes de julio se realizó la planificación de la secuencia y, posteriormente, en el mes de agosto se aplicaron 5 actividades de la secuencia, una actividad por semana; en el mes de septiembre se realizó la aplicación del pos-test.

Población y Muestra

La población en la cual se desarrolló esta investigación fue los estudiantes de grado 7° de la Institución Educativa Gimnasio Galileo Galilei de la ciudad de Tunja. La IE se encuentra en el barrio la María, en la dirección Cl. 37 # 38-67, Tunja, Boyacá. La IE es de carácter privado y ofrece sus servicios a estudiantes de básica primaria y secundaria.

La muestra de esta investigación tuvo en cuenta a los estudiantes del séptimo grado de la institución mencionada supra. En total se aplicó con 21 estudiantes al inicio del pretest y para la finalización del proyecto se contó con 20 estudiantes, de los cuales 12 eran hombres y 8 mujeres. Respecto a la edad, según información del colegio, los estudiantes oscilan entre los 11 y 14 años, con una media de 12 años. Esta muestra, particularmente se escogió

debido a que, en comparación con otros grados del colegio, el grado séptimo fue partícipe de una cátedra piloto de astronomía dada por la institución, inicialmente, además por la transición a la presencialidad, debido a la pandemia del COVID-19. Por lo tanto, era necesario evaluar las competencias con las que los estudiantes retornaron a clases.

Fase de reflexión y evaluación

Finalmente, la fase de reflexión y evaluación refleja los resultados encontrados en la investigación, por tanto, se aplicó nuevamente el instrumento diagnóstico implementado en la fase de ejecución para lograr medir los conocimientos que adquirieron los estudiantes y realizar un análisis interpretativo entre la primera sistematización y la segunda, al establecer así el impacto que se logró con la implementación de la secuencia didáctica en los estudiantes de la muestra.

Cabe destacar que la aplicación del pretest, arrojó resultados que mostraron fortalezas y debilidades en los conceptos básicos de geometría plana, con base en lo expuesto, entonces, se realizó la secuencia didáctica y se realizó intervención en la población. Posteriormente, se realizó la aplicación del posttest, volviendo a aplicar el diagnóstico inicial; esto permitió comparar, mediante datos estadísticos, el impacto que tuvo la intervención, así se evidenciaron los aspectos que se mejoraron y los que no, teniendo en cuenta las categorías de análisis.

Categorías de análisis

El objetivo central de este trabajo fue fortalecer las destrezas para la geometría plana en los estudiantes de grado 7° mediante la Astronomía como recurso pedagógico en la

institución. Para determinar las categorías de análisis se realizó una revisión bibliográfica sobre trabajos realizados a nivel internacional, nacional y local que tuvieron relación entre la geometría y la astronomía como recurso pedagógico.

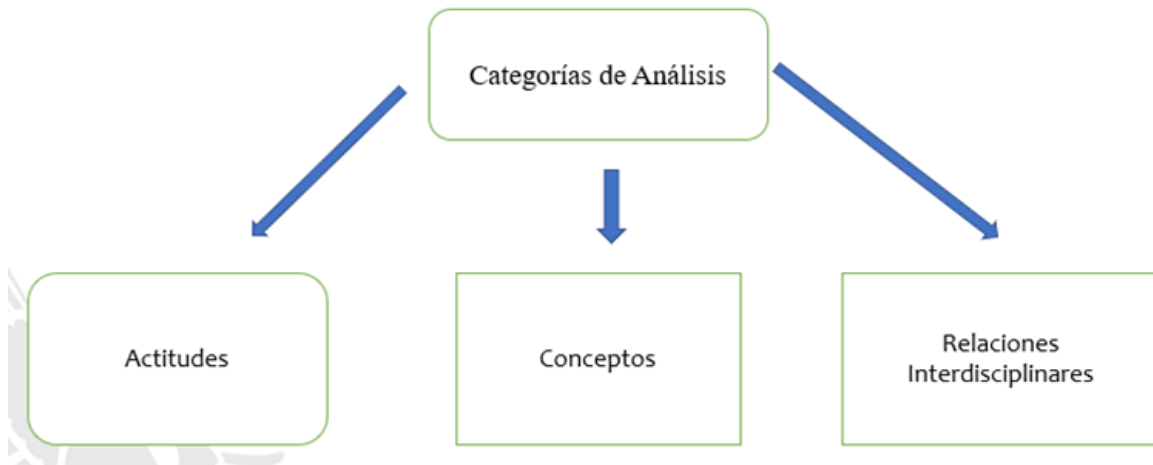
El trabajo realizado en la secuencia didáctica estuvo centrado en la comprensión de procesos que giran en torno a la pregunta de ¿cómo aprenden geometría los estudiantes teniendo en cuenta algunos aspectos relacionados con la astronomía?, aplicando las etapas de la investigación anteriormente mencionadas, esto se evidencia en la Figura 2.

Por otro lado, para el procesamiento de las observaciones de clase (diarios de campo, registros fotográficos, algunos videos) se siguió la siguiente secuencia para la formulación de las categorías de análisis:

a) **Registro de observación de las clases**, en este proceso consistió en la transcripción de lo sucedido en el aula.

b) **Reconstrucción de la clase observada**: se sintetizó mediante los registros lo acontecido en la clase, haciendo referencia a las actividades realizadas en los diferentes episodios mencionando los aspectos identificados en relación con las categorías de análisis descritas en la figura 2.

Figura 2. Categorías de análisis



Nota: elaboración propia

Instrumentos para la recolección de la información

Los instrumentos para recopilar la información son aquellas herramientas que facilitan el acercarse al objeto de estudio y extraer de él los elementos, características y/o análisis necesarios del mismo, para interpretarlos. En tal sentido, en la presente investigación, se utilizaron aquellos que son propios de un enfoque cualitativo con preponderancia en la investigación-acción. Estos se presentan a continuación:

Observación participante

A menudo, la observación participante no se plantea como una herramienta para producir datos (o un tipo específico de datos) y, de este modo, para tratar de dar respuesta a determinadas preguntas de investigación, sino para “ayudar” al investigador a acceder a ellos y emplear otras herramientas para producirlos, sea contribuyendo a “identificar y guiar las relaciones con los participantes”, “a sentir [...] cuáles son los parámetros

culturales” de estos, “a ser conocido por los miembros de la cultura, y así facilitar el proceso de investigación” “a mostrar al investigador lo que [esos miembros] estiman que es importante”, y a proveer de “una fuente de preguntas para ser trabajada con los participantes” (Schensul, Schensul y Lecompte 1999, en Kawulich, 2006, p. 91; citado por Jociles, 2017).

Diario de campo

El Diario de campo puede definirse como un instrumento de registro de información procesal que se asemeja a una versión particular del cuaderno de notas, pero con un espectro de utilización ampliado y organizado metódicamente respecto a la información que se desea obtener en cada uno de los reportes, y a partir de diferentes técnicas de recolección de información para conocer la realidad, profundizar sobre nuevos hechos en la situación que se atiende, dar secuencia a un proceso de investigación e intervención y disponer de datos para la labor evaluativa posterior (Valverde, 2014).

Se constituye, entonces, en una herramienta en la cual se logra plasmar lo sucedido en una determinada situación, en este caso, el transcurso de la clase, además de la percepción del docente, otorgando entonces una noción de la interpretación que se puede generar ante el evento.

Consideraciones éticas

De acuerdo con el informe de Belmont en 1979 (Belmont,1979), se obtienen para la investigación educativa 3 principios claves que se deben aplicar para cumplir a las consideraciones o condiciones éticas dentro de cada proceso a implementar en un aula de

clase y con el cual se pretende obtener un conocimiento de carácter científico para ser divulgada en la misma comunidad o en la comunidad pertinente respecto al área indagada, de esta manera, se plantea el principio de respeto, beneficencia y justicia; los mismos entendidos desde el actuar propio del docente y los estudiantes o actores involucrados en el proceso para que en caso del respeto se tenga clara la voluntariedad de los participantes a inmiscuirse dentro del proceso, por lo que en este sentido, se hace necesario el uso del consentimiento informado especificando dentro del mismo la posibilidad de retirarse del proceso investigativo, cuando el participante lo crea conveniente.

De la misma manera, el principio de beneficencia hace referencia a que todo el conocimiento o los productos obtenidos de la investigación sean utilizados con fines positivos o de mejorar la calidad de vida de las personas involucradas o las comunidades presentes, en el mismo se incluye, también, la necesidad de no maleficencia es decir que de ninguna manera las actividades a implementar dentro de la investigación pueden generar un daño o perjuicio a los participantes; y por último el principio de justicia hace alusión a la necesidad de que con el conocimiento obtenido a partir del estudio se logre reducir las brechas de la necesidad identificada inicialmente.

Para la ejecución de la presente investigación, se tuvo en cuenta la validación del pretest y posttest por parte de los docentes, Ph.D. Nelson Vera Villamizar, experto en astronomía, y el docente Mg. Lenis Fabián Pedraza, docente experto en didáctica de las matemáticas. En la realización de las actividades propuestas en la secuencia se obtuvo la aprobación del vicerrector académico Mg. Oscar Javier Dávila y del rector Dr. Ramiro Toro, dueño de la institución. También, se contó con los permisos consensuados de los

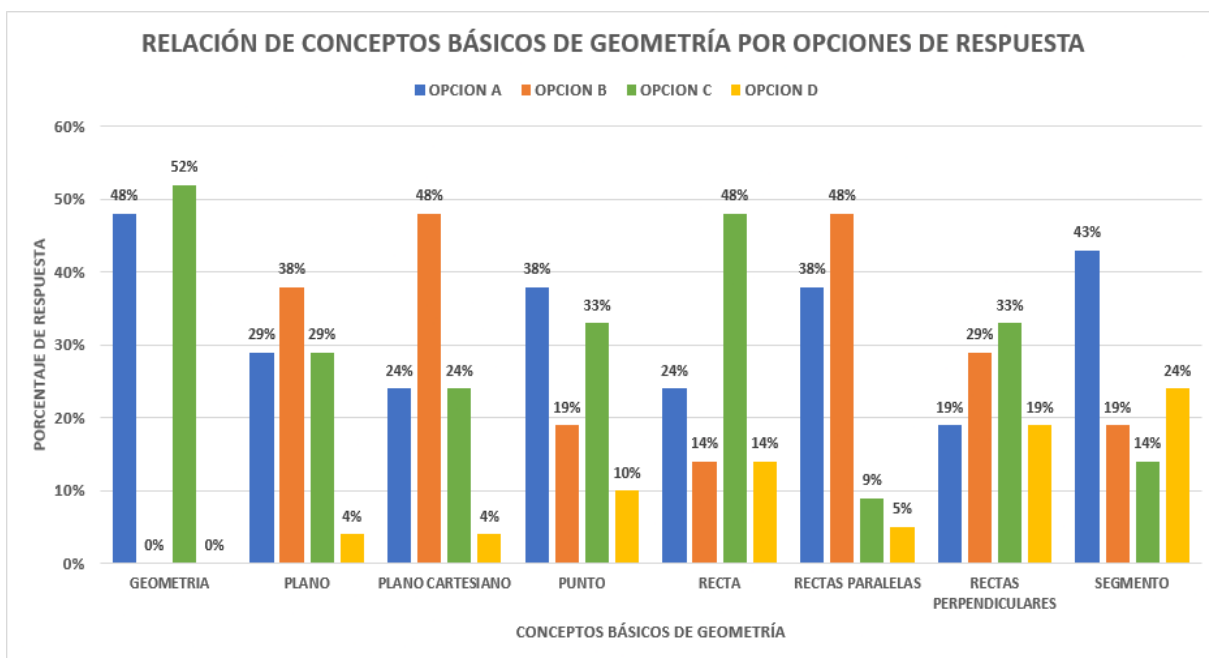
padres de familia de los estudiantes de grado séptimo de la institución educativa, posteriormente, se realizó reunión virtual con padres de familia donde se socializó la propuesta académica y se explicó los diferentes alcances y propósitos de la investigación planteada. También se llegó al acuerdo con padres de familia que en la investigación no se usarían nombres ni fotografías o videos que mostrara la identidad de los menores, por tal motivo en las evidencias los estudiantes se identificaron con el código E, de acuerdo con el orden de lista.

CAPÍTULO IV

Análisis de resultados

El desarrollo del diagnóstico aplicado en los estudiantes de grado séptimo de la institución educativa Gimnasio Galileo Galilei se realizó una vez este fue evaluado por los pares académicos, PhD Nelson Vera Villamizar, Astrofísico y Cosmólogo de la Universidad Pedagógica de Colombia y el Magíster Lennis Fabián Pedraza Espíndola. Cabe destacar en los estudiantes la disposición y participación en el desarrollo de la actividad. Los resultados del diagnóstico se organizaron a partir de dos categorías principales: Categoría de Geometría y Categoría de Astronomía. Para visualizar el cuestionario, se debe tener en cuenta que el **Anexo 1** corresponde al Pretest.

Figura 3. Relación de conceptos básicos de geometría por opciones de respuesta



Nota. Figura de conceptos básicos de geometría plana.

A partir de esta gráfica se puede interpretar lo siguiente:

- Sobre la **pregunta 1**, respecto al **concepto de geometría**, el 48 % de los estudiantes consideró la opción A. Ningún estudiante consideró las opciones B y D. El 52% de los estudiantes consideró la opción C. ver figura 3.

Lo anterior permite afirmar que la mayoría de los estudiantes, en un 52%, estuvieron de acuerdo con que la geometría es una forma de extensión y una manera de medirse a sí misma. Por lo tanto, se evidenció dificultad para comprender el concepto de geometría, la cual estudia las formas de las figuras (Godino, 2002) y busca entender los objetos ideales (Vittone; Gianatti; Alegre, 2016).

- Sobre la **pregunta 3**, respecto al **concepto de punto**, el 38 % de los estudiantes consideró la opción A. El 19% respondió la opción B. El 33% respondió la opción C y la opción D únicamente el 10%. Ver figura 3.

Partiendo del propósito del interrogante, el cual se centra en identificar la percepción de los estudiantes frente a la definición de punto, se puede afirmar que solamente el 38% de los estudiantes contestó correctamente que un punto es un objeto que se considera no tiene dimensiones y se usa para indicar una posición en el espacio. De acuerdo a (Vitonone, Giannati y Gracia, 2017) se habla que el punto es relevante para la ubicación en el espacio y que este no tiene dimensiones. Por otro lado, el 62% indicó opciones de respuesta incorrectas, tales como que un punto es “un objeto cuyas dimensiones forman una figura (33% de las respuestas de los estudiantes); también, que es

“un objeto que se considera tiene dimensiones y se usa para indicar una posición en el espacio” (19% de las respuestas de los estudiantes) o que es “un objeto cuyas dimensiones forman un plano” (10% de las respuestas de los estudiantes).

- Respecto de la **pregunta 4**, sobre el **concepto de recta**, el 24 % de los estudiantes respondió la opción A. Por su parte, el 14 % eligió la opción B. El 48% la opción C y el 14% la opción D. ver figura 3.

A partir de estos resultados, se puede afirmar que el 47% de los estudiantes cree que una recta tiene un principio, pero no un fin. Por otro lado, el 23 % considera todas las opciones de respuesta, lo cual indica que no se tiene claridad en el concepto y en la comprensión de las características de la recta. En palabras de Pedraza “la recta se aborda como parte de una situación física, la cual está dada en términos de un desplazamiento o una trayectoria infinita” lo cual es relevante para la comprensión del concepto de espacio (Pedraza, 2021).

- En la **pregunta 5**, respecto al **concepto de segmento**, el 48 % de los estudiantes respondió la opción A; el 19% la opción B; el 14% la opción B y el 24% la opción D. ver figura 3

El propósito del interrogante se centra en el hecho de identificar la percepción de los estudiantes frente a la definición de segmento, el cual se puede considerar como la parte de una recta que consiste en dos puntos, conocidos como puntos extremos, y la unión entre todos los puntos contenidos (Pedraza, 2021).

El 48% de los estudiantes considera que un segmento tiene un principio y un fin, entre tanto un 52% no tiene clara esta noción. Entre esta parte, el 24% considera todas las opciones de respuesta, lo cual es un claro indicador de confusión en el concepto.

- En la **pregunta 6**, respecto al **concepto de rectas paralelas**, el 38% de los estudiantes consideró la opción A, el 40% la opción B, el 9% la opción C y, finalmente, el 5% la opción D. ver figura 3.

El interrogante se centró en identificar la definición de rectas paralelas por parte de los estudiantes. Se pudo observar que solamente el 40% tiene claro el concepto de que las rectas nunca se unen, el 38% afirma que existe un punto entre ellas, mientras que el 9% piensa que se forma un ángulo agudo y el 5% responde que se forma un ángulo obtuso entre ellas. Por lo tanto, la mayoría de los estudiantes aún no tienen claro el concepto de rectas paralelas. Según Pedraza (2021) “dos rectas paralelas en geometría plana son aquellas que al extenderse no tienen un punto de corte entre ellas, por tanto, su pendiente es la misma” (Pedraza, 2021).

- Sobre la **pregunta 7**, respecto al **concepto de rectas perpendiculares**, se encontró que el 19 % de los estudiantes respondió la opción A, el 29% la opción B, el 33% la opción C y el 19% la opción D.

En palabras de Godino (2008), dos rectas perpendiculares forman un ángulo de 90° en el único punto de corte entre estas (Godino, 2008). El propósito del interrogante se centró en el hecho de identificar la percepción de los estudiantes frente a la definición de rectas perpendiculares. A partir de esto, se puede afirmar que el 19% consideró que entre las rectas perpendiculares se forma un ángulo de 45° ; por su parte, el 29% opinó que la respuesta correcta es que entre ellas se forma un ángulo de 180 grados; mientras que solo el

33% acertó al considerar que entre ellas se forma un ángulo de 90° . Asimismo, el 19 % respondió ninguna de las anteriores, resaltando que la respuesta correcta es precisamente esta última opción. Por lo tanto, los estudiantes no tenían una idea formada frente al concepto.

- Sobre la **pregunta 8**, respecto al **concepto de plano cartesiano**, el 24 % de los estudiantes respondió la opción A, el 48% la opción B, el 24% la opción C y la opción D, el 4%. Ver figura 3.

Dentro de la geometría, un plano posee dos dimensiones y este contiene infinitos puntos y rectas. Según Godino (2012), confirma que tres puntos no colineales pueden determinar un plano y la figura geométrica que suele ser evocada por una hoja de papel apoyada sobre una mesa, la propia superficie de una mesa o la pizarra (Godino, 2012).

Se pudo observar que solamente el 48% de los estudiantes consideró que un plano cartesiano es un sistema en el cual dos rectas numéricas perpendiculares se cortan en un punto llamado origen. Mientras que un 24% consideró que un plano cartesiano podría denominarse una cruz en la que se pueden encontrar coordenadas y otro 24% consideró que era una figura formada por rectas con números. Solamente una persona consideró que era una manera de medir objetos. Estos resultados demuestran que los estudiantes poseían dificultad en la comprensión del concepto de plano.

Autores como (Barrantes, 2003) consideran importante manejar este concepto geométrico ya que funciona como un pilar para comprender otros conceptos de la misma área y así desarrollar un conocimiento más amplio. También es posible hablar de que existe un vínculo entre el concepto de plano con las conexiones visuales que se dan en la astronomía.

- En la **pregunta 9**, respecto al **concepto de plano**, el 29% de los estudiantes respondió la opción, el 38% la opción B, el 29% la opción C y solamente el 45 la opción D. ver figura 3.

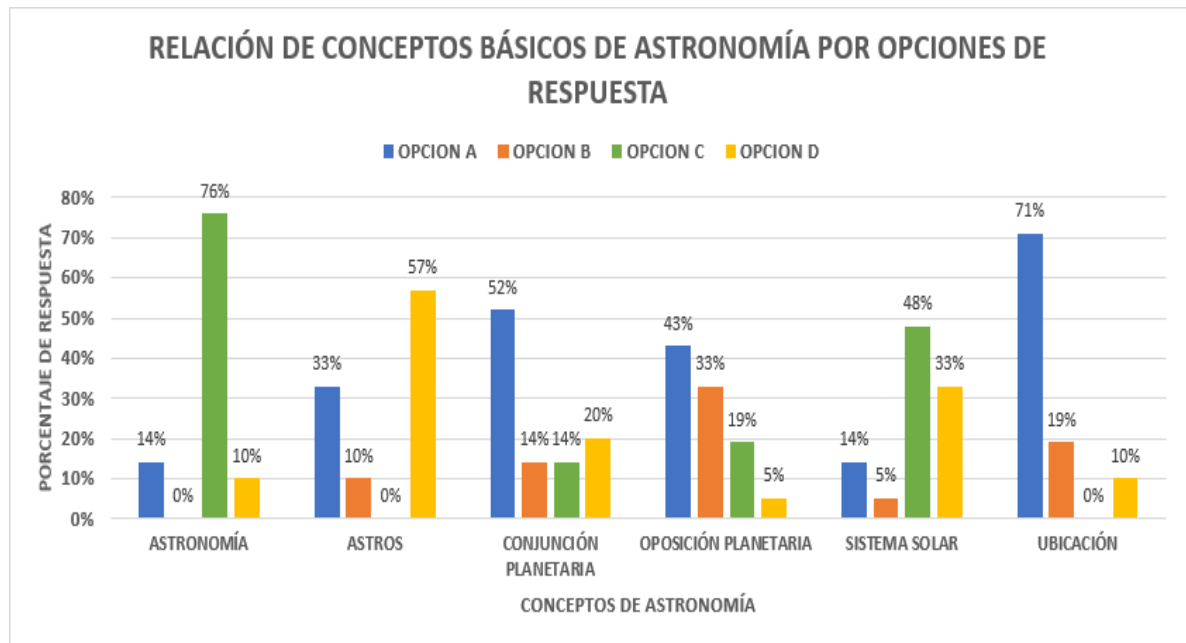
Así, de acuerdo con Godino (2002) se afirma que “tres puntos no colineales pueden determinar un plano, figura geométrica que suele ser evocada por una hoja de papel apoyada sobre una mesa, la propia superficie de una mesa o la pizarra” (Godino, 2002). Por otro lado, el concepto de plano también puede relacionarse con el concepto de espacio. En la secuencia, la actividad evaluativa del concepto de espacio se enlazó con el concepto de plano para fortalecer las carencias presentadas en el pretest.

Se pudo observar, entonces, que el 38 % de los estudiantes respondió que un plano es aquel que tiene el mismo nivel en todas sus partes, mientras que el 29% opinó que la respuesta correcta es dos puntos, mientras que otro 29% pensó en tres puntos. Solamente una persona respondió ninguna de las anteriores. Por lo tanto, los estudiantes no tenían una idea formada respecto a este concepto. De manera similar, de acuerdo con (Barrantes, 2003), los conceptos de geometría, en particular el plano, deben habilitar al estudiante hacia el aprendizaje y la aplicación a situaciones de la vida cotidiana.

Categoría de Astronomía

Las nociones relacionadas con la astronomía, presentadas a continuación, se usaron como recurso motivador para el diseño de las actividades de la secuencia didáctica que permitieron fortalecer destrezas en el ámbito de la geometría.

Figura 4. Relación de conceptos de astronomía por opciones de respuesta



Nota: Figura de conceptos básicos de astronomía

A partir de la **pregunta 2**, sobre el **concepto de astronomía**, el 14% de los estudiantes respondió la opción A, ninguno respondió la opción B, 76 % de los estudiantes respondió la opción C y el 10% la opción D. ver figura 4

La pregunta se centró en evaluar el objeto de estudio de la astronomía, que, en palabras de Meléndez, “La astronomía es una ciencia interdisciplinaria por excelencia, la madre de todas las ciencias tiene relación con diversas áreas del conocimiento humano como, por ejemplo, matemáticas, física, biología, geofísica, meteorología, ingenierías, química, ecología, arqueología, derecho y filosofía” (Meléndez, 2003).

A partir de las respuestas, se observó que el 76% de los estudiantes consideró que la astronomía se centra en “la evolución y composición del universo”; por su parte, el 14% opinó que la respuesta correcta fue “los cuerpos celestes del universo”, mientras que el 10%

restante pensó que es “el estudio del horóscopo”. Por lo tanto, se pudo afirmar que los estudiantes del grado séptimo tenían claro el concepto. Esto implica que se tiene un punto de partida positivo en el concepto de la astronomía, por lo tanto se espera que los indicadores de aprendizaje tengan un balance al final de la aplicación de la secuencia.

En relación con la **pregunta 10**, sobre el **concepto de ubicación**, el 71% de los estudiantes respondió la opción A, el 19% la opción B, ninguno mencionó la opción C y, solamente, el 10% la opción D. ver figura 4

La pregunta se centró en evaluar el concepto de ubicación, teniendo en cuenta la relación entre astronomía y geometría, conocida como astronomía de posición. Dicha rama de estudio hace uso de las nociones básicas de geometría para el estudio de la esfera celeste.

De acuerdo con lo mencionado, el 71% de los estudiantes, consideró que “el sol y las estrellas son cuerpos luminosos referentes”; por su parte, el 19% opinó que la respuesta correcta era “satélites”, mientras que solamente el 10% restante consideró ninguna de las anteriores.

Por lo tanto, los estudiantes tenían una idea bien formada frente al concepto. De esta manera, no se tuvo este ítem como propósito fundamental para el desarrollo de la secuencia didáctica, ya que los estudiantes manejaron con facilidad el concepto interrogado.

Sobre la **pregunta 11**, respecto al **concepto de sistema solar**, el 24% de los estudiantes respondió la opción A, el 5% la opción B, el 48% la opción C y un 33% la opción D. ver figura 4. En esta pregunta, se consideró interrogar a los estudiantes sobre cuál es el número de planetas que componen el sistema solar. Por ello, el 24 % de los estudiantes respondió “10”, el 5% respondió “6”, mientras que el 48% pensó en “8”.

Finalmente, el 33% afirmó “9”. Por lo tanto, se pudo afirmar que los estudiantes no tenían una idea muy bien formada respecto a la cantidad de planetas que componen el sistema solar. En palabras de (Plaza & Franch, 2004) en su trabajo sobre la enseñanza del sistema Sol - Tierra cita a la Unión Astronómica Internacional la existencia de 8 planetas.

En la **pregunta 12**, respecto al **concepto de astros**, el 33% respondió la opción A, el 10% la opción B, ninguno la opción C y 57% la opción D. ver figura 4

El objetivo de la pregunta se basó en evaluar el concepto formado por los estudiantes, teniendo en cuenta la definición sobre los astros como “formaciones por acreción, por medio de algunos restos de la nube proto-estelar de los cuales se originó el Sol, que poseen forma esférica y cuyos polos pueden ser aplanados, orbitan en torno al Sol y en un mismo sentido” (Rodríguez, 2012). La pregunta se basó en cuestionar sobre las definiciones de Sol y Luna. Los datos obtenidos muestran que el 33% de los estudiantes consideró los astros como “estrellas”; por su parte el 10% opinó que la respuesta correcta era “constelaciones”, mientras que el 57% restante pensó en “Astros”. Por lo que los estudiantes del grado séptimo tuvieron una idea madura frente al concepto. Para complementar, este ítem fue tenido en cuenta para el desarrollo de las secciones 4 y 5 de la secuencia didáctica.

Sobre la **pregunta 13**, respecto al **concepto de oposición planetaria**, el 43% escogió la opción A, el 33% la opción B, el 5% la opción C y el 19% la opción D. ver figura 4. En esta dirección, se comprende que un planeta se encuentra en oposición cuando la Tierra se encuentra entre el Sol y dicho planeta, en palabras de Ribas “Cuando un planeta se encuentra en oposición, este alcanza su máximo brillo en la bóveda celeste. También el

fenómeno de la oposición se presenta cada 28 días cuando nuestro satélite natural se encuentra en luna llena” (Ribas, 2020).

De acuerdo con los resultados, el 43 % de los estudiantes respondió que una oposición planetaria produce “un eclipse de sol”, Por su parte, el 33% menciona que la respuesta correcta es “un eclipse solar”, mientras que el 19% pensó que “no sucede ningún eclipse”. Finalmente, el 5% respondió “ninguna de las anteriores”, por lo que los estudiantes no tenían una idea clara frente al concepto.

Cabe destacar que este concepto fue fundamental para la planificación de la actividad 5 de la secuencia didáctica.

Sobre la **pregunta 14**, en relación con el **concepto de conjunción planetaria**, el 52 % de los estudiantes respondió la opción A, el 14% escogió la opción B, el 14% la opción C y el 20% la opción D. ver figura 4.

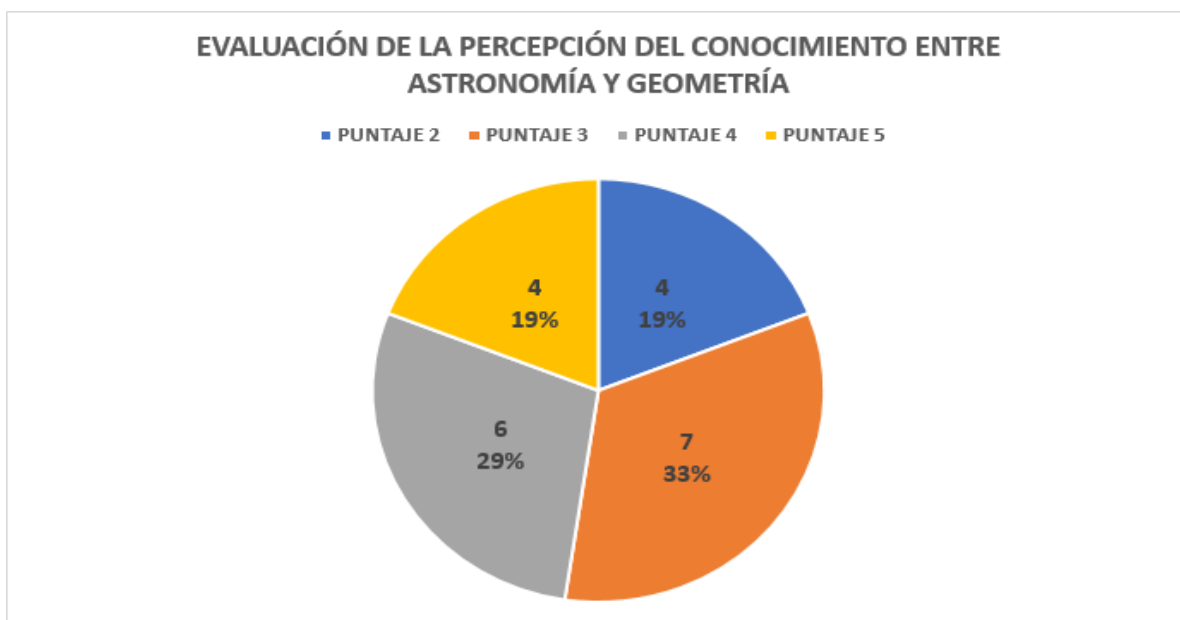
La pregunta se basó en el interrogante sobre lo que es una conjunción planetaria, para lo cual se tomó como referente que una conjunción “se presenta cuando dos o más objetos de la bóveda celeste se encuentran aparentemente en una misma región” (Ribas, 2020).

En los resultados se pudo encontrar que el 52% responde “un eclipse de luna”; el 14% opinó que la respuesta correcta es “un eclipse solar”, mientras que el 14% piensa que es “el paso del cometa Halley”. Finalmente, el 20% no consideró ninguna de las anteriores. Esto permite afirmar que los estudiantes de séptimo grado no tenían una idea clara del

concepto. En este sentido, se asume que el concepto de la conjunción fue importante para la planificación de la actividad 4 de la secuencia didáctica.

Categoría de evaluación actitudinal entre Astronomía y Geometría

Figura 5.. Evaluación de la percepción del conocimiento entre astronomía y geometría

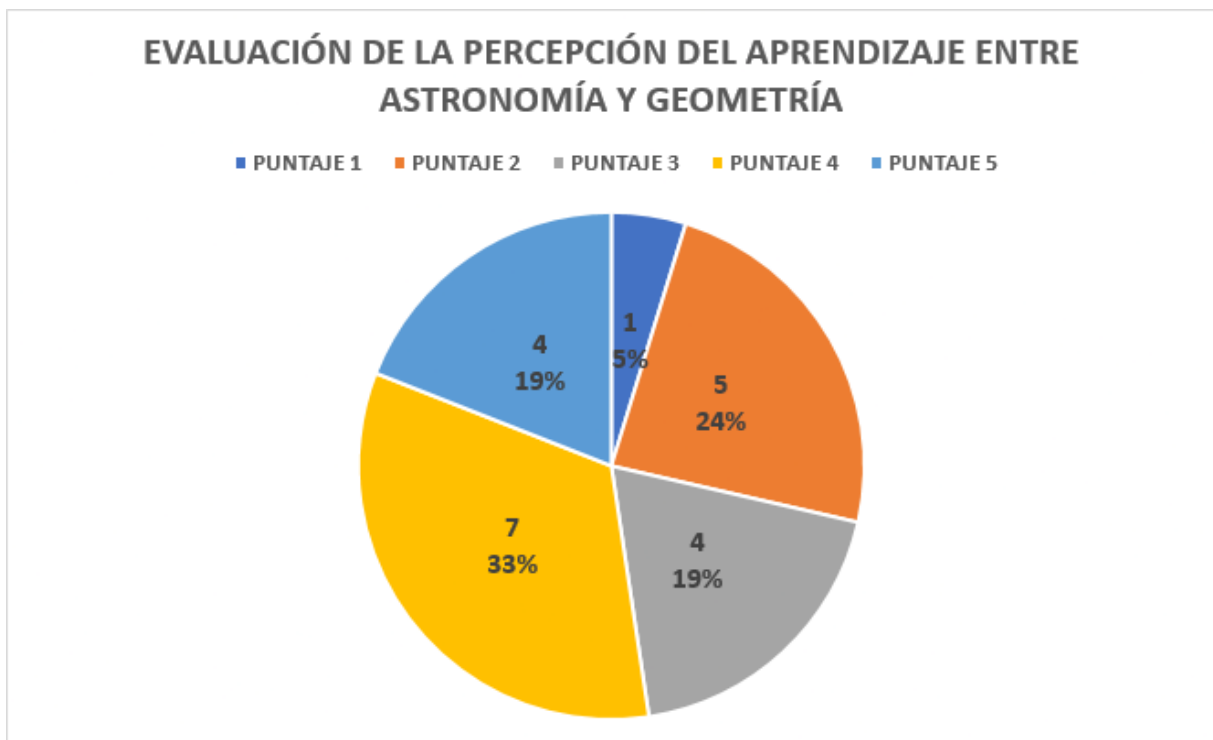


Nota. Percepción del conocimiento entre astronomía y geometría

De acuerdo con la figura obtenida de la sistematización del interrogante, sobre la percepción que tienen los estudiantes acerca del conocimiento en las áreas de geometría y astronomía, los estudiantes se sitúan entre los 2 y 5 puntos, según la escala Likert. En el conjunto, 4 estudiantes, es decir, el 19%, consideraron una puntuación de 2; seguidamente, 7 estudiantes, es decir el 33%, consideraron una puntuación de 3. 6 estudiantes, es decir el 29%, consideraron una puntuación de 4 y, finalmente, 4 estudiantes, es decir el 19%, consideraron una puntuación de 5.

A partir de los resultados anteriores, se puede deducir que fue un motivo para diseñar el aula interactiva-planetaria como un medio didáctico para estimular el aprendizaje de la geometría plana mediado por la simulación de eventos astronómicos, permitiendo así el desarrollo de las actividades propuestas en la secuencia. Esto implicó introducir un elemento pedagógico para motivar a los estudiantes que no estaban familiarizados con la astronomía y para continuar aportando en el aprendizaje a los estudiantes que quizá sí hayan tenido un acercamiento previo.

Figura 6. Evaluación de la percepción del aprendizaje entre astronomía y geometría



Nota. Percepción del conocimiento entre astronomía y geometría

La última pregunta mostró el interés que tienen los estudiantes acerca del aprendizaje en las áreas de geometría y astronomía en la escala Likert. Los resultados

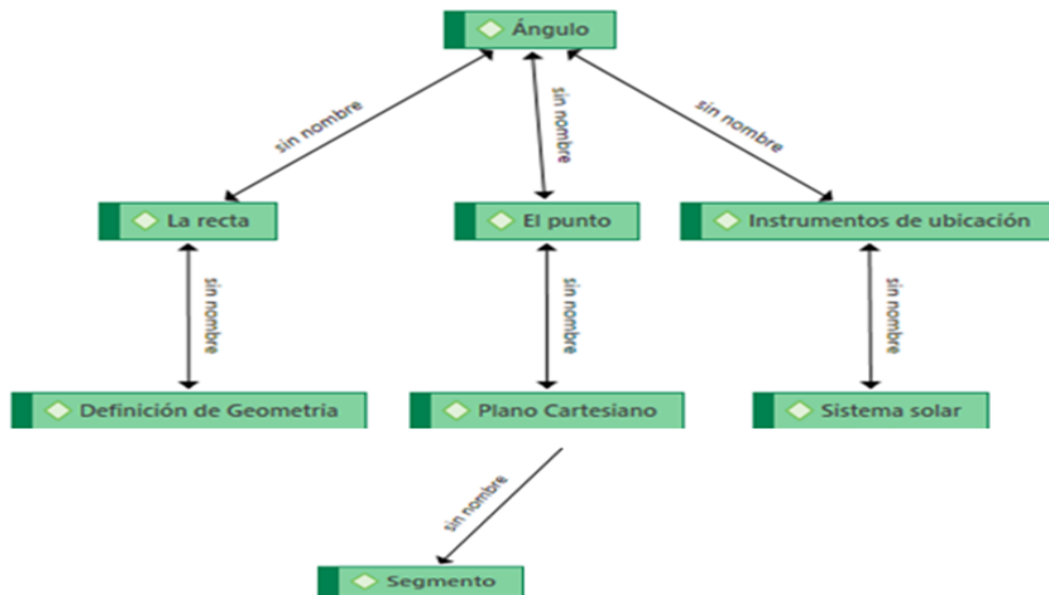
fueron los siguientes: 1 estudiante correspondiente al 4%, evaluó una puntuación de 1. 5 estudiantes, que corresponden al 24%, evaluaron una puntuación de 2. 4 estudiantes, que corresponden al 19%, evaluaron una puntuación de 3. 7 estudiantes, que corresponden al 33%, evaluaron una puntuación de 4. Finalmente, 4 estudiantes. que corresponden al 19% evaluaron una puntuación de 5.

De acuerdo con el instrumento diagnóstico, el cual constaba de dieciséis (16) preguntas cerradas con múltiple respuesta, se concluyó de forma general que los estudiantes mostraron motivación por el desarrollo de la encuesta realizada, así como la participación y atención a las instrucciones indicadas por el docente al inicio de la clase.

Con los resultados obtenidos en el diagnóstico, cabe resaltar que se tuvieron en cuenta para la elaboración de la secuencia los siguientes aspectos desde la geometría plana: punto, segmento de recta, rectas paralelas, perpendiculares, secantes, nociones de plano y de espacio. Entre tanto, desde el ámbito de la astronomía, se consideró como factor de motivación la relación con las coordenadas geográficas, la construcción de constelaciones y los eventos astronómicos como la conjunción entre objetos de la bóveda celeste y el evento de la oposición.

La figura 7 se presenta la red semántica que relaciona los conceptos mencionados:

Figura 7. Categorías conceptuales



Nota. Red semántica ATLAS TI

Esta red es un indicador de relaciones entre la geometría y la astronomía como dos áreas que se pueden enlazar y trabajar en conjunto. De este modo, autores como Matheus (2013) diseñó una propuesta para la enseñanza de la trigonometría usando conceptos de razón, ángulo y recta fundadas en la construcción de cuerdas del Almagesto de Ptolomeo, esto le permitió al autor trabajar la geometría desde un carácter científico. Por otro lado, Murillo (2012) trabajó mediante el uso de la astronomía la enseñanza de las cónicas mediante la construcción de lugares geométricos haciendo uso de técnicas con regla y compás.

Por lo anteriormente expuesto y de acuerdo con los lineamientos curriculares de la institución, se mostró la necesidad de elaborar una secuencia didáctica que permitiera el aprendizaje de los elementos básicos de la geometría plana tales como punto, recta,

segmento, plano y espacio, articulada con la astronomía como mediador pedagógico, permitiendo así un trabajo transversal entre la geometría y la astronomía.

Desarrollo de la secuencia didáctica

En este apartado se muestran los resultados obtenidos en la aplicación de la secuencia didáctica que se ejecutó al considerar el siguiente cronograma y, asimismo, se tuvo en cuenta los resultados anteriormente expuestos en el pretest. La ejecución del proyecto duró aproximadamente 6 meses; en el mes de junio de 2022 se realizó el diseño, validación y aplicación del pretest. Entre tanto, en el mes de julio se hizo el diseño de la secuencia, la aplicación se realizó en los meses de agosto y septiembre, aplicando una sesión por semana con una intensidad de 3 horas. Asimismo, la aplicación del postest se realizó en el mes de septiembre. Finalmente, el análisis de los resultados se realizó en los meses de septiembre y octubre. De esta manera, el trabajo tuvo una duración de 6 meses. En la primera actividad se abordan conceptos como el punto, el círculo solar y el movimiento rotacional de la tierra, de tal manera que el objetivo de esta es reforzar los conceptos geométricos y astronómicos básicos, en los estudiantes. De tal manera, que al lograr que los estudiantes fortalecieran sus destrezas en el ámbito de la geometría plana, los conceptos básicos tales como la percepción de punto, segmentos, características entre rectas, plano y espacio.

Categoría de Interdisciplinariedad

En la aplicación de la secuencia, para la **Actividad 1** se abordaron los conceptos de punto y punto de referencia como elementos de sistemas de ubicación, mediante la construcción del círculo solar, considerando coordenadas cartesianas y referenciales, así

como el movimiento aparente del Sol. Estos conceptos coinciden en diferentes investigaciones entre geometría y astronomía, ya que son elementos significativos en el inicio del estudio de una ciencia tan interesante como la astronomía, como en el caso mencionado por Martínez (2013). En su trabajo, usó el movimiento aparente del Sol para el desarrollo de las nociones de referencia teniendo en cuenta el movimiento de los cuerpos celestes (Fonseca, 2020). En ese sentido, la Actividad 1 relacionó las nociones de punto, punto de referencia y movimiento aparente del Sol permitiendo la aplicación de una actividad interdisciplinar. Esta tuvo en cuenta los Derechos Básicos de Aprendizaje, emanados por el Ministerio de Educación Nacional. El propósito de la actividad estuvo enfocado en conocer la noción de punto a partir de la identificación de puntos cardinales usando la construcción de rectas que unen los sistemas Norte, Sur, Este y Oeste.

En cuanto la **Actividad 2**, se propuso un trabajo que involucró la construcción de segmentos de recta en el plano cartesiano, mediado por herramientas tecnológicas como GeoGebra, con el propósito de realizar construcciones y representación de constelaciones astronómicas en un sistema cartesiano. De este modo, Giraldo (2011) desarrolló un trabajo que involucró el pensamiento espacial a partir de la enseñanza de la astronomía, para lograrlo, el autor usó diferentes aplicaciones como GeoGebra y Stellarium para el diseño de las actividades. De la misma manera, Gamba y Bogotá (2013), utilizaron el software para la construcción de funciones trigonométricas que permitió relacionar las sombras proyectadas en los monolitos de la vereda Monquirá (Villa de Leyva) con el movimiento aparente del Sol.

Para el desarrollo de la **Actividad 3**, se propuso relacionar las nociones de rectas usando el círculo solar para la identificación de rectas paralelas y perpendiculares considerando los diferentes puntos de referencia, en este sentido la actividad tuvo procesos en la construcción de representaciones geométricas que tuvieron en cuenta las dimensiones, sus relaciones, su forma y su simbología (Zábala, 2004). En este sentido, la actividad número tres, manejó conceptos un poco más complejos de interrelacionar entre la geometría y la astronomía, sin embargo, se permitió la visualización de la importancia y la transversalidad de los mismos en ambas áreas de conocimiento, dado que en la vida cotidiana, se requirió el uso de los elementos trabajados en la actividad sistematizada y que solían ser desapercibidos por la constancia y normalización de los mismos o porque las culturas les otorgan significados diferentes. Así las cosas, se generó un impacto indirecto y fue el de relacionar las acciones cotidianas con la ciencia. 7

Para la **Actividad 4** se trabajó la noción entre el concepto de plano con la comprensión de algunos eventos astronómicos. En este caso, se usó la conjunción de objetos de la bóveda celeste. De este modo, Guzmán (2014) trabajó las nociones de conjunción y oposición como herramientas para la enseñanza de posicionamiento astronómico. Así, presentó en su trabajo una secuencia didáctica de carácter interdisciplinar y relacionó las áreas de geometría, ciencias naturales y ciencias sociales. Todo esto se contempló en una propuesta didáctica para la enseñanza de ángulos en los estudiantes de séptimo grado. La cuarta actividad incluyó, en el aula de clase de geometría, nuevos conceptos de la astronomía, donde los niños debieron desarrollar una actividad teórico-práctica, en donde apropiaron los conceptos trabajados adecuadamente.

Finalmente, en la **Actividad 5** se abordó desde la geometría la noción de espacio mediado por la interpretación de la oposición de objetos celestes en la comprensión de eventos astronómicos como registros de eclipses y tránsitos de planetas por la eclíptica. De este modo, los autores Tapia, Valderrama y Jiménez (2018) propusieron en su investigación relacionar los conceptos de coordenadas geográficas celestes y eclípticas para la enseñanza de las nociones de espacio. Para esto, fue importante la identificación de cuerpos celestes que permitieron la orientación espacial para la ubicación de cuerpos conjuntos en el espacio teniendo en cuenta el movimiento de los cuerpos celestes.

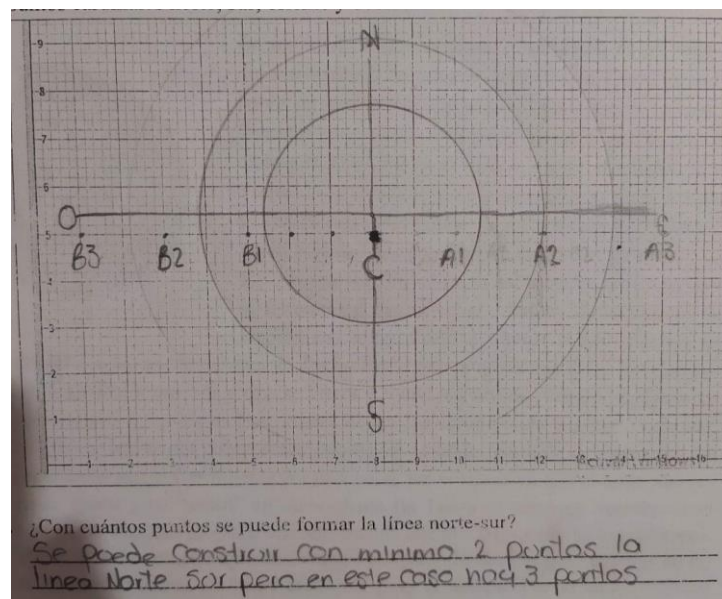
Categoría de contenidos involucrados y materiales didácticos

En esta sección se enuncian por actividades todos los elementos prácticos involucrados y resultados obtenidos en cada una de las sesiones en las cuales se aplicó la secuencia didáctica. Esto se hizo con el objetivo de diferenciar los aspectos teóricos llevados de la experiencia en aula, donde los estudiantes pudieron interactuar con las diferentes herramientas.

Para la actividad 1, los estudiantes lograron interactuar con las actividades planteadas, al usar diferentes herramientas y espacios que permitieron motivar el desarrollo de las asignaciones. Por ello, la actividad 1 relacionó el concepto de punto en geometría plana, en palabras de Vittone, Gianatti y Alegre (2016), asocian al punto como un concepto primitivo que no tiene dimensiones y puede ser usado para referenciar en un sistema. En estos aspectos, en la secuencia didáctica, los estudiantes de grado séptimo realizaron la construcción del círculo solar y consideraron las nociones de puntos colineales que, en palabras de Godina y Ruiz (2012), hacen referencia a la recta que pasa por tres o más

puntos y que estos se encuentran contenido en esta. Debe mencionarse que 17 de 21 estudiantes realizaron la construcción del círculo solar, considerando las coordenadas cartesianas y geográficas. La figura 8 ilustra la construcción del círculo solar realizado por el estudiante E5:

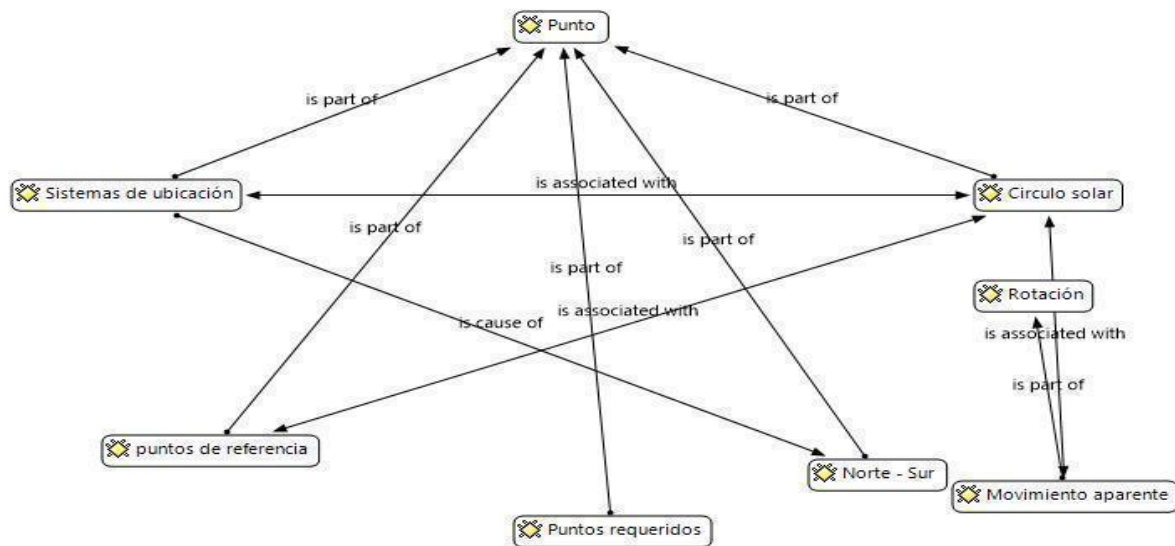
Figura 8. Construcción de círculo solar por E5



Nota. Ejercicio desarrollado por E5

De acuerdo con lo anterior, la noción de punto tomó importancia para comprender el círculo solar como un sistema de ubicación a partir de puntos de referencia. Esto se dio en la construcción de las rectas Norte - Sur, Este - Oeste mediante la comprensión del movimiento aparente del Sol. Tapia usó el movimiento aparente del sol para la comprensión de sistemas de referencia mediado en una de las actividades propuestas en la secuencia didáctica (Tapia, 2018). La figura 9 relaciona los conceptos mencionados anteriormente y se concibe como una red semántica.

Figura 9. relación de conceptos



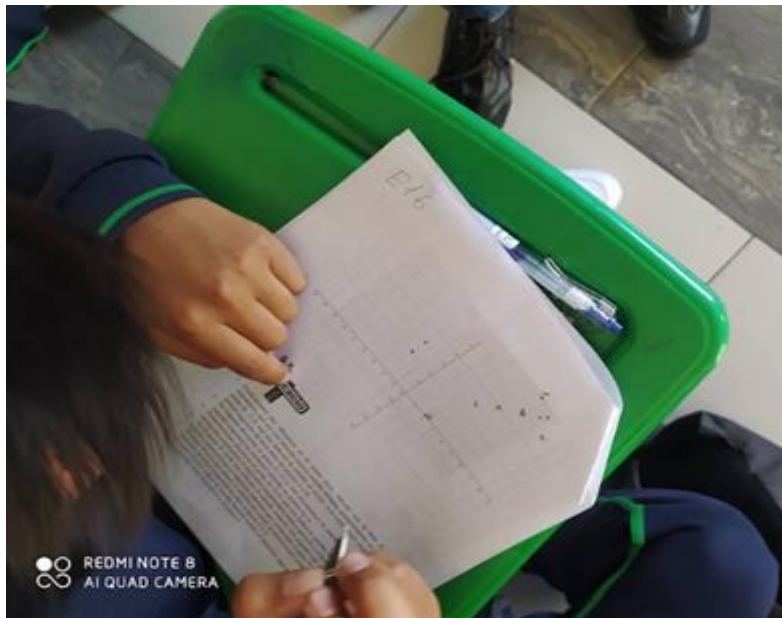
Nota. Red semántica mediante ATLAS TI

En la **Actividad 2** se denota la correlación existente para el fortalecimiento de los conceptos de astronomía y geometría, en este caso abordando elementos mucho más complejos pero que referencian situaciones cotidianas en las que los estudiantes pueden significar el conocimiento para interiorizar el aprendizaje. De este modo, se abordaron los conceptos de segmento de recta para la construcción de constelaciones. Lo anterior mediado a través de un sistema cartesiano.

En palabras de Calvo (2017), afirma que “conocer las estrellas y las constelaciones es lo primero que lograron los antiguos astrónomos y, partiendo de ahí, las fueron empleando para orientarse o para distinguir épocas del año, al usar el cielo como calendario”, por lo que, resulta relevante, la actividad descrita en la inducción al vasto mundo de la astronomía, teniendo en cuenta que las civilizaciones anteriores han hecho uso de los elementos que conforman la bóveda celeste.

La figura 10 ilustra el proceso realizado por el E16, donde se visualiza la ubicación de puntos en el plano cartesiano.

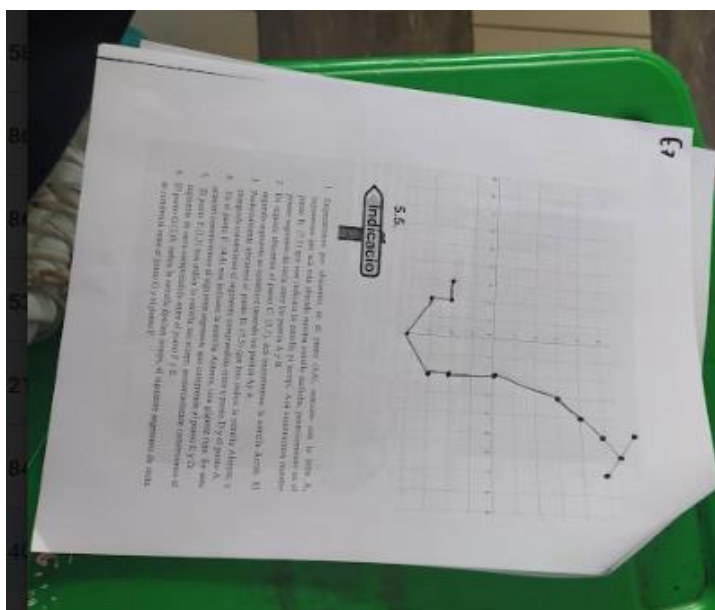
Figura 10. Proceso realizado por E16



Nota. Ubicación de puntos en el plano cartesiano.

Los estudiantes realizaron la construcción de la constelación propuesta en la actividad, la representación de la constelación del escorpión. Una vez ubicados los puntos, los estudiantes construyeron los segmentos de recta, que dieron de forma imaginativa una representación de un escorpión construido a base de segmentos de recta. La construcción de segmentos se entiende como el trazo guiado a partir de la noción de porción de recta, desde la determinación de dos puntos que definen los límites de estos” (Pedraza, 2021).

Figura 11. Constelación de escorpión

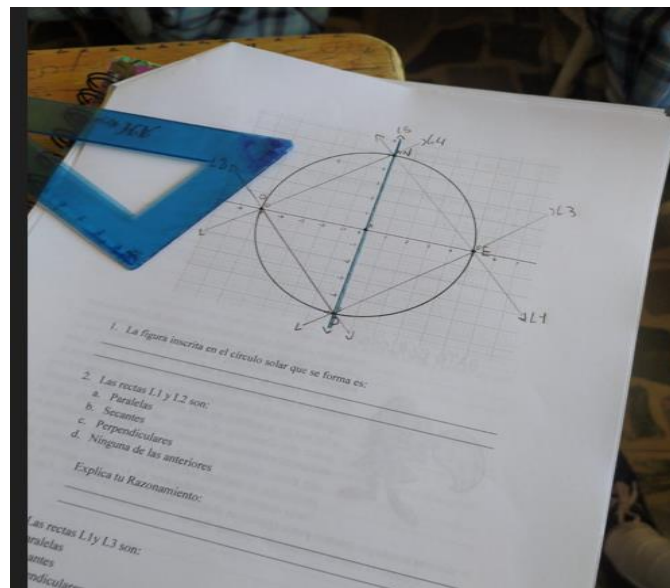


Nota. Construcción de constelaciones mediante segmentos.

Para la actividad 3, se utilizó el círculo solar para la construcción de rectas paralelas y perpendiculares teniendo en cuenta los puntos cardinales y el movimiento aparente del Sol, como referencia en la construcción de estas (ver figura 12). Por lo tanto, en el planteamiento de la actividad se tuvo en cuenta el uso del programa GeoGebra o construcciones con regla y compás para identificar los diferentes tipos de rectas. En este sentido, las rectas que se construyeron L1 y L2 correspondían a rectas paralelas, las cuales, de acuerdo con el registro llevado, 16 de 21 estudiantes realizaron la construcción correcta, así como contestaron de manera afirmativa en las preguntas propuestas en el cuestionario de la actividad. En este sentido, los estudiantes relacionaron que dos rectas paralelas en geometría plana son aquellas que no poseen un punto de intersección (Godino, 2012). En la

siguiente imagen se muestra la construcción de las rectas paralelas L1 y L2, L3 y L4, y las rectas perpendiculares L1 y L3, y L2 y L4.

Figura 12. Construcción de recta paralelas



Nota. Construcciones con regla y compas.

Asimismo, los estudiantes reconocieron mediante el dibujo cuándo dos rectas son secantes, esto mediante la construcción de la recta Este - Oeste que hace referencia al movimiento aparente del Sol, lo cual permite el desarrollo del pensamiento espacial haciendo uso de nociones de geometría (Acosta, 2019). Concomitante con lo anterior, la recta es uno de los elementos primarios, tanto para el estudio de la astronomía y como de la geometría plana, este concepto se encuentra presente, de forma cotidiana, en la vida de los estudiantes, a partir de los diferentes objetos que usan en cualquiera de las actividades desarrolladas. A modo de conclusión, con el desarrollo el desarrollo de la actividad

permitió en los estudiantes, objeto de investigación, desarrollar algunos logros propuestos en la secuencia como:

- Identificar características de localización de objetos en sistemas de representación cartesiana.
- Describir la formación de polígonos en la construcción de un cuadrado inscrito en el círculo solar.
- Representar objetos bidimensionales desde diferentes posiciones y vistas.

Para la actividad 4, en la secuencia didáctica, se centró en desarrollar en los estudiantes el estudio de la noción de plano, para su mediación se tuvo en cuenta algunos eventos astronómicos generados por la conjunción de objetos los cuales fueron simulados en el Aula Planetario. (ver figuran 13). Así, la actividad tuvo como propósito reconocer mediante el plano del Sistema Solar y de la Eclíptica la ubicación de un planeta, mediado a través del reconocimiento y uso de programas como Scope y Stellarium para poder determinar la conjunción entre varios objetos. La siguiente imagen ilustra una simulación del cielo que se construyó a partir de sistemas de coordenadas y referencias que tuvo en cuenta el plano de la eclíptica y ubicación aproximada de diferentes constelaciones, también planetas:

Figura 13. Ilustración de una simulación del cielo a partir de sistemas de coordenadas y referencias



Nota. Aula interactiva construida por el autor.

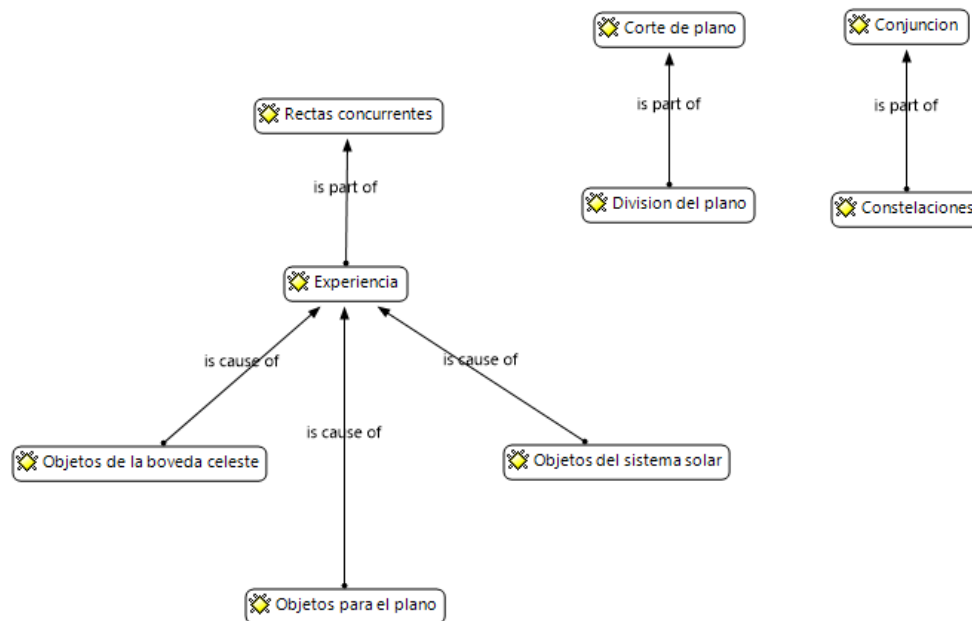
Para los resultados obtenidos, se consideraron los elementos que comprenden a un plano, en palabras de Godino “los puntos, rectas, semirrectas y segmentos hacen parte del conjunto con los cuales se puede formar un plano” (Godino, 2012). Por otro lado, se usó la conjunción para poder comprender el plano en el Sistemas Solar.

En este caso, los estudiantes realizaron una exploración conociendo el plano de la eclíptica, al identificar cuándo dos o más objetos están en conjunción. Por ejemplo, 15 de 21 estudiantes encontraron que el planeta Júpiter se encontraba en conjunción con la constelación de Tauro. De esta manera, los estudiantes relacionaron la conjunción como aquel evento astronómico en el cual se pueden observar dos objetos del plano de la bóveda celeste en una región indicada. Al cuestionar a los estudiantes sobre la concepción de plano, relacionaron las constelaciones como construcciones entre puntos y segmentos de rectas. La

eclíptica como esa recta imaginaria que pasa por los puntos Este - Oeste y en la cual se pueden encontrar el Sol y los planetas del sistema solar. De este modo, por ejemplo, el estudiante E10, hacía referencia a que la unión de todos estos elementos comprende a un plano (Giraldo, 2011).

A continuación, se presenta una relación conceptual elaborada en ATLAS TI que permitió visualizar el vínculo entre las nociones de plano, teniendo en cuenta la experiencia en el Aula Planetario.

Figura 14. Relación conceptual de nociones de plano

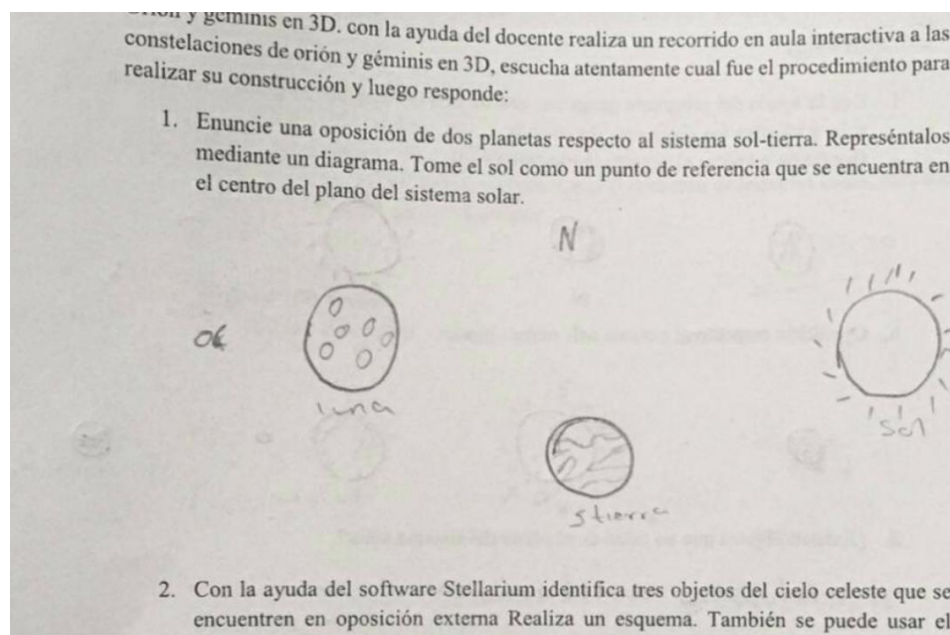


Nota. Tomado de Atlas TI

Finalmente, para la actividad 5 se trabajó de nuevo en el Aula Planetario, además, tuvo como propósito explorar las nociones de espacio, esto mediado por el fenómeno astronómico de la oposición y algunos eventos que ocurren alrededor de este. Dichos

eventos fueron simulados en el Aula Planetario como parte de la actividad anterior. La siguiente imagen ilustra la construcción de la oposición de eventos astronómicos entre objetos del sistema solar por el estudiante E8. Uno de los cuestionamientos estaba relacionado a la construcción de un esquema de objetos que estaban en oposición en la simulación del aula interactiva.

Figura 15. Desarrollo de la actividad 5 en el aula planetario



Nota. Ejercicio de ejemplo tomado por el investigador

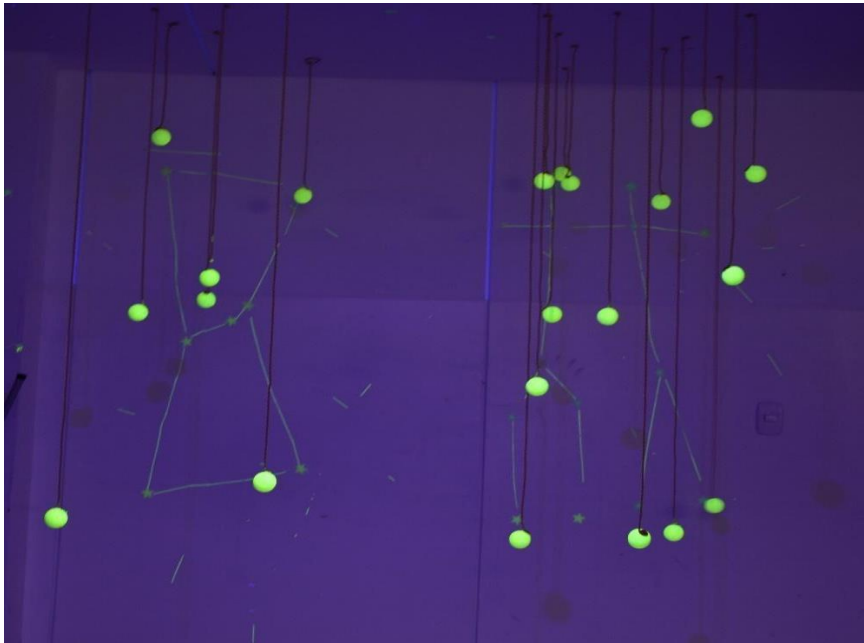
Como se observa en la anterior imagen, la mayoría de los estudiantes concluyeron que la oposición de la Luna respecto al sistema Sol - Tierra, produce el fenómeno de la luna llena. Entre tanto, el estudiante E11 registró en sus respuestas que un eclipse de luna también se producía cuando esta estaba en oposición respecto al sistema Tierra - Sol. En este sentido, Duque (2020), relaciona el fenómeno de la oposición cuando nuestro satélite

natural se encuentra en luna llena. En el caso de los planetas externos, una oposición ocurre cuando estos están más cerca de la Tierra y adquieren su mayor brillo.

Para finalizar la Actividad 5, para la noción de espacio se realizó una experiencia que involucró la construcción de constelaciones en 3D. De este modo, se pudo observar una transformación entre los aspectos visuales de una constelación 2D y en 3D, para lo cual basados en la lectura inicial de la clase, 14 de 21 estudiantes identificaron que el espacio comprendía todos los elementos de geometría que fueron estudiados anteriormente, es decir, que en este se pueden encontrar conceptos como puntos, segmentos, rectas y planos, y como la ocurrencia de eventos astronómicos que permiten la conjunción y oposición de objetos. Así las cosas, según Busai (2013), el espacio es comprendido por todos aquellos cuerpos físicos existentes.

En este mismo orden de ideas, el estudiante E10 registró en sus apuntes que en otras estrellas pueden suceder eventos como los que ocurren en nuestro sistema solar. La muestra figura 16 la elaboración de constelaciones tanto en 2D como en 3D trabajadas en la Actividad 5.

Figura 16. Desarrollo de la actividad 5.



Nota. Constelaciones en 2D y 3D construidas por el autor.

Para finalizar la actividad 5, a manera de síntesis y mediante el Aula Planetario se les solicitó identificar a la muestra de investigación, qué constelaciones estaban en oposición respecto a la Tierra. En este sentido, 15 de 21 estudiantes encontraron que las constelaciones del Escorpión y Orión estaban en oposición.

En palabras del estudiante E15: *“La constelación de Orión se encontraba en dirección al punto que indica el oriente y la constelación del Escorpión en dirección al punto que indica el Occidente, de forma pragmática esto se puede observar en la línea imaginaria que une el punto de referencia Oriente con el punto de referencia Occidente. Sic”*

Categoría de actitudes

Se observó que los estudiantes mostraron interés en la actividad 1 por tratarse de un tema distinto al acostumbrado en la materia y por utilizar mecanismos lúdicos. El cuestionamiento realizado en describir el concepto de punto incentivó a los estudiantes a realizar preguntas, esto les ayudó a comprender la importancia del círculo solar para identificar el movimiento del sol. En este sentido, la comprensión de punto fue importante para el desarrollo de la capacidad para poder ubicarse y tener varios puntos de referencia. Esto permitió desarrollar el estándar propuesto para la actividad, evidenciando el trabajo de los ejes temáticos establecidos en la secuencia, así, desarrollaron destrezas que evidenciaron el fortalecimiento del pensamiento geométrico y espacial.

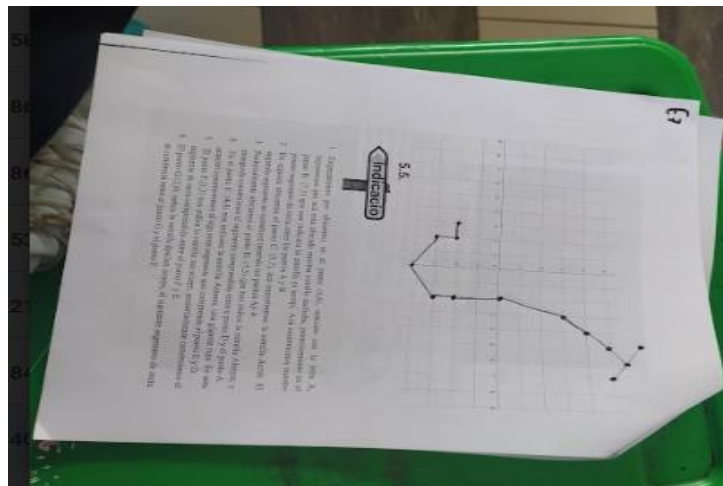
Autores como (Murillo, 2012) afirman que el trabajo paralelo entre la geometría y la astronomía, permite promover estrategias que facilitan el aprendizaje en los estudiantes y que ellos se sientan enamorados de la astronomía. Esta metodología brinda representaciones dinámicas y diversas de la ciencia. Además, incentiva el interés por otras áreas de estudio y despierta la curiosidad desde edades incipientes, así como la libertad de decidir cómo y qué aprender.

En lo que respecta al constructivismo, el aprendizaje se facilita gracias a la mediación e interacción entre otros. Asimismo, el conocimiento se facilita con apoyos que potencian la relación entre conceptos y que permitan adquirir aprendizaje significativo. De esta manera, el estudiante se relaciona con el entendimiento de una manera exploratoria que lo involucra en un constante desarrollo de habilidades humanas (Ramirez et. al. 2017).

En cuanto la actividad 2, cabe destacar que el ejercicio realizado determinó como resultados que los estudiantes reforzarán sus conocimientos ante las temáticas abordadas. Se pudo encontrar que la mayoría de los estudiantes realizaron una representación formal del punto, haciendo un buen uso de las coordenadas cartesianas.

Esta actividad evidenció, de manera clara, la comprensión del concepto de segmento, también el fortalecimiento de realizar procesos de construcciones geométricas, muy importantes para el desarrollo del pensamiento geométrico y espacial. La figura 17 muestra los resultados obtenidos por E7:

Figura 17. Resultados obtenidos por E7



Nota. Comprensión del concepto de segmento mediante la construcción de la constelación del escorpión

Cabe resaltar que, durante el desarrollo de esta actividad, llamó la atención en los estudiantes el uso de la construcción de segmentos para dibujar una constelación, pues 18 de 21 estudiantes consideraron la actividad como una experiencia agradable.

En la actividad 3 se pudo observar cómo los estudiantes reforzaron e implementaron nuevos conceptos relacionados con la geometría y la astronomía, de tal manera que comprendieron eficazmente algunos fenómenos ocurridos cotidianamente y que les permiten desenvolverse en la vida diaria. Por su parte, existieron falencias que debían ser corregidas a través de actividades similares para reforzar aún más los conocimientos. Es posible mencionar que 12 de 21 estudiantes tuvieron dificultad en la construcción de rectas paralelas y perpendiculares, haciendo uso de la regla y el compás. Para solucionar el problema se planteó un espacio de reflexión que retroalimenta lo trabajado en la sesión de clase.

En cuanto a la actividad 4, se centró en la experiencia generada en los estudiantes, encontrando resultados muy positivos, donde los niños demostraron los conocimientos adquiridos a lo largo de la formación académica. Cabe destacar que para esta actividad se implementó la construcción de un aula interactiva tipo planetario, con la finalidad de realizar una simulación real del cielo, la ubicación de algunas constelaciones y el plano de la eclíptica, esto con la finalidad de trabajar adecuadamente el concepto de plano. Lo anterior, ayudó a despertar la curiosidad de los estudiantes, ya que el Aula Planetario se construyó con material didáctico que usó estrellas, cintas fluorescentes y luces de neón para su animación. También, se contó con una pantalla grande en la cual se podían visualizar fotografías del cielo de manera impactante.

La actividad desarrollada dentro de la secuencia fue la continuidad de la ejecutada inmediatamente anterior, lo que significa, que con esta se pretendió el refuerzo de los conceptos y conocimientos aprendidos en la actividad tres. De tal manera que la respuesta

de los estudiantes fue muy positiva y se utilizó el mismo mecanismo de medición, es decir la resolución de algunos interrogantes abiertos.

A manera de conclusión, se dedujo que la actividad fue significativa, ya que la relación del aprendizaje de la comprensión de plano, con la ayuda del entendimiento de este concepto mediante fenómenos como la conjunción, fue bastante edificante para los estudiantes. El trabajo colaborativo y la realización de preguntas hizo que el estudiante realizará procesos de síntesis al finalizar la actividad. Entre las percepciones más importantes estuvo el reconocimiento de un plano como una construcción realizada, a partir de tres puntos. Teniendo en cuenta esta idea, los estudiantes reconocen el plano de la bóveda celeste y en el tránsito de un planeta, así como los puntos de salida y puesta del sol como referentes importantes para la ubicación geográfica.

La figura 18 ilustra la construcción del plano de la bóveda celeste y el plano de la eclíptica, recorrido aparente de los planetas simulados mediante puntos y descritos a través de bolas de icopor.

Figura 18. Construcción del plano de la bóveda celeste y el plano de la eclíptica



Nota. Plano de la eclíptica en el aula interactiva.

La actividad 5, planeada en la secuencia didáctica, facilitó valorar el impacto, donde los estudiantes respondieron de manera adecuada a las actividades realizadas en este espacio, donde se propuso la proyección de los conocimientos frente a los conceptos trabajados en la actividad. Esto se hizo a través de la resolución de unos interrogantes de carácter abierto, en los que podían expresar, libremente, su postura frente a los mismos. En relación con lo anterior, impactó en los estudiantes algunas historias alrededor de las constelaciones. Por ejemplo, el estudiante E5 afirmó que existía un mito que indicaba que cuando Orión se ocultaba por el occidente, en el Oriente nacía el Escorpión, determinando, de esta manera, que estas dos constelaciones eran opuestas. Para el estudiante E15 fue impactante el poder comparar de forma visual y desde diferentes perspectivas las constelaciones de Géminis y el Escorpión en 2D y 3D, pues según adujo el estudiante E15, estas comparaciones visuales hicieron entender que una constelación en realidad no es lo que se observa en un plano de dos dimensiones.

Lo dicho anteriormente, ayudó al estudiante, mediante el uso de los elementos básicos de geometría, a conocer, de forma más amplia, el concepto de espacio, mediado por el estudio de fenómenos astronómicos como es el caso de la oposición. A fin de ayudar a los estudiantes a fortalecer conocimientos y comprender, claramente, cómo las nociones básicas de la geometría plana ayudan a fortalecer destrezas de pensamiento espacial y geométrico con la ayuda de la astronomía de posición.

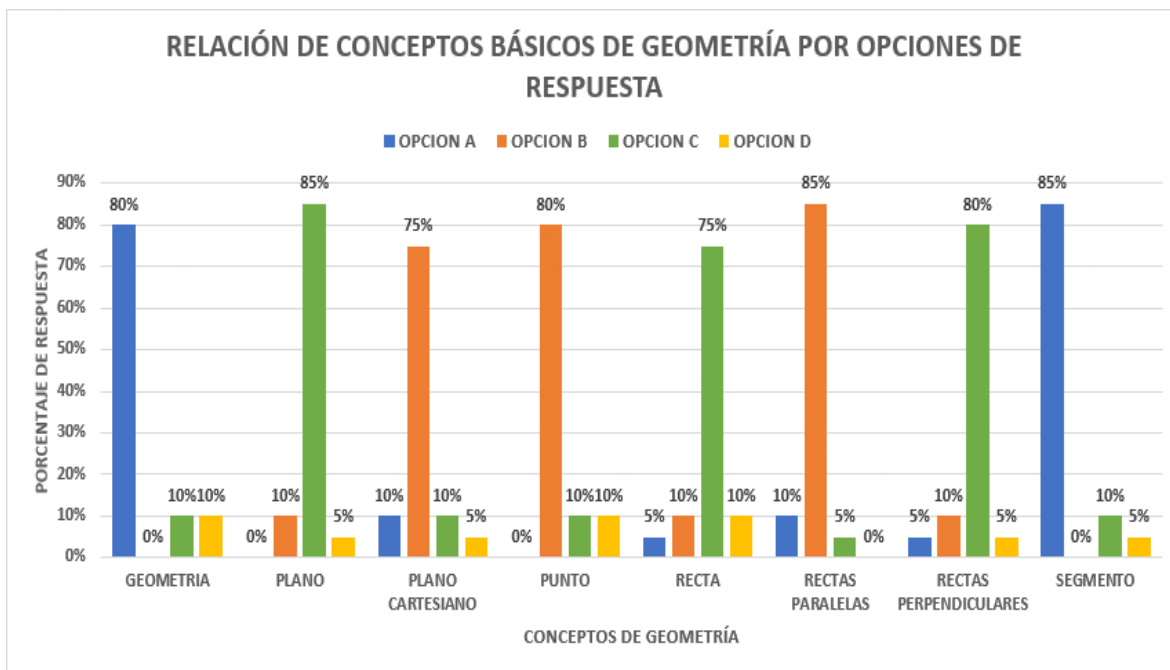
Análisis del pos-test

En la aplicación de esta prueba diagnóstico, se contó con una muestra de 21 estudiantes en total. El análisis del postest tendrá en cuenta las categorías de geometría, astronomía y actitudinal, las cuales se relacionan a continuación.

Categoría de Geometría

En el siguiente gráfico se puede visualizar los resultados arrojados en el postest de acuerdo con cada uno de los conceptos trabajados en la categoría de elementos de Geometría. Cabe destacar que se eligió como pos-test la aplicación del mismo pre-test, esto con la finalidad de poder evaluar cuál fue el impacto de la secuencia didáctica en el desarrollo de la investigación y, así, dar cumplimiento a la fase de reflexión propuesta en la metodología de la investigación - acción. El post- test tiene como propósito evaluar los impactos generados por la secuencia didáctica implementada en el marco de esta investigación.

Figura 19. Relación de conceptos básicos en el postest



Nota. Categoría geometría

Para la pregunta 1, respecto al concepto de Geometría, el 80% de los estudiantes consideraron que la geometría tiene en cuenta “la manera de medir las formas y cómo se relacionan”. Por otro lado, el 10% respondió “su forma de extensión y manera de medirse”. Entre tanto, otro 10% consideró “el color que se les puede aplicar para que combinen entre sí y otras”. Ningún estudiante señaló la opción B. Cabe resaltar que la respuesta correcta establece que la geometría es una ciencia y esta se encarga de estudiar las formas a través de su extensión y manera de medirse. (ver figura 19)

Para la pregunta 3, respecto al concepto de Punto, el 80% de los estudiantes respondió que un punto es “un objeto que se considera no tiene dimensiones y se usa para

indicar una posición en el espacio”. El 10% opinó que la respuesta correcta era “un objeto cuyas dimensiones forman una figura”, mientras que el 10% pensó que era “un objeto cuyas dimensiones forman un plano” resaltando que la respuesta correcta era “un objeto que se considera tiene dimensiones y se usa para indicar una posición en el espacio”. En el desarrollo de la actividad 1 de la secuencia didáctica, los estudiantes mostraron fortaleza al desarrollar la capacidad de ubicación al relacionar los puntos y puntos cardinales.

Para la pregunta 4, respecto al concepto de Recta, el 5 % de los estudiantes respondió que “tiene un principio y un fin”. Por su parte el 75% opinó que la respuesta correcta era “no se puede identificar su inicio o su fin”, mientras que el 10 % pensó que era “tiene un principio, pero no un fin”. El 10 % respondió “todas las anteriores”. Se resalta que la respuesta correcta era “tiene un principio, pero no un fin”. En particular, el estudiante E5 mostró fortalezas en construcciones geométricas haciendo uso de regla y compás, esto para la elaboración de diferentes tipos de rectas trabajadas en la Actividad 3. Lo realizado tuvo en cuenta las construcciones primarias geométricas, en palabras de (Pedraza, 2021) “las construcciones primarias son aquellas que usan nociones de referencia”.

Para la pregunta 5, respecto al concepto de segmento de recta, el 85 % de los estudiantes, respondió que “Tiene un principio y un fin”, el 10% pensó que “tiene un principio, pero no un fin”. Así mismo, el 5 % respondió “todas las anteriores”. Se resalta que la respuesta correcta era “tiene un principio y un fin”. El desarrollo de la Actividad 2 fue significativo en relación al uso de construcciones primarias y secundarias. En palabras de (Pedraza, 2021) “los estudiantes desarrollan la capacidad de denotar, visibilizar y construir representaciones geométricas usando trazos en el plano cartesiano”.

Para la pregunta 6, referente al concepto de rectas paralelas, el 10% de los estudiantes respondió que “existe un punto de corte entre ellas”, por su parte el 85% opinó que la respuesta correcta era “nunca se unen”, mientras que el 5% pensó que “forman un ángulo agudo entre ellas”. Igualmente, el 5% respondió que “forman un ángulo obtuso entre ellas”. Se resalta que la respuesta correcta era “nunca se unen”.

Para la pregunta 7, respecto al concepto de rectas perpendiculares, el 5 % de los estudiantes respondió que “entre ellas se forma un ángulo de 45 grados”, por su parte el 10% opinó que la respuesta correcta era “entre ellas se forma un ángulo de 180 grados”, mientras que el 80% pensó que era “entre ellas se forma un ángulo de 90 grados”. Así mismo, el 5% respondió que “ninguna de las anteriores”. Se resalta que la respuesta correcta era “entre ellas se forma un ángulo de 180 grados”.

Debido a que las rectas paralelas y rectas perpendiculares se trabajaron en una misma actividad, se puede decir que hubo destreza en los estudiantes para asociar los puntos cardinales en la construcción del círculo solar, esto realizado con instrumentos como la regla y el compás.

Para la pregunta 8, respecto al concepto de plano cartesiano, el 10% de los estudiantes respondió que “una cruz en la que se pueden encontrar coordenadas”, mientras que el 75% opinó que la respuesta correcta era “un sistema en el que dos rectas numéricas perpendiculares se cortan en un punto llamado origen”. Por otro lado, el 10% pensó que era “una figura, formada por rectas con números”. Así mismo, el 5% respondió que era “una manera de medir objetos”. Se resalta que la respuesta correcta era “un sistema en el que dos rectas numéricas perpendiculares se cortan en un punto llamado origen”.

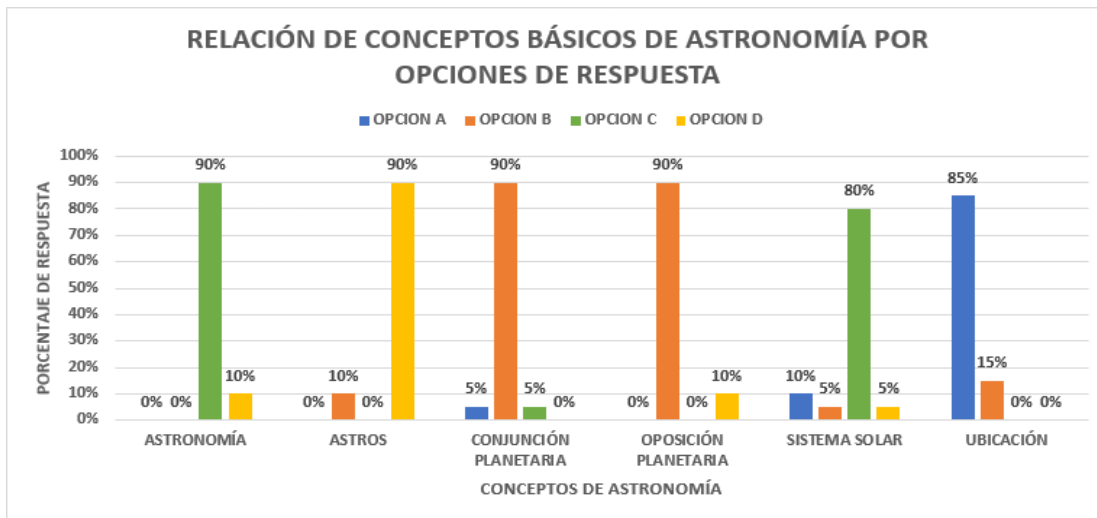
Para la Pregunta 9, respecto al concepto de plano, un 10% opinó que la respuesta correcta era “dos puntos”, mientras que el 85% pensó que era “tres puntos”, así mismo, un 5% respondió que “ninguna de las anteriores”. Se resalta que la respuesta correcta era “tres puntos”.

En general, las implicaciones de estos resultados se traducen en que los estudiantes mejoraron notablemente el manejo de las nociones básicas de la geometría plana, desarrollando entre sus habilidades el reconocimiento del concepto de punto en relación con un contexto real, el desarrollo del pensamiento espacial mediante la visualización de imágenes y construcción de estas muestra una mejoría en los estudiantes en cuanto a la capacidad de observación, cuestionamiento y análisis.

Por otro lado, un número reducido de estudiantes se mostró confundido con algunos conceptos. Por ejemplo, al comprender la noción de punto en el espacio, ya que el punto al ser un concepto primitivo significa que este es abstracto, de esta manera es difícil la comprensión en los estudiantes el por qué un punto no posee dimensiones. También presentaron dificultad para comprender las nociones de espacio, este como un conjunto articulado entre las nociones de puntos, rectas y planos.

Categoría de Astronomía

Figura 20. Categoría de conceptos básicos de Astronomía



Nota. Categoría astronomía

Para la pregunta 2, respecto al concepto de Astronomía, el 90 % de los estudiantes respondió “la evolución y composición del universo”, mientras que el 10 % opinó que la respuesta correcta era “el estudio del horóscopo”. Las demás opciones no fueron consideradas por los estudiantes. Se resalta que la respuesta correcta era “la evolución y composición del universo”. (ver figura 20)

Para la pregunta 10, respecto al concepto de Ubicación, el 85% de los estudiantes optaron por la opción A: “el sol y las estrellas” entre tanto el 15% respondió la opción B “satélites”. Las demás opciones no fueron consideradas. Se resalta que la respuesta correcta era “sol y las estrellas”.

Para la Pregunta 11, respecto al concepto de Sistema Solar, el 10 % de los estudiantes respondió “10”; el 5% opinó que la respuesta correcta era “6”; mientras que el 80% pensó

que era “8”. Finalmente, el 5% afirmó que era “9”. Se resalta que la respuesta correcta era “8 planetas”.

Para la Pregunta 12, respecto al concepto de astros, el 90 % de los estudiantes opinó que la respuesta correcta era “Astros”, mientras que el 10% opinó “constelaciones”. Se resalta que la respuesta correcta era “El Sol y la Luna son Astros”.

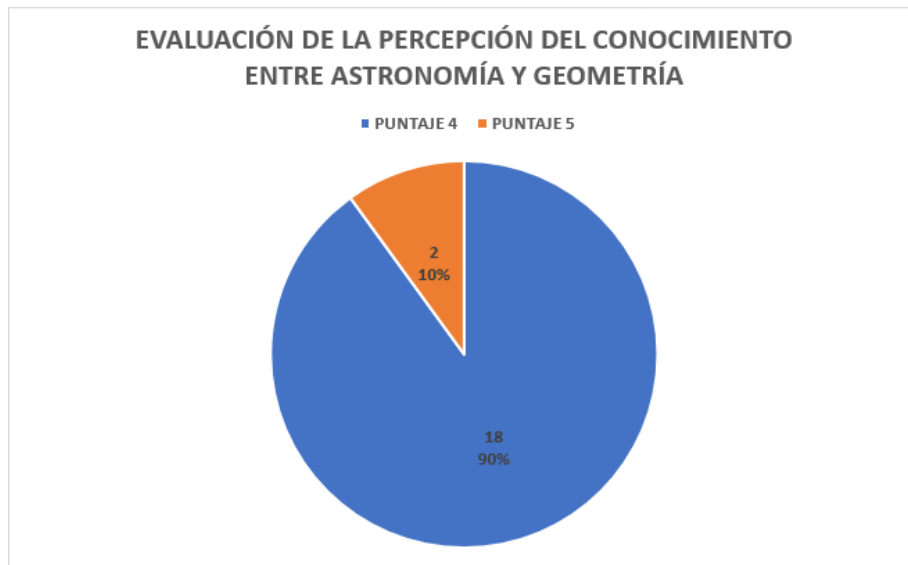
Para la pregunta 13, en relación con el concepto de oposición planetaria, el 90 % de los estudiantes opinó que la respuesta correcta era “un eclipse lunar”, mientras que el 10% mencionó que “ninguna de las anteriores”. Se resalta que la respuesta correcta era “El fenómeno de la oposición planetaria produce un eclipse lunar”.

Para la pregunta 14, en cuanto el concepto de conjunción planetaria, el 5% de los estudiantes respondió “un eclipse de luna”, el 90% opinó que la respuesta correcta era “un eclipse solar”, mientras que el 5% pensó que era “paso del cometa Halley”. Se resalta que la respuesta correcta era “El fenómeno de la conjunción planetaria produce un eclipse solar”.

De manera general, puede afirmarse que los conceptos relacionados con la astronomía, trabajados en la secuencia didáctica, desarrollan en los estudiantes la capacidad de generar interés y curiosidad (Valderrama & Navarrete, 2020). En consecuencia, la astronomía al tratarse de una actividad milenaria, la cual lleva a los seres humanos hacia la observación de los cielos, permite que estos interactúen con la naturaleza y con su esencia como exploradores innatos de preguntas sobre sus orígenes. Por este motivo, el aprendizaje de la astronomía por parte de los estudiantes facilita el proceso de desarrollo de pensamiento científico.

Categoría de evaluación actitudinal entre Astronomía y Geometría

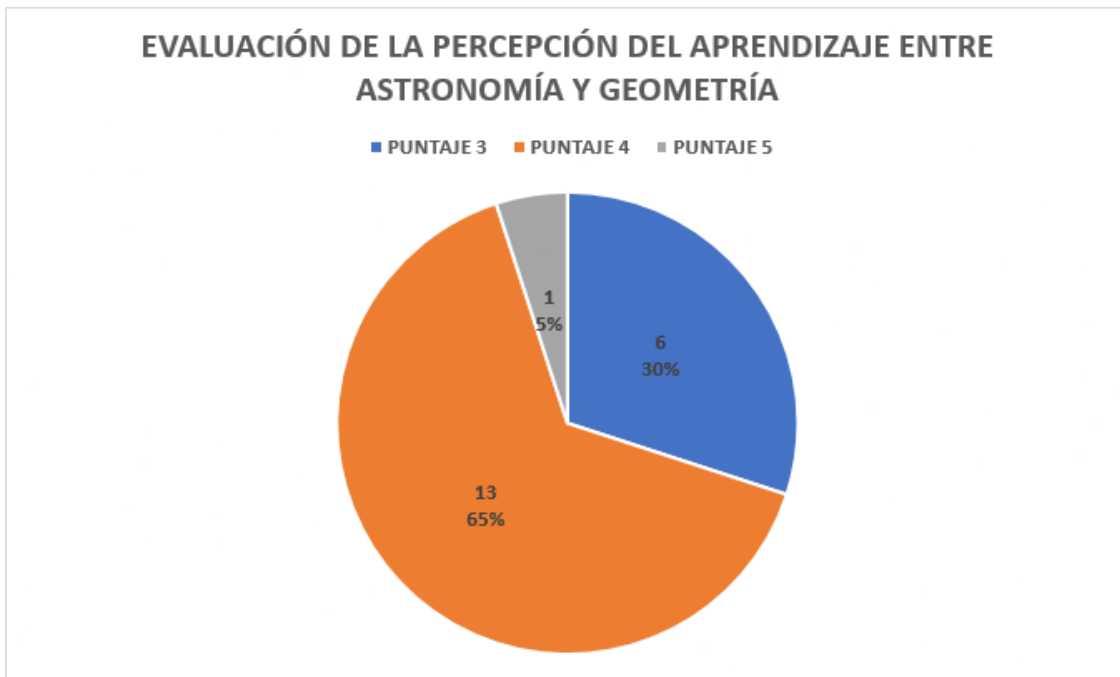
Figura 21. Categoría aptitudinal entre astronomía y geometría



Nota. Percepción de los estudiantes

De acuerdo con la gráfica, la percepción que los estudiantes tuvieron acerca del conocimiento en las áreas de geometría y astronomía, además, consideraron que se sitúan entre los 4 puntos (el 90%) y 5 puntos (el 10%), según la escala Likert. Lo cual indica que el 90% de los estudiantes tuvieron una percepción positiva en el desarrollo de las actividades realizadas. (ver figura 21)

Figura 22 . Percepción de los estudiantes frente al conocimiento de la astronomía y la geometría



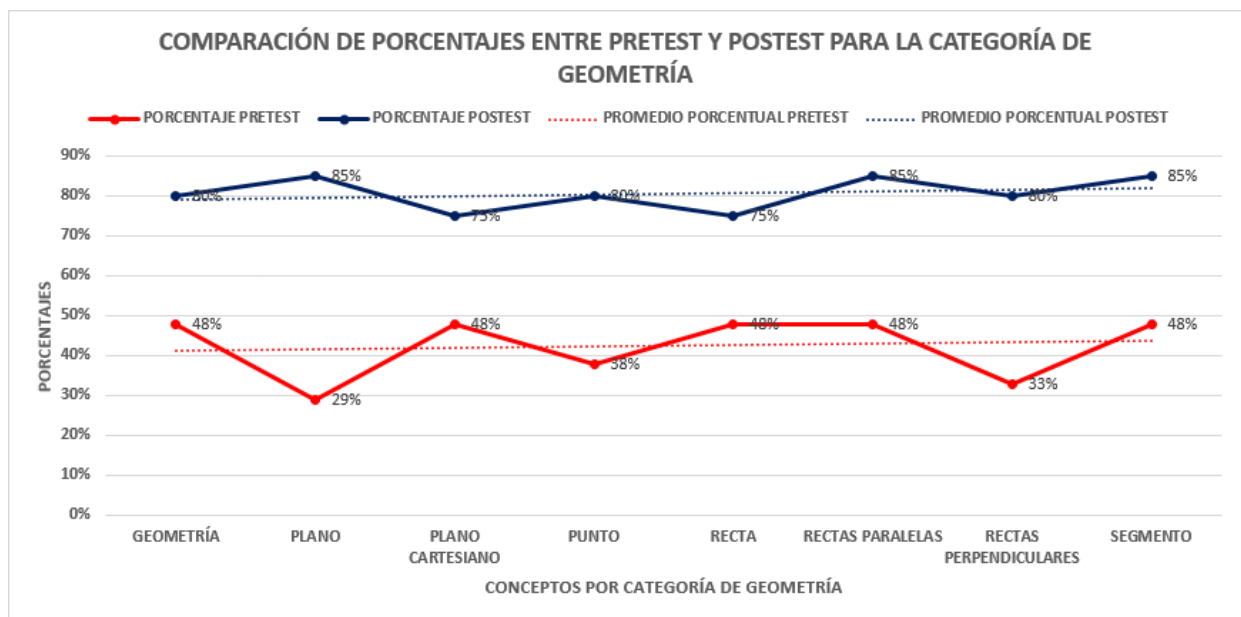
Nota. Resultado de la valoración dada por los estudiantes frente a la geometría y la astronomía.

De acuerdo con la gráfica, sobre el interés que tuvieron los estudiantes acerca del aprendizaje en las áreas de geometría y astronomía, se evidenció que valoraron su aprendizaje, a partir de la escala Likert, de la siguiente manera: 6 estudiantes (el 30%) consideraron una puntuación de 3, 13 estudiantes (el 65%) consideraron una puntuación de 4 y 1 estudiante (el 5%) consideró una puntuación de 5. (ver figura 22) Esto indica que la aplicación de las actividades fue una experiencia significativa y propuso nuevos retos, tales como el reforzar los conocimientos en geometría y darles continuidad a procesos interdisciplinarios, que en este caso se trató del aprendizaje de la astronomía.

Comparación de resultados entre pretest y postest

Categoría de Geometría

Figura 23. Comparación entre pretest y postest



Nota. Comparación de las pruebas pre y postest

A partir de esta gráfica, se observó que, para el concepto de Geometría, se pasó de un porcentaje de un 48% a un 80% de los estudiantes. Esto significa que existió un aumento del 32% en la respuesta correcta, lo que permite inferir que los estudiantes mejoraron la percepción sobre el concepto de geometría de forma notable.

En cuanto al concepto de Punto, se observa que se pasó de un porcentaje de 38% a un 80% de los estudiantes. Esto significa que existió un aumento del 42% en la respuesta correcta, evidenciando así que los estudiantes reforzaron el concepto trabajado mediante la secuencia didáctica implementada. En el concepto de Recta, se observa que pasó de un

porcentaje de 48% a un 75% de los estudiantes. Esto significa que existió un aumento del 27% en la respuesta correcta, por lo que, en contraste con los resultados hallados en el pretest, se puede mencionar que los estudiantes refuerzan el significado del concepto trabajado. (ver figura 23)

En el concepto de Segmento de recta, se observó que se pasó de un porcentaje de 48% a 85% de los estudiantes. Esto significa que un 37% de los estudiantes reforzaron el concepto trabajado, de tal manera que se puede mencionar que la población aclaró y amplió el concepto.

En el concepto de Rectas paralelas, se observó que se pasó de un porcentaje de 48% a 85% de los estudiantes, por lo que, luego de la implementación de la secuencia didáctica, un 37% de los estudiantes logró fortalecer el conocimiento frente al concepto.

En el concepto de Rectas perpendiculares, se observó que pasó de un porcentaje de 33% a 80% de los estudiantes, por lo que se incrementó un 47% de estudiantes. Esto indica que hubo un incremento notable en la comprensión del concepto. En relación con el pretest, este concepto fue uno de los más desarrollados por los estudiantes.

En cuanto el concepto de Plano Cartesiano, se observó un aumento de porcentaje de 48% a 75% de los estudiantes, por lo que se incrementó un 27% de estudiantes. En relación con el pretest y lo mostrado en el aula, los estudiantes de grado séptimo evidenciaron la concepción de plano, su comprensión y los elementos que lo componen.

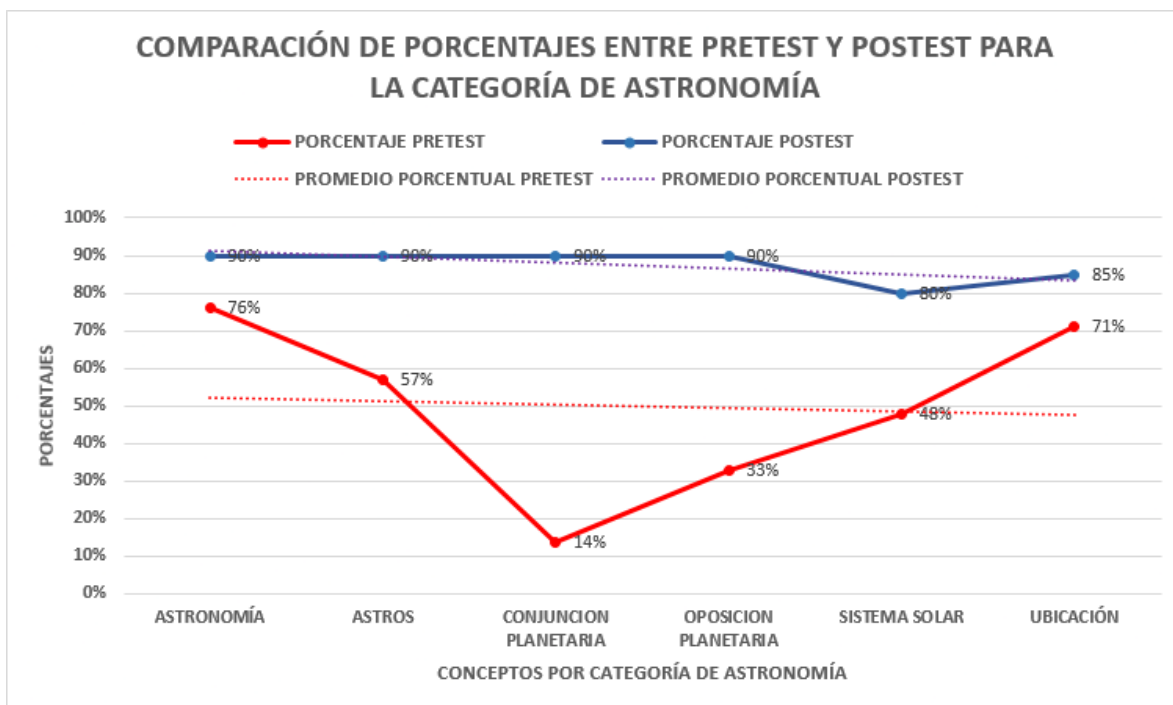
En relación con el concepto de Plano, se observa que incremento un porcentaje de 29% a un 85% de estudiantes, es decir que comprendieron mejor el concepto. Se puede

afirmar que este fue el concepto mejor trabajado por los estudiantes, dado que hubo un incremento del 56% en la población. Por lo que los estudiantes, de manera general, a partir de este punto conocieron y manejaron con facilidad el concepto de plano, fundamental en los conocimientos de geometría.

De manera general, se puede afirmar que, para la categoría de Geometría, hubo un promedio aproximado de mejora en la comprensión del concepto correspondiente a un 38% de los estudiantes.

Categoría de Astronomía

Figura 24. Comparación pretest y postest-Astronomía



Nota. Nota. Comparación de las pruebas pre y postest- Astronomía

Para el concepto de Astronomía, se observa que esta categoría incrementó de un 76% a un 90% de los estudiantes. Lo anterior indica que, en comparación con las respuestas obtenidas en el pretest, hubo un aumento del 14% de los estudiantes en la comprensión del concepto.

En cuanto el concepto de Ubicación se evidenció que hubo un incremento de un 71% a un 85% de los estudiantes, lo que indica que hubo una acentuación del 14% de los estudiantes en la comprensión del concepto. Esto permitió evidenciar que dicho porcentaje de estudiantes comprendió el uso de la astronomía como recurso histórico que le ha permitido al ser humano usarla como herramienta para su ubicación espacial.

En relación con el concepto de Sistema Solar, se observó que hubo un aumento de un 48% a un 80% de los estudiantes. Lo cual indica que hubo un incremento del 32% de los estudiantes en la comprensión del concepto. Cabe destacar que este mejoramiento fue consecuencia de la aplicación en las consultas propuesta en la actividad 5 de la secuencia didáctica. (ver figura 24)

Para el concepto de Astros, se evidenció que de un 57% incrementó a un 90% de los estudiantes. Lo anterior indica que hubo un acrecentamiento del 33% de los estudiantes en la comprensión del concepto. Por lo tanto, se evidencia que los estudiantes tienen mayor claridad en la diferencia entre un astro o un objeto de la bóveda celeste, como una constelación o una estrella.

Para el concepto de Oposición Planetaria, se evidenció que pasó de un 33% a un 90% de los estudiantes. Esto indicó que hubo un incremento del 57% de los estudiantes en la comprensión del concepto. Se puede afirmar que los estudiantes lograron interiorizar este

conocimiento, y, de esta manera, las actividades implementadas reforzaron los conocimientos respecto al concepto.

En cuanto Conjunción planetaria, se observa que se pasó de un 14% a un 90% de los estudiantes. Lo mencionado indica que hubo un incremento del 76% de los estudiantes, ya que evidentemente lograron reforzar el concepto trabajado a partir de las actividades diseñadas para este propósito.

De manera general, se puede corroborar que, para la categoría de Astronomía, hubo un promedio aproximado de mejora en la comprensión del concepto correspondiente a un 38% de los estudiantes.

Discusión

El presente trabajo mostró una alternativa en enseñanza de la geometría por medio de elementos didácticos de la astronomía, en los cuales se aplicaron las nociones básicas de esta ciencia. Además, se identificaron conceptos enlazados entre estas dos ramas de conocimiento, a partir de los cuales se llevó a cabo un trabajo de investigación de tipo cualitativo, con enfoque interpretativo. El método se basó en la idea de investigación - acción por medio de la creación de espacios en el aula de clase y la secuencia didáctica. Por lo tanto, dado la baja aplicabilidad de proyectos de investigación en esta línea pedagógica, este trabajo puede considerarse un referente en la enseñanza de la geometría por medio de la astronomía. Sin embargo, debe mencionarse que en el contexto Boyacense, existen referentes tales como el trabajo de (Valderrama & Navarrete, 2020) quienes implementaron una investigación enfocada en la apropiación de conceptos de astronomía por medio de unidades didácticas y quienes concluyeron que la estrategia implementada es revolucionaria

en el departamento de Boyacá. Por lo tanto, esto permite afirmar que las actividades que involucran geometría y astronomía son pioneras en el contexto local.

En cuanto a la enseñanza de las ciencias, los alumnos deben adquirir habilidades científicas que se ubiquen en materias interdisciplinarias relacionadas con las ciencias. La enseñanza de la indagación, con un enfoque metodológico apropiado, permite que los estudiantes propicien nuevos conocimientos y más si tienen que ver, para este caso, con una ciencia como la astronomía conjugada con el álgebra.

Ahora bien, es claro decir que la enseñanza de las ciencias mencionadas fue importante para la muestra de investigación, por cuanto logró despertar el ímpetu por la observación y el descubrimiento a través de modelos de aprendizaje interdisciplinar, que parecen tener éxito en la adquisición de saberes por parte de estos. Sin embargo, se resalta la necesidad que el docente deba actualizarse en las técnicas y metodologías de la educación para mejorar las prácticas, especialmente, de la didáctica. De esta manera, logrará presentar contenidos interesantes a los estudiantes en el aula. En este orden de ideas, se requiere que de alguna manera exista un lineamiento por parte de las instituciones enfocadas en revolucionar el aprendizaje de las matemáticas por medio de nuevas técnicas, las cuales puedan llegar a considerar la interdisciplinariedad y la aplicación de herramientas tecnológicas en el aula, pues, así, el aprendizaje se realizaría de manera óptima.

Ahora bien, frente a los resultados hallados en la presente investigación, se puede afirmar que hubo interiorización de los aprendizajes generados en el grupo poblacional y que fue óptima. Lo que significa que las actividades implementadas tuvieron una incidencia significativa en el proceso de enseñanza y aprendizaje a nivel pedagógico.

A la luz del trabajo desarrollado por Palomar (2013), denominado “Enseñanza y aprendizaje de la astronomía en el bachillerato”, se puede decir que su investigación tuvo como propósito centrarse en corroborar dos hipótesis, la primera, el que los estudiantes no comprenden los enunciados básicos de la astronomía, dado que su enseñanza se da a partir de metodologías muy teóricas. La segunda, que se pueden superar las vicisitudes y lograr un verdadero aprendizaje, consecuencia de lo mencionado, en este estudio se pone de manifiesto que la enseñanza de la astronomía no contribuye a mejorar el aprendizaje, porque no tiene en cuenta las dificultades de los estudiantes.

En comparación con los resultados obtenidos en la presente investigación, se encuentran puntos de divergencia, los cuales apuntan a que los estudiantes sí comprenden y logran interiorizar los aprendizajes ofrecidos, sin embargo, dicha situación se alcanza a través de la implementación de estrategias didácticas y lúdicas diversas, que dejan de lado lo meramente teórico. Un ejemplo de esto es la construcción del aula interactiva. La creación de estos espacios debe ser motivo de implementación de recursos que ayuden a los estudiantes al desarrollo de sus capacidades cognitivas y al acercamiento hacia el conocimiento científico.

Conclusiones

En la presente investigación, de manera general, se percibió que los estudiantes fortalecieron sus destrezas en la geometría plana mediante los conceptos básicos de astronomía, ya que transformaron su proceso de aprendizaje conceptual y encontraron relaciones lógicas, hasta el punto de llevarlas a la aplicación de diversas actividades pedagógicas. Se pudo observar que entre 7 a 8 estudiantes en promedio, demostraron un mayor rendimiento en el aprendizaje de elementos de la geometría plana, empleando conceptos de astronomía.

En cuanto al pretest diagnóstico, se observó que, de manera general, menos de la mitad de los estudiantes de la muestra tenía una concepción clara de los elementos de la geometría y la astronomía. Ahora bien, motivado en optimizar el proceso de aprendizaje, se elaboró la secuencia didáctica la cual contenía los conceptos necesarios, lo cual conlleva a que inspirarán asombro e impactarán en los estudiantes, hasta el punto en que se plantean preguntas sobre nuestra naturaleza y lugar en el universo. Este interés generalizado en la astronomía pudo aprovecharse como estimulante para aumentar el conocimiento y la comprensión por parte de los estudiantes.

Posterior a la aplicación de la secuencia didáctica, el desarrollo del postest permitió evidenciar que los estudiantes mejoraron sus destrezas en la interpretación de la geometría, además, de que los habilitó en incursionar en la astronomía con el objetivo de aprender geometría. Asimismo, esto permitió que comprendieran la relación entre ramas del conocimiento y les ofreció una metodología lúdica, la cual pudo servir como precedente en

futuras aplicaciones. Esto funcionó como una fase importante en el aprendizaje que habilitó a los estudiantes en la interacción con el conocimiento y construir sus propios conceptos cercanos a partir de las experiencias prácticas que se pudieron generar a partir de las actividades realizadas.

En cuanto a la secuencia didáctica, se observó que fue dinámica en el sentido de hacer uso de múltiples herramientas formativas, las cuales podrían mejorarse conforme se extienda un análisis en el área de conocimiento de la tecnología aplicada en la educación. De manera general, puede afirmarse que este trabajo en aula mostró resultados importantes, en términos de la aceptación por parte de los estudiantes y el interés de estos en el desarrollo de las actividades propuestas. Debe mencionarse que el impacto del proyecto no se dio solamente a nivel académico, sino que también generó una réplica en los contextos frecuentados por los estudiantes, por cuanto la astronomía despertó la curiosidad de la muestra objeto de investigación en cuanto las formas y figuras.

Referencias

Acosta, C. (2019). Estrategia didáctica para la enseñanza de la Astronomía de Posición, dentro del marco del proyecto “Sintiendo la Astronomía”, para estudiantes con discapacidad visual en el curso de Astronomía. Universidad Nacional de Colombia.

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/69739/1367110542.2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Alfonso, J; Galadi, D; & Morales, C. (2009). *100 conceptos básicos de astronomía*. Madrid: Instituto Nacional de técnica Aeroespacial «Esteban Terradas». https://www.sea-astronomia.es/sites/default/files/100_conceptos_astr.pdf

Alfonso, J., Galadi, D., & Morales, C. (2009). 100 conceptos básicos de astronomía. Madrid: Instituto Nacional de técnica Aeroespacial «Esteban Terradas».

Arias, W., & Oblitas, A. (2014). Aprendizaje por descubrimiento vs. Aprendizaje significativo: Un experimento en el curso de historia de la psicología. *Boletim Academia Paulista de Psicologia*, 34(87), 455-471. <https://www.redalyc.org/pdf/946/94632922010.pdf>

Ausubel, D. (1983). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. 2º Ed TRILLAS. <http://www.scielo.org.co/scieloOrg/php/reflinks.php?refpid>

Ballesteros, O. (2011). La lúdica como estrategia didáctica para el desarrollo de competencias científicas [Universidad Nacional de Colombia]. In Repositorio UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/9625/olgapatriaballesteros.2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Barrera, F. (2013). Historia de la geometría. In Universidad Nacional Autónoma de México. http://dcb.fi-c.unam.mx/CoordinacionesAcademicas/Matematicas/GeometriaAnalitica/documents/materialadicional/historia_geom.pdf

Baquero, A. (2018) Propuesta didáctica para la enseñanza de la astronomía en la escuela. Universidad Nacional de Colombia. In Repositorio UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/69771>

Barrantes, L. M. (2003). *Caracterización de la enseñanza-aprendizaje de la Geometría en Primaria y Secundaria*. Obtenido de Caracterización de la enseñanza-aprendizaje de la Geometría en Primaria y Secundaria: <https://dehesa.unex.es/handle/10662/14863>

Bernal, C. (2010). Metodología de la investigación. Pearson educación. Revista técnica. <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>

Bocanegra, C. (2018). La astronomía como recurso de aprendizaje interdisciplinar en la escuela para el grado quinto. Ibagué: Universidad del Tolima. <http://repository.ut.edu.co/handle/001/2555>

Bombal, F. (2015). Una mirada a las matemáticas del Siglo XX. Real Academia De Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales. <http://blogs.mat.ucm.es/bombal/wp-content/uploads/sites/40/2018/11/Academia.Mat-siglo-XX.pdf>

Bustamante, L. & Gonzáles, C. (2017). unidad didáctica bajo el enfoque de resolución de problemas y el trabajo colaborativo que contribuye a favorecer el pensamiento numérico y el valor de la responsabilidad en los estudiantes de tercer grado de primaria de la i.e. Arturo Velásquez Ortiz del municipio de santa fe de Antioquia. Universidad de los andes. <http://funes.uniandes.edu.co/11382/>

Bustamante Vélez, B. L..., & Castro Rojas, Y. A. (2021). Astronomía y producción narrativa: un universo de experiencias por descubrir. *Voces Y Realidades Educativas*, 6(1), 111–124. <https://vocesyrealidadeseducativas.com/ojs/index.php/vyc/article/view/9>

Buzai, G. (2013). El concepto de espacio. https://www.researchgate.net/publication/294091103_El_concepto_de_espacio

Cidead. (2010). Geometría del plano. http://recursostic.educacion.es/descartes/web/materiales_didacticos/EDAD_1eso_geometria_del_plano/1quincena8.pdf

Caballero, O. (2013). Una transición de la geometría a la trigonometría, utilizando problemas históricos de la astronomía como recurso didáctico en la clase de matemáticas. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/75174>

Cárdenas, J. (2011). Enseñanza de las matemáticas haciendo uso de la astronomía. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de:

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/8333/jennyastridcardenascubides.2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Carvajal, L. (2011). Las sociedades y la elaboración de calendarios. *Revista Espiga* (22), 31-48. <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/espiga/article/view/1011>

D'Amore, B. (2000). La Didáctica de la Matemática a la vuelta del milenio: raíces, vínculos e intereses. *Educación Matemática*. 12, 1, 39-50.
<http://www.dm.unibo.it/rsddm/it/articoli/damore/365%20a%20la%20vuela%20del%20milenio.pdf>

Duque, G. (2017). Historia de la Astronomía. In Repositorio Universidad Nacional de Colombia.
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/3252/guia1.pdf?sequence=14&isAllowed=y>

Eleizalde, M., Parra, N., Palomino, C., Reyna, A., & Trujillo, I. (2010). Aprendizaje por descubrimiento y su eficacia en la enseñanza de la Biotecnología. *Revista de Investigación*, (71), 271-290. <https://www.redalyc.org/pdf/3761/376140386013.pdf>

Espinoza, E. & Calva, D. (2020). La ética en las investigaciones educativas. Universidad Técnica de Machala. Ecuador. Scielo.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202020000400333

Exirblogger. (2014). la geometría en la astronomía, medicina y modelada 2D. [archivo en un blog]. <http://mgencia.blogspot.com/2014/10/la-geometria-en-la-astronomia-medicina.html>

Ferreira, C. (2020). Fundamentos de geometría y astronomía esférica. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho.

https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/194473/santos_cpf_me_rcla.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Figueiras, L & Deulofeu, J. (2003). Historia, matemáticas y realidad. El caso de la medida en la formación matemática de futuros maestros. In Universitat Autònoma de Barcelona. Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals. (pp. 4-8). Tesis Doctorals en Xarxa.

<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/4701/lfo2de2.pdf;jsessionid=D4F2CBD43A420D2788DCD6BC7B60EA5F?sequence=2>

Franco, M. (2020). Angulo Agudo. Scribd.

<https://www.scribd.com/document/445432415/Angulo-agudo>

Gallardo. A. & Hernández. A (2016) Emergencia de los números enteros.

<https://docplayer.es/18173494-Emergencia-de-los-numeros-enteros-aurora-gallardo-y-abraham-hernandez.html>

Galindo, A. M. (01 de 10 de 2014). *repositorio universidad nacional* . Obtenido de repositorio univerrisidad nacional : <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/74942>

Gamba, D. & Bogotá, F. (2013). Astronomía, matemática y escuela. Ara Solis: dispositivo didáctico, ejemplificado para estudiantes de grado décimo, que permita la construcción de las funciones trigonométricas, en la ubicación de cuerpos celestes con base en los diseños y registros astronómicos que los muiscas dejaron establecidos en el parque

arqueológico de Moniquirá – Boyacá. Universidad Distrital Francisco José De Caldas.

http://www.etnomatematica.org/publica/trabajos_grado/Ara%20Solis%20Tesis.pdf

García, J. (2011). El debate sobre la esfericidad de la Tierra en época clásica.

BAETICA. Estudios de Historia Moderna y Contemporánea.

<https://www.revistas.uma.es/index.php/baetica/article/view/113/79>

García, M. (2017). Como se usa el punto.

<https://www.mundodeportivo.com/uncomo/educacion/articulo/como-se-usa-el-punto-19381.html>

George, C. (2019). Estrategia metodológica para elaborar el estado del arte como un producto de investigación educativa. Artículo de Carlos Enrique George Reyes. Praxis educativa, Vol. 23, No 3; septiembre – diciembre 2019 – E - ISSN 2313-9334X. pp. 1-14.

<https://dx.doi.org/10.19137/praxiseducativa-2019-230307>

Gómez, A. (2012). *Introducción a la Astronomía: Coordenadas Astronómicas, Distancias, Magnitudes*. Obtenido de Repositorio Universidad Complutense de Madrid:

<http://www.mat.ucm.es/~aig/docencia/manuales/Coordenadas.pdf>

Guevara, R. (2016). El estado del arte en la investigación: ¿análisis de los conocimientos acumulados o indagación por nuevos sentidos? FOLIOS • Segunda época • N.o 44 Segundo semestre de 2016 •• pp. 165-179 pp. 165-14.

<http://www.scielo.org.co/pdf/folios/n44/n44a11.pdf>

Guevara, R. (2016). El estado del arte en la investigación: ¿análisis de los conocimientos acumulados o indagación por nuevos sentidos? Universidad Pedagógica Nacional. <https://doi.org/10.17227/01234870.44folios165.179>

Gutiérrez, E. (2012). “Innovación en el diseño de mobiliario escolar con mejoramiento estructural, funcional y ergonómico, para la optimización de espacio y del proceso enseñanza-aprendizaje”. Universidad Rafael Landívar.

<http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2012/03/06/Gutierrez-Esteban.pdf>

Guao. (2016). Rectas, paralelas y perpendiculares.

<https://www.guao.org/sites/default/files/Rectas%20Paralelas%20y%20Perpendiculares.pdf>

Guao. (2016). Rectas, paralelas y secantes.

<https://guao.org/sites/default/files/Rectas%20Paralelas%20y%20Secantes..pdf>

Guao. (2016). Clasificación de los ángulos: Ángulo recto, agudo, obtuso, extendido y completo.

<https://www.guao.org/sites/default/files/Clasificaci%C3%B3n%20de%20los%20%C3%81ngulos.pdf>

Hernández, G. (2008). Los constructivismos y sus implicaciones. Perfiles Educativos. vol. xxx, núm. 122, pp. 38-77. México.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982008000400003

Ibarra, D. (2021). El Modelo Copernicano del Universo y su Impacto: Contexto Histórico Cultural. Universidad Pedagógica Nacional.

<http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/16395/El%20Modelo%20Copernicano%20del%20Universo%20y%20su%20Impacto-%20Contexto%20Histo%cc%81rico%20Cultural%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Instituto Milenio de Astrofísica MAS. (2017). Astronomía para todos: el universo y sus misterios al alcance de todos. <https://www.uchile.cl/publicaciones/118341/astrofisia-para-todos>

Jiménez, A. & Torres, A. (2006). La práctica investigativa en ciencias sociales. DCS, Departamento de Ciencias Sociales. UPN, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. 2006. ISBN: 958-8226-21-X.
<http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/colombia/dcsupn/practica.pdf>

Jociles, M. (2017). La observación participante en el estudio etnográfico de las prácticas sociales. Universidad Complutense de Madrid, España.
<http://www.scielo.org.co/pdf/rcan/v54n1/0486-6525-rcan-54-01-00121.pdf>

Lafuente, X. (2014). Metodologías innovadoras bajo un enfoque constructivista de la educación [Tesis de Magister Universidad Cardenal Herrera]. In Repositorio Institucional CEU.
<https://repositorioinstitucional.ceu.es/bitstream/10637/6967/1/Lafuente%20Delgado%2C%20Xantala%20Metodolog%C3%ADas%20innovadoras%20bajo%20un%20enfoque%20constructivista%20de%20la%20educaci%C3%B3n.pdf>

Laguna, J. (2015). Estudio de caso: preconceptos astronómicos en el grado once de un colegio etno-educativo de la comunidad indígena Ticoya del departamento del Amazonas. Universidad Nacional de Colombia.
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/56692/80235978.2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Latorre, A. (2003). La investigación-acción Conocer y cambiar la práctica educativa. GRAO. Recuperado de: <https://www.uv.mx/rmipe/files/2019/07/La-investigacion-accion-conocer-y-cambiar-la-practica-educativa.pdf>

Mansilla. R; Rosales. J; Lamas. M. (2013). La aplicación de la transformación de nivel medio en el Valle medio. Análisis de los mecanismos para su introducción entre 2008 y 2012. In I Jornadas Norpatagónicas de Experiencias Educativas en Ciencias Sociales para la Escuela Secundaria. II Jornadas Provinciales de Geografía, Ciencias Sociales y Educación (Neuquén). Instituto de Formación Docente Continua-Luis Beltrán. <https://www.aacademica.org/martin.ignacio.lamas/4.pdf>

Mateus, K. M. (2013). Una propuesta para la enseñanza de la trigonometría y la astronomía, desde los conceptos de razón, ángulo y cuerda, basada en la construcción de las cuerdas del almagesto de ptolomeo: https://kipdf.com/kelly-andrea-mateus-vargas_5ac3807f1723dde6e8e10b2b.html

Meléndez, J. (2003). Astronomía: Ciencia interdisciplinaria. https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/consejo/boletin45/articulo_interes.pdf

Ministerio de Educación Chile. (2013). MOVIMIENTOS DE LA TIERRA. [Post en un blog]. <https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/edublog/ceotunte/2017/10/31/la-tierra-sus-capas-y-movimientos-de-rotacion-y-traslacion/#:~:text=Estos%20movimientos%2C%20llamados%20ROTACI%C3%93N%20>

y,y%20las%20ESTACIONES%20del%20a%C3%B1o.&text=Es%20el%20movimiento%20continuo%20que,y%20se%20denomina%20d%C3%ADa%20solar.

Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación (Ed.). (2007). Nivel secundario para adultos: módulos de enseñanza semipresencial: física. Buenos Aires.

Recuperado de: <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL002693.pdf>

Moncada, w. (2015). implementación de una estrategia educativa y comunicativa, para moderar el mal uso del lenguaje basado en aprendizaje significativo con estudiantes de grado séptimo en la institución educativa alfredo garcía. Universidad Tecnológica de Pereira. <https://core.ac.uk/download/pdf/71399059.pdf>

Moreira, M. (2012). ¿Al Final, Qué Es Aprendizaje Significativo? Revista Curriculum, 25, 29-56.

https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/10652/Q_25_%282012%29_02.pdf?sequence=5&isAllowed=y

Moreno. W. & Velázquez, M. (2017). Estrategia didáctica para desarrollar el pensamiento crítico. REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación, 15(2), 53-73. <https://revistas.uam.es/reice/article/view/7019>

Murillo, D; & Recalde, L.(2016). The Origins of Geometry: from Pragmatic Necessity to the Apodictic Search. Revista de Ciencias, 20(2), 99-108.

<http://www.scielo.org.co/pdf/rcien/v20n2/0121-1935-rcien-20-02-00099.pdf>

Murillo, J. (2012). “Contribución a la enseñanza de las cónicas mediante el uso de la Astronomía, ejecutado bajo una metodología cualitativa. *repositorio universidad nacional* .

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/11822/15426837.2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Nieto, M. (2003). Isaac Newton. <https://historiadelaciencia-mnieto.uniandes.edu.co/pdf/ISAACNEWTON.pdf>

OCDE. (2016). Educación en Colombia. OCDE.
https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-356787_recurso_1.pdf

Olivero Castro, W. (2019). La complejidad paradigmática en el aprendizaje significativo de las matemáticas. Revista EDUCARE - UPEL-IPB - Segunda Nueva Etapa 2.0, 23(2), 77–91. <https://doi.org/10.46498/reduipb.v23i2.5>

Orellana, C. (2017). La estrategia didáctica y su uso dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje en el contexto de las bibliotecas escolares. Universidad de Costa Rica. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/eciencias/article/view/27241>

Ortiz, D. (2015). El constructivismo como teoría y método de enseñanza. Sophia, 1(19), 93. <https://www.redalyc.org/pdf/4418/441846096005.pdf>

Ortiz, E. & Mariño, M. (2010). La comunicación pedagógica. <https://core.ac.uk/download/pdf/61902186.pdf>

Ortiz, L. (2015). El cielo en las ciencias: enseñanza de la astronomía en la escuela. Grado décimo. Universidad Nacional de Colombia.
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/55194>

Palacios, F. & Cañal, P. (2015). El diseño de unidades didácticas. Didáctica de las ciencias experimentales. Ed. Marfil – Colección Ciencias de la Educación.

<https://www.uepc.org.ar/conectate/wp-content/uploads/2015/04/El-dise%C3%B1o-de-unidades-did%C3%A1cticas.pdf>

Palomar, R. (2013) Enseñanza y aprendizaje de la Astronomía en el Bachillerato. Tesis Doctoral, Universidad de Valencia. <https://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/32116/Tesis%20Astronom%C3%A1Da.pdf>

Papalia, D. E. (2001). Psicología del desarrollo - 8b: Edición. McGraw-Hill Companies. <http://mastor.cl/blog/wp-content/uploads/2019/04/Papalia-y-Otros-2009-psicologia-del-desarrollo.-Mac-GrawHill.-pdf.pdf>

Pedraza Espíndola, F. L. (2021). Construcciones con regla y compás: una perspectiva semiótica. (Tesis de maestría). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja. <http://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/3816>

Peñuela, C. (2016). La mayéutica como estrategia en el proceso de asesoría académica. Universidad nacional Abierta. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6296649.pdf>

Perilla, W. (2012). La astronomía de posición y tiempo: una aproximación a los lineamientos curriculares de la educación media. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/74935/1186768.2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pinasco, J., Amster, P., Saintier, N., Laplagne, S., & Saltiva, I. (2009). Las Geometrías. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación. <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL001913.pdf>

Pintos, R. & Fernández, J. (2008). La enseñanza de la astronomía en Uruguay.

https://www.researchgate.net/publication/328136851_Un_enfoque_de_ensenanza_de_la_Astronomia_Algunas_consideraciones_epistemologicas_y_didacticas

Plazas Rojas, L. J. (2012). Enseñanza de elementos básicos de trigonometría en la astronomía: una propuesta para trabajar con estudiantes de educación media. [Tesis de Maestría Universidad Nacional de Colombia]. In Repositorio Universidad Nacional de Colombia.

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/11171/ladyjohanaplazarojas.2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Plaza, J. B., & Franch, J. (2004). Enseñanza del sistema Sol-Tierra desde la perspectiva de las ideas previas, La. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 12(3), 302-312. <https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/89009>

Polo, L. (2021). El Diseño Curricular como Factor de Calidad Educativa en el Área de Matemática. Universidad de la costa. Recuperado de:

<https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/8987/El%20dise%C3%B1o%20curricular%20como%20factor%20de%20calidad%20educativa%20en%20el%20%C3%A1rea%20de%20matem%C3%A1tica.pdf?isAllowed=y&sequence=1>

Pomare, K., & Steele, J. (2018). La didáctica lúdica, mediadora en el aprendizaje significativo [Universidad de la Costa]. In Repositorio Cuc.

<https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/2885/40990869%20-%2040988860.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Posada, R. (2014). La lúdica como estrategia didáctica. Universidad Nacional de Colombia.

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/47668/04868267.2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20l%C3%BAdica%20se%20toma%20entonces,juego%20y%20del%20accionar%20l%C3%BAdico.>

Prioretti, J. (2018). Inclusión y calidad educativa.

<https://inclusioncalidadeducativa.wordpress.com/2018/10/27/cuadro-resumen-sobre-estrategias-didacticas/#:~:text=Estrategia%20did%C3%A1ctica%20son%20acciones%20planificadas,s e%20alcancen%20los%20objetivos%20planteados>

Ramírez, N; Díaz, M; Reyes, P; Cueca, O. (2011). Educación lúdica: una opción dentro de la educación ambiental en salud. Seguimiento de una experiencia rural colombiana sobre las geohelminCIAS. Revista Med, 19(1), 23.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0121-52562011000100003&lng=en&nrm=iso&tlng=es

Rodríguez, F. (2015). El desarrollo de la competencia matemática a través de tareas de investigación en el aula. Una propuesta de investigación-acción para el primer ciclo de educación primaria. Universidad Nacional de Educación a Distancia (España). Facultad de Educación. Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación I (MIDE I). <http://e-spacio.uned.es/fez/view/tesisuned:Educacion-Erodriguez>

Rodríguez, G. (2012). Los Cuerpos Celestes, Una Aproximación A Los Lineamientos De Astronomía Como Asignatura De La Educación Media. Obtenido de

Repositorio UNAL.

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/20635/germanhernandorodriguezvega.2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rodríguez, O. M. (2002). Las matemáticas en el renacimiento. *Apuntes de Historia de las Matemáticas*, 1(3), 22-31. <http://casanchi.org/did/mrenacimiento01.pdf>

rodríguez, g. (2012). *los cuerpos celestes, una aproximación a los lineamientos de astronomía como asignatura de la educación media.*

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/20635/germanhernandorodriguezvega.2012.pdf?sequence=1&isallowed=y>

Ruesga, P., & Sigarreta, J. (2004). Evolución de la Geometría desde su perspectiva histórica. *Boletín de la Asociación Matemática Venezolana*, XI(1), 85-101.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1018402>

Saavedra, C. (2015). PUNTOS Y COORDENADAS EN EL PLANO. Repositorio Universidad Autónoma de Aguascalientes.

<https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/19724/puntos-coordenadas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sánchez, Á. (2001). *Astronomía y matemáticas en el antiguo Egipto.* Alderabán. <https://www.buscalibre.com.co/libro-astronomia-y-matematicas-en-el-antiguo-egipto/9788495414083/p/3324617>

Sánchez, G. & Valcarcel, M. (1993). Diseño de unidades Didácticas en el área de las ciencias experimentales. Vol. 11, n.º 1, pp. 33-44.

<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/3977>

Scala Higher Education. (2018). Conceptos Geométricos fundamentales:

Razonamiento matemático. Obtenido de Repositorio Scalahed.

https://repositorio.scalahed.com/recursos/files/r176r/w37677w/RazonamientoMatematico_Ant_B3_S.pdf

Senior, J. E. (2001). El surgimiento de las teorías no euclidianas y su influencia en la filosofía de la ciencia del siglo XX. *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*, 2(5), 45-63. <https://www.redalyc.org/pdf/414/41400505.pdf>

Sepulveda, D. S. (01 de 10 de 2015). *Diseño de una ruta didáctica en relación a los conceptos espacio temporales asociados a la latitud y la formación del día y la noche; experiencia con los jóvenes de un club de Astronomía*. Obtenido de Diseño de una ruta didáctica en relación a los conceptos espacio temporales asociados a la latitud y la formación del día y la noche; experiencia con los jóvenes de un club de Astronomía.: <http://repositorio.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/2108?show=full>

Taborda, J. C. (2013). *La astronomía como invitada de honor en la escuela*. La astronomía como invitada de honor en la escuela:

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/11961/43902444.2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Tarquino, E. (2016). Desarrollo del proceso de investigación en la escuela a partir de la astronomía. Universidad Nacional de Colombia.

<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/5262/TarquinoCabraElsaMarleny2017.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Tapia, L. A., Valderrama, F., & Jiménez, J. M. (2018). campos conceptuales en la modalidad de taller aprendizaje participativo: una estrategia para la enseñanza de la astronomía de posición y la mecánica celeste *biblioteca general udea*.

https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/19828/1/TapiaLuis_2018_CamposConceptualesModalidad.pdf

Toro y Llaca, C. (1999). Astronomía: historia y calendario. Instituto de Astronomía y Geodesia. <http://digital.csic.es/handle/10261/23478>

Universidad de San Carlos de Guatemala. (2011). Elementos fundamentales de la Geometría. Repositorio USAC. <https://mate.ingenieria.usac.edu.gt/archivos/2.1-Elementos-fundamentales-de-la-geometria.pdf>

Valenzuela, J. (2017). Los tres autos del aprendizaje: aprendizaje estratégico en educación a distancia. Recuperado de: <http://sva99.tripod.com/Sva99/d21/Valenzuel.htm>

Valderrama, D.A., & Navarrete, D. S. (2020). *Apropiación conceptual de la astronomía*.
https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/3190/1/TGT_Apropiaci%C3%B3n_conceptual_astronomia.pdf

Valderrama, D. A., Navarrete, D. S., Torres, N. J., & Vera Villamizar, N. (2021). Enseñanza de la astronomía en Colombia: aportes y desafíos.
<https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/15307>

Valderrama, D. A. (2022). *www.researchgate.net*. Obtenido de *www.researchgate.net*:
https://www.researchgate.net/publication/366664425_Ensenanza_de_la_astronomia_tensiones_y_distensiones_frente_al_quehacer_docente/download

Valverde, L. (2014). El diario de campo.
<https://www.binasss.sa.cr/revistas/ts/v18n391993/art1.pdf>

Vázquez, R. (2015). Mecánica Orbital y Vehículos Espaciales. Obtenido de Área de Ingeniería Espacial. Recuperado de: http://www.aero.us.es/move/files/Tema1_print.pdf

Velasco, Enrique. (2012). Uso de material estructurado como herramienta didáctica para el aprendizaje de las matemáticas. Universidad de Valladolid.
<https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/1491/TFG-B.114.pdf;jsessionid=7E7B59BFB3BF55F8CBCCE095866B9314?sequence=1>

Venero, R. (2020). Astronomía: Las Constelaciones. Obtenido de Universidad Nacional de La Plata. Recueprado de: <http://fcaglp.fcaglp.unlp.edu.ar/~roberto/imanac/01-Constelaciones.pdf>

Villanueva, J.& Alfonso, G. (2018). Astronomía para la educación: “De Macondo al cielo, del cielo a Macondo”. SSN 0121- 3814 impreso• ISSN 2323-0126 Web.
<http://www.scielo.org.co/pdf/tes/n43/0121-3814-tes-43-173.pdf>

Vittone, F., Gianatti, J., & Cornet, M. (2017). Puntos, rectas, planos y figuras planas elementales. Obtenido de Universidad Nacional de Rosario.
https://www.fceia.unr.edu.ar/~vittone/geometria_1/Unidad12017.pdf

Zabala, M. (2004). *redalyc.org*. Obtenido de *redalyc.org*:
<https://www.redalyc.org/pdf/356/35602602.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta

El presente test diagnóstico tiene como propósito medir la relación entre las nociones básicas de geometría y las relaciones con la astronomía en estudiantes de séptimo grado de la institución educativa gimnasio Galileo Galilei de la ciudad de Tunja. El test diagnóstico hace parte del proyecto “MIRADA A LA BÓVEDA CELESTE: UNA PROPUESTA DESDE LA ENSEÑANZA DE LA GEOMETRÍA APOYADA EN LA PRÁCTICA DE LA ASTRONOMÍA”, que corresponde a una investigación acción y cuyo análisis tiene como finalidad la elaboración de una secuencia didáctica que permita fortalecer los procesos de aprendizaje de las nociones elementales de la geometría y algunas nociones básicas de la astronomía, apoyadas en fenómenos astronómicos como la oposición, conjunción y sistemas tierra-objeto solar.

Test diagnóstico de los conceptos básicos de geometría y sus relaciones con la astronomía

Estudiante: _____

Fecha: _____

1. La geometría es la ciencia que se encarga de estudiar las formas, teniendo en cuenta:
 - a) La forma de medirlas y como se relacionan.
 - b) El color que se les puede aplicar para que combinen entre si
 - c) Su forma de extensión y manera de medirse
 - d) Otras. ¿Cuáles? _____

2. La Astronomía es la ciencia que se encarga de estudiar:
 - a) Los cuerpos celestes del universo

- b) La composición de los planetas
 - c) La evolución y composición del universo
 - d) El estudio del horóscopo
3. Un punto en geometría se puede considerar:
- a. Un objeto que se considera no tiene dimensiones y se usa para indicar una posición en el espacio
 - b. Un objeto que se considera tiene dimensiones y se usa para indicar una posición en el espacio
 - c. Un objeto cuyas dimensiones forman una figura
 - d. Un objeto cuyas dimensiones forman un plano
4. Una de las comprensiones sobre la recta consiste en que es un elemento unidimensional que describe una trayectoria infinita en el mismo sentido sin importar su sentido; de lo anterior se puede deducir que:
- a) Tiene un principio y un fin
 - b) No se puede identificar su inicio o su fin
 - c) Tiene un principio, pero no un fin
 - d) Todas las anteriores
5. Una interpretación del segmento consiste en que es un subconjunto de una recta, esto es:
- a) Tiene un principio y un fin
 - b) No se puede identificar su inicio o su fin
 - c) Tiene un principio, pero no un fin
 - d) Todas las anteriores
6. Dos rectas son paralelas si:
- a) Existe un punto de corte entre ellas
 - b) Nunca se unen
 - c) Forman un ángulo agudo entre ellas
 - d) Forman un ángulo obtuso entre ellas.
7. Dos rectas son perpendiculares si y solo si:
- a) Entre ellas se forma un ángulo de 45 grados
 - b) Entre ellas se forma un ángulo de 180 grados
 - c) Entre ellas se forma un ángulo de 90 grados
 - d) Ninguna de las anteriores.
8. El plano cartesiano se define como:
- a) Una cruz en la que se pueden encontrar coordenadas
 - b) Un sistema en el que dos rectas numéricas perpendiculares se cortan en un punto llamado origen
 - c) Una figura, formada por rectas con números

- d) Una manera de medir objetos
9. Un plano se puede formar con mínimo:
- a) Un punto
 - b) Dos puntos
 - c) Tres puntos
 - d) Ninguna de las anteriores.
10. En la antigüedad los navegantes vikingos establecen su ubicación por medio de:
- a) El sol y las estrellas
 - b) Satélites
 - c) Brújula
 - d) Ninguna de las anteriores
11. Cuantos planetas componen el sistema solar:
- a) 10
 - b) 6
 - c) 8
 - d) 9
12. El sol y la luna son:
- a) Estrellas
 - b) Constelaciones
 - c) Planetas
 - d) Astros
13. El fenómeno de la oposición plantearía de la luna respecto al sistema sol-tierra produce:
- a) Un eclipse de sol
 - b) Un eclipse lunar
 - c) No sucede ningún eclipse
 - d) Ninguna de las anteriores.
14. El fenómeno de la conjunción plantearía de la luna respecto al sistema sol-tierra produce:
- a) Un eclipse de luna
 - b) Un eclipse solar
 - c) Paso del cometa Halley
 - d) Ninguna de las anteriores
15. Usted considera que sus conocimientos sobre geometría y astronomía en una puntuación del 1 al 5, donde 1 es el valor más pequeño y cinco es el mayor son:
- a) 1
 - b) 2
 - c) 3

- d) 4
e) 5
16. De las áreas de estudio (Geometría y Astronomía) en la escala del 1 al 5, donde 1 es el valor más pequeño y cinco es el mayor, que tanto le gustaría profundizar en ellas:
- a) 1
b) 2
c) 3
d) 4
e) 5

Anexo 2. Secuencia Didáctica

Astro solar: Estrategia para la enseñanza de las nociones básicas de la geometría plana mediadas por el reconocimiento de fenómenos astronómicos.

CONTENIDO

Sesión 1. Circulo solar	
1. ¿Qué es un punto en geometría?.....	9
1.1. ¿Cuándo dos o más puntos son colineales?	
1.2. ¿Qué es un punto cardinal?	11
1.3. El círculo solar- salida y puesta del sol	
1.4. Actividad 1	12
1.5. Descubramos juntos.....	14
2. Sesión 2. Buscando el escorpión	
2.1. ¿Qué es una recta?	15
2.2. ¿Qué es un segmento de recta?	16
2.3. ¿Sabes qué es una constelación?	16
2.4. Actividad 1.....	18
2.5. Descubramos juntos.....	20
3. Sesión 3. ¿Nos movemos?	
3.1. ¿Cuándo dos o más rectas son paralelas?	23
3.2. ¿Cuándo dos o más rectas son perpendiculares?	24
3.3. ¿Cuándo dos rectas son secantes?	25
ACTIVIDAD 3.....	26
3.4. Indicaciones	
4. Sesión 4. ¿Dónde puedo encontrar un planeta?	

4.1. ¿Qué es un plano?	33
4.2. ¿Cuáles son los elementos de un plano?	34
4.3. ¿Qué significa que dos o tres puntos sean coplanares?	35
4.4. ¿Cuándo Dos o más rectas son coplanares?	36
4.5. La eclíptica.....	37
4.6. Fenómeno de conjunción.....	38
ACTIVIDAD 4.....	40
4.7. Indicaciones.....	40
5. Sesión 5. ¿Cuándo hay una oposición?	
5.1. ¿Qué es el espacio?	43
5.2. ¿Qué elementos comprenden el espacio?	44
5.3. Fenómeno de la oposición externa.....	46
5.4. Fenómeno de la oposición interior.....	48
ACTIVIDAD 5.....	50
5.5. En síntesis.....	51

2.1. Competencia

- ❖ Registro mis observaciones en forma organizada y rigurosa (sin alteraciones), utilizando dibujos, palabras y números.
- ❖ Enuncio preguntas específicas sobre una observación o experiencia y escojo una para indagar y encontrar posibles respuestas.
- ❖ Formulo explicaciones posibles, con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos, para contestar preguntas.

Logros

Aprendizaje con Amor	Laboriosidad en equipo	Autonomía con responsabilidad	Compromiso con pasión
Participo de forma activa en el desarrollo de las actividades propuestas, debatiendo y reflexionando sobre lo vivido.	Trabajo colectivamente en la participación de las actividades, proponiendo métodos de trabajo	Contribuyo en la reflexión de los procesos vividos, esto es valorando el esfuerzo realizado en el	Participo de manera positiva en el desarrollo de las actividades, esto es compartiendo críticamente en la búsqueda del desarrollo

	que permitan fortalecer el proceso grupal.	propósito de las actividades realizadas.	del pensamiento matemático y científico.
--	--	--	--

El círculo solar

Objetivos	-Conocer la noción de punto a partir de la identificación de puntos cardinales usando la construcción de rectas paralelas y rectas perpendiculares.
Ejes temáticos	-Concepto de Punto -Puntos cardinales - Rectas paralelas y perpendiculares
Estándar	-Realiza construcciones geométricas con la ayuda del gnomon y la proyección de sombras. - Realiza la construcción del círculo solar mediante el programa geogebra o con regla y compas.
Logros	-Construyo el círculo solar usando nociones básicas del concepto de punto y traza de segmentos de recta. -Identifico algunos elementos básicos de geometría en la construcción del círculo solar
Recursos	Tiza Pita de 2 m Graduador

3.1. ¿Qué es un punto en geometría?

Según Vittone, F; Gianatti, J; Alegre, M. (2016), “El punto es considerado un “concepto primitivo” por lo que resulta complejo definirlo”, sin embargo, se puede añadir que se representa gráficamente por un pequeño círculo y una letra mayúscula que lo identifica.

3.2. ¿Cuándo dos o más puntos son colineales?

Se dice en geometría que dos o más puntos son colineales si al trazar una recta estos se encuentran en ella, en palabras de Godino y Ruiz “Tres o más puntos pueden determinar varias rectas, pero si están contenidas en una recta se dice que son colineales” (Ruiz, 2012, pág. 259). Por otro lado, en palabras de Godino “Tres o más puntos pueden determinar varias rectas, pero si están contenidas en una recta se dice que son colineales”.

3.4. ¿QUÉ ES UN PUNTO CARDINAL?

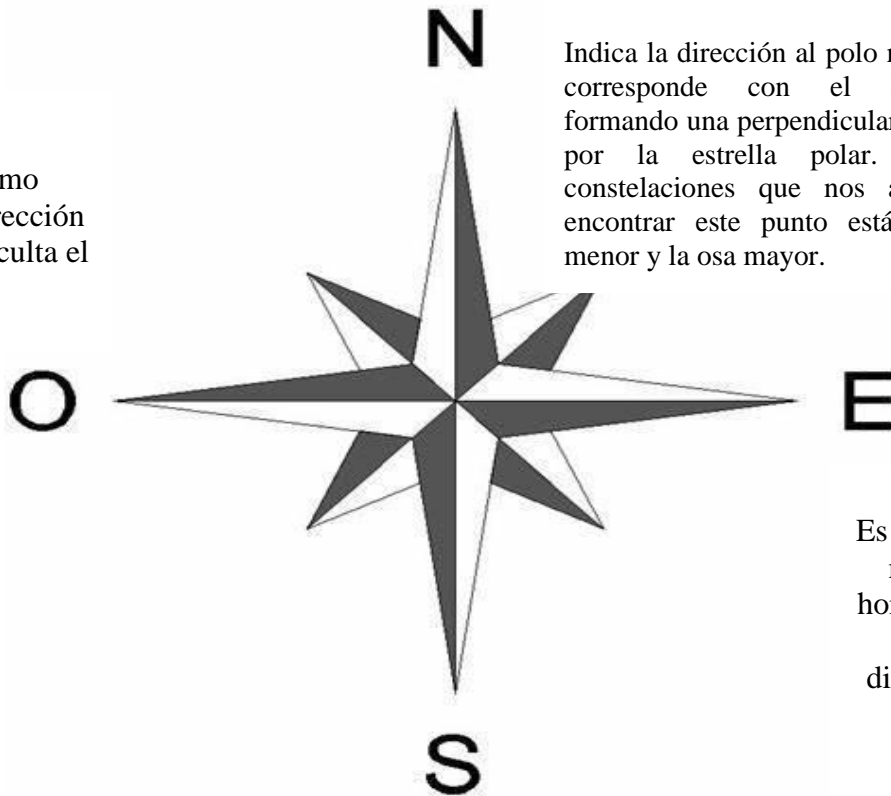
Los puntos cardinales son la base de un sistema de referencia universal utilizado generalmente para la orientación y estos son definidos por la posición del sol respecto a la tierra. Se clasifican en cuatro diferentes direcciones, teniendo en cuenta el movimiento y rotación de la tierra. Se debe tener presente que estos conforman un sistema de referencia para representar la orientación de un mapa o ubicación en la superficie terrestre.

NORTE

Indica la dirección al polo norte, esta corresponde con el horizonte, formando una perpendicular que pasa por la estrella polar. Algunas constelaciones que nos ayudan a encontrar este punto están la osa menor y la osa mayor.

OESTE

Conocido como occidente, en dirección a este punto se oculta el sol

**E****ESTE**

Es la perpendicular a la media que corta al horizonte en los puntos Este y Oeste. En dirección a este punto sale el sol.

S**SUR**

Indica sobre un meridiano, la dirección hacia el polo sur geográficamente. Algunas constelaciones como la cruz del sur nos ayudan a indicar si dirección.

CÍRCULO SOLAR

SALIDA Y PUESTA DEL SOL.

Para la construcción del círculo solar se debe buscar un terreno totalmente plano, en esta ocasión se sugiere utilizar baloncesto, ya que en estos espacios se pueden obtener buenas y largas sombras del gnomon durante el transcurso del día.

4.1. INDICACIONES

- 1 Ubicamos el gnomon de forma perpendicularmente en el terreno en algún lugar en específico, se recomienda el centro de la cancha.
- 2 Se construyen tres círculo concéntricos con centro en el gnomon
- 3 Se toman como referencia tres medidas en la mañana (se marcan con los puntos A1, A2 y A3) y tres medidas opuestas en los círculos concéntricos al os puntos anteriores (se marcan con los puntos B1, B2, B3)
- 4 Posteriormente en el dibujo construimos un segmento de recta que una los puntos A1 y B1 indicados en el primer círculo con el centro y se traza la bisectriz (b), posteriormente se repite el mismo procedimiento con los puntos A2, B2 y A3, B3.
- 5 La recta que comprende la bisectriz es la línea norte-sur, luego haciendo uso de la escuadra rectangular perpendicular a ella se construye la recta oriente-occidente.
- 6 Los puntos norte y sur ubicados en dirección al círculo solar, márcalos y llámalos N y S respectivamente.

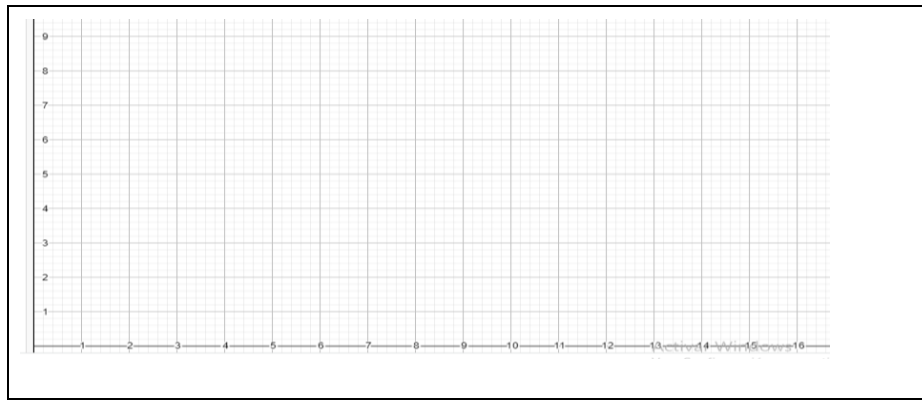
Para discutir:

Indagando acerca de la ubicación de algunos lugares que rodean el círculo solar. Pensemos en los siguientes cuestionamientos:

1. ¿Por qué observamos que se mueve el sol durante el día?

2. ¿Es el sol, él que se mueve?

3. Después de construir la línea norte-sur y oriente-occidente realiza un dibujo donde dé a conocer algunos lugares que se encuentran en dirección a los diferentes puntos cardinales norte, sur, oriente y occidente.



ACTIVIDAD 1

4.2. Descubramos juntos

1. Describe con tus propias palabras la idea de punto:

2. ¿Crees que el círculo solar te permite identificar el movimiento del sol?
¿Cómo?

3. ¿Cómo es el movimiento del sol en un día?

-
-
-
4. ¿Crees que algunos astros como el sol, la luna y las estrellas te permita determinar la duración del día y la noche?

5. ¿Cómo crees que marcando las sombras puedes identificar un punto cardinal?

6. ¿Cómo la construcción de las rectas perpendiculares norte-sur y oriente-occidente en el círculo solar te pueden ayudar a ubicar un planeta o una constelación?
-

5 BUSCANDO EL ESCORPIÓN

Objetivos	Identificar las características del segmento de recta en la construcción de la constelación en el plano cartesiano.
Ejes temáticos	<ul style="list-style-type: none"> - Segmento de recta - Plano cartesiano
Estándar	<ul style="list-style-type: none"> - Realiza construcciones geométricas usando regla y compás
Logros	<ul style="list-style-type: none"> - Identificó características de localización de objetos en sistemas de representación cartesiana. - describo la formación de polígonos en la construcción de una constelación. <li style="padding-left: 40px;">- Represento objetos bidimensionales desde diferentes posiciones y vistas.

Recursos	Geógebra Regla Lápiz
----------	----------------------------

5.1. ¿Qué es una recta?

La recta, Rich (1991), se determina en términos de representación, es decir, una recta se puede representar por medio de un trazo guiado por un instrumento, o como una banda estirada, además como un punto en movimiento que no cambia de dirección, dando argumentos a la representación mediante un gis

Una recta comprende la unión de puntos infinitos que se encuentran en una misma dirección. La longitud de una recta en un plano de dos dimensiones puede infinita, por eso hablamos de un conjunto infinito de puntos.

Godino. (S.F) Se considera que dos puntos determinan una y sólo una línea recta que contiene a dichos puntos.

5.2. ¿Qué es un segmento de recta?

Cuando se da el caso que una recta es acotada por sus dos extremos, da como resultado la formación de un segmento de recta, que es representada por letras. Un segmento de recta también es definido como una recta que inicia y que tiene un final. (Scala Higher Education, s.f.). un segmento de recta tiene una distancia bien definida entre su punto inicial y su punto final.

5.3. ¿Sabes qué es una Constelación?

Las constelaciones pueden ser definidas como cúmulos de estrellas que ocupan un espacio determinado en el firmamento. Se caracterizan porque sus estrellas permanecen

casi estáticas, razón por la cual, el hombre decidió en su imaginario, asociarlas y categorizarlas con elementos que las representan que son: objetos, seres mitológicos o animales (Venero, 2020)

Alfonso et.al. (2009). Afirma que las constelaciones son “cada una de las 88 regiones arbitrarias en las que se divide el firmamento con el fin de clasificar y designar los cuerpos celestes” (p.21)



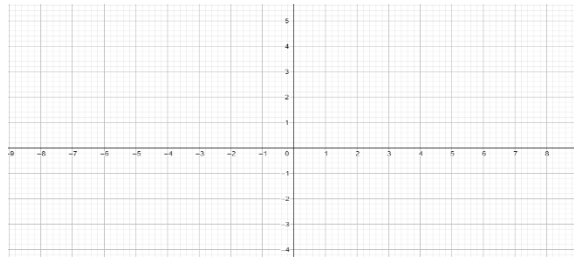
Figura 4. Fotografía de la constelación de escorpión. Tomada por el investigador.

Las constelaciones también se consideran como regiones de referencia que ayudan a los astrónomos para la ubicación y búsqueda de objetos de cielo profundo como nebulosas, cúmulos o sistemas estelares que se encuentran en formación. Por ejemplo, en la constelación de Orión encontramos la nebulosa de Orión, una nebulosa de emisión donde en la actualidad se están formando sistemas estelares, una cuna en el cielo profundo.

5.4. Actividad 2

En el siguiente plano cartesiano dibuja descubre la constelación a continuación descrita por las siguientes indicaciones:

Nota: puedes realizar la actividad en el programa Geogebra con la ayuda de tu docente.



5.5. INDICACIONES

1. Empezaremos por ubicarnos en el punto (6,6), márcalo con la letra A, suponemos que acá está ubicada nuestra estrella dschuba, posteriormente en el punto B: (7,5) que nos indicara la estrella pi scorpi. Acá construimos nuestro primer segmento de recta entre los puntos A y B.
2. En seguida ubicamos el punto C: (5,7), acá encontramos la estrella Acrab. El segundo segmento se construye uniendo los puntos A y C.
3. Posteriormente ubicamos el punto D: (5,5) que nos indica la estrella Alniyat, y enseguida construimos el segmento comprendido entre el punto D y el punto A.
4. En el punto E: (4,4) nos indicara la estrella Antares, una gigante roja. En esta ocasión construiremos el siguiente segmento que comprende el punto E y D.
5. El punto F:(3,3) nos indica la estrella tau scorpi, posteriormente construimos el segmento de recta comprendido entre el punto F y E.
6. El punto G:(2,0) indica la estrella épsilon scorpi, el siguiente segmento de recta se construirá entre el punto G y el punto F.
7. La siguiente estrella Mu Scorpi tiene como coordenadas H:(2,-2), construimos el siguiente segmento comprendido entre H y G.
8. El punto I: (2,-3) nos indica la estrella zeta scorpi. El siguiente segmento de recta se construye entre el punto I y el punto H.
9. Entre tanto el punto J: (0,-4) nos indica la estrella eta scorpi. Con el punto J construiremos el siguiente segmento de recta con el punto I.
10. El siguiente punto lo llamaremos K: (-2,-3), este indicara la estrella sargas. El siguiente segmento se construye uniendo los puntos K y J.
11. El punto M: (-2,-2) nos indica la estrella lota scorpi. El siguiente segmento de recta se construye uniendo los puntos M y K.
12. El punto N: (-2,-2) y denota la estrella Shaula El penúltimo segmento de recta está comprendido entre el punto N y M.
13. Finalmente el punto P: (-3,-2) nos indica la estrella G scorpi. El último segmento de recta se construye entre el punto P y N.

Sabías que la constelación del escorpión comprende una de las regiones más hermosas del cielo nocturno, además de ser una de las constelaciones más grandes de la bóveda celeste.

En dirección a esta constelación encontramos cúmulos globulares como M8 o Messier 4, un cúmulo globular a una distancia de 7200 años-luz. También en esta región del cielo nocturno se encuentran los cúmulos M6, M80, M7 entre otros más atractivos. En la zona del agujón de la constelación y en dirección a esta zona encontramos el núcleo galáctico de nuestra galaxia.

5.6. Descubramos juntos

Dialoga con tus compañeros y piensa en las siguientes preguntas:

1. De la anterior actividad cual de la siguiente terna de puntos son colineales:

A.	B.	C.	D.
----	----	----	----

2. Un segmento está comprendido por:
 - A. Un conjunto Indefinidos puntos
 - B. Un conjunto definido de puntos
 - C. No tiene puntos

3. Una constelación es la representación visual de una imagen que relaciona a un dios o un animal, estas representaciones cambian según cada cultura. Las constelaciones se pueden formar por:
 - A. Un número indeterminado de rectas
 - B. Un número determinado de rectas
 - C. Un número determinado de segmentos de recta
 - D. Un número indeterminado de segmentos de recta

4. La distancia entre dos puntos A y B definen en un segmento de recta:
 - A. Su tamaño B. El área C: Su posición D. ninguna de las anteriores.

5. Las constelaciones vistas desde el aspecto geométrico son:
 - A. Construcciones de curvas
 - B. Construcciones de cuadrados
 - C. Representaciones mentales construidas por segmentos de recta
 - D. Ninguna de las anteriores.
6. **SESION 3. ¿NOS MOVEMOS?**

Objetivos	Identificar las características de las rectas paralelas y perpendiculares mediante el uso del Geogebra.
Ejes temáticos	<ul style="list-style-type: none"> - Rectas paralelas - Rectas perpendiculares - Rectas secantes
Estándar	<ul style="list-style-type: none"> - Realiza construcciones geométricas usando regla y compás - Realiza construcciones mediante el uso de software (Geogebra)
Logros	<ul style="list-style-type: none"> - Identificó características de localización de objetos en sistemas de representación cartesiana. - describo la formación de polígonos en la construcción de un polígono en el círculo solar. - - Represento objetos bidimensionales desde diferentes posiciones y vistas.
Recursos	<p>Geógebra Regla Lápiz Diario</p>

6.1. ¿Cuándo dos o más rectas son paralelas?

Dos rectas son paralelas si al trazar dos perpendiculares a una de las rectas por cualquier par de puntos, la distancia entre las intersecciones de las rectas es siempre la

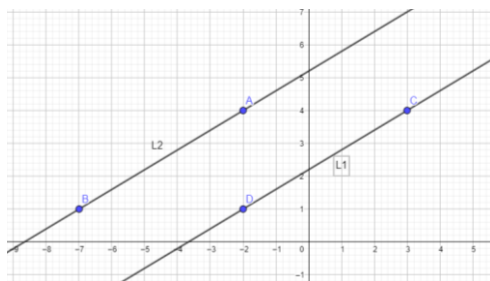
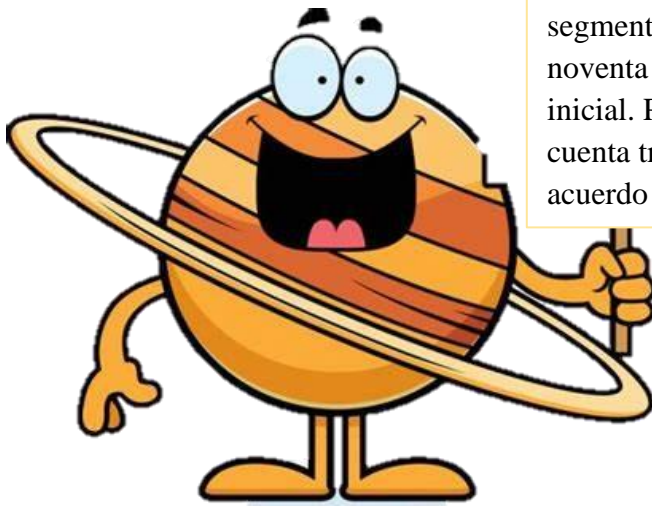


Figura construida por el investigador mediante el software GeoGebra.

La imagen anterior ilustra a las rectas paralelas L1 y L2, las cuales se pueden considerar paralelas teniendo en cuenta que la distancia ente los puntos A y D es la misma de los puntos A y D, en términos geométricos significa que las rectas L1 y L2 tienen la misma pendiente.

6.2. ¿Cuándo dos o más rectas son perpendiculares?



Una perpendicular a una recta o un segmento es una recta que forma ángulos de noventa grados con el segmento o la recta inicial. Para esta construcción se tuvieron en cuenta tres tipos de 49 perpendiculares de acuerdo con la variedad de sus construcciones.

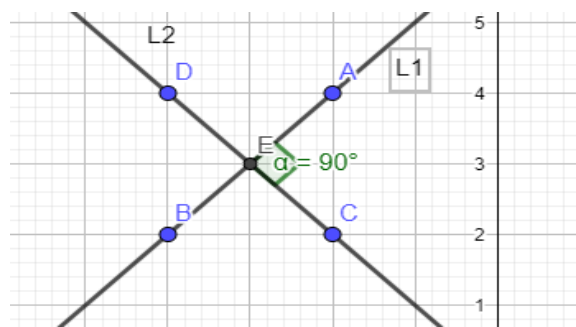


Figura construida por el investigador mediante el software GeoGebra.

En la anterior imagen ilustra en un plano de dos dimensiones a las rectas L1 y L2, las cuales se consideran perpendiculares. En el punto E, las rectas comparten un único punto en común, en el cual se forma un ángulo de 90 grados o un ángulo recto

6.3. ¿Cuándo dos rectas sean secantes?

- Las rectas secantes son aquellas que cortan otra recta o una curva, es decir que dos rectas son secantes cuando disponen de un punto en común y en esta se cruzan, como lo ves en la figura.

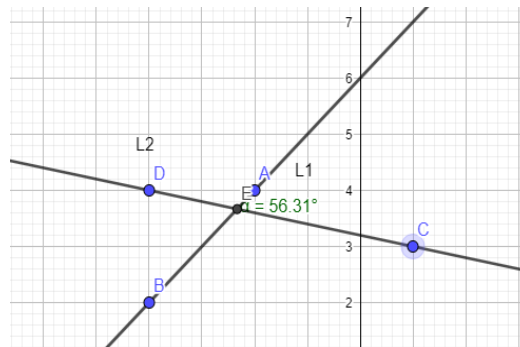


Figura construida por el investigador mediante el software GeoGebra.

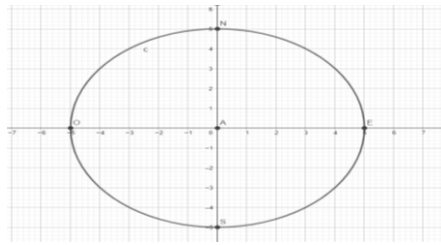
En la imagen las rectas L1 y L2 se consideran secantes, a diferencia de las rectas perpendiculares, estas rectas en el punto E forman un ángulo diferente a 90 grados, esto significa que la medida de este ángulo debe ser diferente de cero.

Actividad 3

6.4 INDICACIONES:

Teniendo en cuenta el esquema del círculo solar que se construyó en la cancha de baloncesto, construimos el siguiente diagrama mediante software Geogebra:

- El punto norte lo vamos a ubicar en el punto (0,5), lo denotaremos con la letra N.
- Posteriormente el punto E nos indicará el este, punto de salida del sol todas las mañanas, este punto estará en la coordenada (5,0).
- El punto que nos indica el sur lo denotaremos con la letra S, su coordenada es (0,-5).
- El punto que nos indica el oeste lo denotaremos por la letra O, su coordenada es (-5,0), recordemos que por este punto se nos oculta el sol en su movimiento aparente todas las tardes.
- Posteriormente construimos las rectas que pasan por el punto N y por el punto E, a esta recta la llamaremos L1.
- La recta L2 pasa por los puntos S y O.
- La recta L3, pasara por los puntos E y S.
- La recta L4, pasa por los puntos O y N
- La recta L5 une la línea imaginaria entre el norte (N) y el sur (S).
- Por tanto, la recta que imaginariamente une el este con el oeste la llamaremos L6.



1. La figura inscrita en el círculo solar que se forma es:

2. Las rectas L1 y L2 son:

- a. Paralelas
- b. Secantes
- c. Perpendiculares
- d. Ninguna de las anteriores

Explica tu Razonamiento:

3. Las rectas L1 y L3 son:

- a. Paralelas
- b. Secantes
- c. Perpendiculares
- d. Ninguna de las anteriores

Explica tu razonamiento:

4. Se considera un ejemplo de rectas secantes:

- a. L1 y L6
- b. L1 y L2
- c. L1 y L3
- d. L1 y L4.

Explica tu razonamiento: _____

8. SECCIÓN 4:

¿DÓNDE PUEDO ENCONTRAR UN PLANETA?

Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> - Reconocer la ubicación de un planeta del sistema solar mediante la identificación de la línea eclíptica - Reflexionar sobre el movimiento de la tierra y su relación con los demás planetas del sistema solar. - Reconocer el movimiento de los planetas mediante el programa Scope y stellarium.
Ejes temáticos	<ul style="list-style-type: none"> - Plano - plano formado por la eclíptica (sistema sol-tierra -planeta)
Estándar	<ul style="list-style-type: none"> - Conoce los elementos de un plano y los relaciona para encontrar el tránsito de un planeta.
Logros	<ul style="list-style-type: none"> - Relaciono la diferencia entre dos rectas perpendiculares usando como medida los puntos cardinales. - Identifico el posible tránsito de un planeta reconociendo la línea eclíptica a través de los puntos cardinales este-oeste
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> - Cámara y registro fotográfico de fenómenos Astronómicos. - Lápiz - Cartulina - Programa Stellarium y scope - Diario de campo

8.1. ¿Qué es un plano?

Dentro de la geometría, un plano posee dos dimensiones y este contiene infinitos puntos y rectas. Según Godino, confirma que Tres puntos no colineales puede que determinen un plano, figura geométrica que suele ser evocada por una hoja de papel apoyada sobre una mesa, la propia superficie de una mesa, la pizarra.

Un punto y una recta que no estén alineados, también pueden formar un plano, por ejemplo, el plano que forman el sistema sol-tierra planeta se conoce como el plano de la eclíptica, y este determina la forma de nuestro sistema solar, así como dos rectas paralelas también forman un plano.

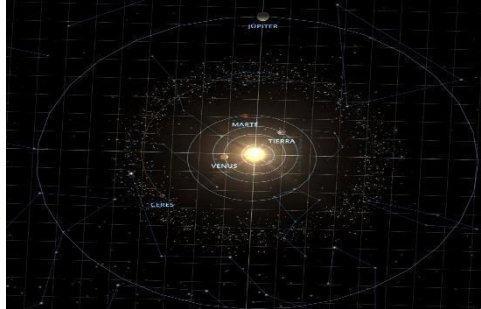


Figura tomada del programa SCOPE

8.2. ¿Cuáles son los elementos de un plano?

Se dice en geometría que un plano está compuesto por puntos, rectas, semirrectas y segmentos de recta. Por tanto, es suficiente con que para formar un plano mínimo hallan tres puntos o se corten dos rectas, como se indica en la siguiente imagen. Recordamos que cuando dos rectas son paralelas entre sí, estas pueden formar un plano, como también un punto y una recta que no sean colineales, en el caso más habitual tres puntos que no sean colineales también forman un plano.

8.3. ¿Qué significa que dos o tres puntos sean coplanares?

Dos puntos siempre serán coplanares, ya que forman una línea recta y por esta pueden pasar infinitos planos

Tres puntos son coplanares, ya que estos definen un único plano, esto quiere decir que tres puntos siempre serán coplanares al plano que ellos determinan.

En otro caso, cuando existen 4 o más de 5 puntos dentro de un plano, las condiciones cambian, puede que este sí sean coplanares como puede que no. Miremos el ejemplo anterior, pero agreguemos más puntos; A, B, C y D son puntos coplanares al plano, pero E, F y G no son coplanares, aunque estos sí son coplanares, respecto a los otros puntos, pero sí al plano que ellos conforman entre sí.

8.4. ¿Cuándo dos o más rectas son coplanares?

Se dice en geometría que dos o más rectas son coplanarias cuando estas hacen parte del mismo plano, por ejemplo, dos rectas paralelas son coplanares, pues entre ellas se forma un plano que las contiene.

Tres puntos no colineales forman un plano, si existen tres o más rectas que contengan estos puntos, entonces se dice que estas rectas también son coplanarias. Dos rectas contenidas en el plano que no tienen ningún punto en común se dice que son paralelas. Si tienen un punto en común se dice que son concurrentes. Una recta que corta a otras dos se dice que es una transversal.

8.5. LA ECLÍPTICA

Para la asociación astronómica española, la línea eclíptica comprende el camino aparente que realiza el sol durante el día, es el mismo camino que sigue un planeta, y también la luna. El camino aparente de los planetas también nos indica el movimiento de nuestro planeta como se puede observar en las siguientes imágenes:



Fotografía de larga exposición que indica la alineación de los planetas júpiter, Venus, marte y Saturno, formando así la línea aparente eclíptica.

En ocasiones debido al movimiento de los astros alrededor del sol el plano de la eclíptica se puede observar de manera imaginaria cuando suceden algunos eventos, en la siguiente imagen se ilustra un fenómeno llamado ocultación, en este caso de forma aparente en una sola imagen se puede ver el tránsito del planeta marte marcado en una ocultación por la luna, el sistema marte-luna y tierra forman también el plano de la eclíptica.



El fenómeno de la ocultación de marte por la luna, cuando sucede este fenómeno la tierra, la luna y marte aparecerán alineados aparentemente, formando así el plano de la eclíptica. Fuente: Cyntia Olivera

8.6. FENÓMENO DE LA CONJUNCIÓN

La conjunción planetaria es un fenómeno que sucede cuando dos astros o más se observan de forma aparente en una región específica de la bóveda celeste. En las conjunciones se pueden observar planetas, algunos cúmulos, la luna y el sol.



Figura de la conjunción entre Júpiter y Saturno. Fotografía tomada el 16 de diciembre de 2020 por el investigador.

El 16 de diciembre del año 2020 se presentó uno de los espectáculos más recordados en el ámbito de la astronomía, en esta ocasión se observó el fenómeno conocido como la estrella de Navidad, un súper gigante lucero que se observó en la tarde del 16 de diciembre, en realidad este fenómeno obedeció a la conjunción entre los planetas Júpiter y Saturno, una alineación con nuestro planeta que aparentemente hacía observar con mayor intensidad el lucero como si fuera una súper estrella. Este fenómeno de la conjunción entre Júpiter y Saturno sucede aproximadamente cada 20 años.



Conjunción entre la luna roja (eclipse lunar) y el cumulo de las Pléyades. fotografía tomada por el investigador

El pasado 19 de noviembre de 2021, hacia la madrugada ocurrió un eclipse total de luna, en esta ocasión la luna roja, roja por la sombra proyectada de la tierra hacia esta, estuvo visible una conjunción bastante extraña. El cumulo de las pléyades apareció al lado de la luna, dando así a una de las más espectaculares conjunciones astronómicas observadas en los últimos tiempos.

ACTIVIDAD 4

8.7. Indicaciones

Nota: En grupos de cuatro personas realiza la actividad siguiente:

- Con la ayuda del docente ubícate en el centro del aula interactiva-planetario, posteriormente con la ayuda de la aplicación Stellarium ubica los puntos norte, sur, oriente y occidente. Una vez dimensionadas las direcciones cardinales ¿Que constelaciones encuentras en el norte? ¿en el oriente? ¿en el sur ¿y ¿en el oriente?

Represente la anterior experiencia mediante un dibujo.

- Ahora bien, suponga que en el centro del aula interactiva se encuentra nuestro sol, este lo vamos a representar mediante una pequeña bola de color amarillo.

Colocaremos en algunas posiciones de la línea representada por la eclíptica algunos planetas, y la luna y el sol.

- **Debate en grupo**

- ¿Qué objetos del sistema solar observaste?

- ¿Qué objetos de la bóveda celeste están en conjunción?

- ¿Nombre tres objetos que puedan conformar el plano del sistema solar?

- ¿Describe con tus propias palabras el fenómeno de la conjunción? ¿cuándo ocurre?

9. SECCIÓN 5. ¿Cuándo hay una oposición?

Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> - Reconocer cuando dos o más puntos son colineales - identificar cuando se presenta el fenómeno de la oposición entre dos a mas astros en la bóveda celeste.
Ejes temáticos	<ul style="list-style-type: none"> - Puntos colineales. - Sistema sol-tierra- planeta - Fenómeno de la oposición - Noción de espacio

Estándar	<ul style="list-style-type: none"> - Usa representaciones bidimensionales para determinar cuándo dos puntos son colineales para interpretar el fenómeno de la oposición. - Comprende las nociones de espacio mediante la exploración de constelaciones en 3D.
Logros	<ul style="list-style-type: none"> - Identifico cuando tres o más puntos están alineados - Relaciono las diferencias entre una oposición interna y una oposición externa con objetos del sistema solar. - Represento mediante esquemas los fenómenos de la oposición
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> - Software (scope) - Stellarium - Planetario-Aula interactiva. - Diario de campo

Introducción

9.1. ¿Qué es el espacio?

El espacio se puede definir como el conjunto de todos los elementos anteriormente vistos, es decir que este contiene puntos, rectas, semirrectas, y todos los planos posibles. Se puede decir que en el espacio se forma todas las formas y figuras que se pueden observar, desde una recta, un triángulo, una estatua, un planeta o un sistema solar o también nuestro sistema galáctico y todo lo que forma el cosmos.

La siguiente fotografía ilustra una imagen de cielo profundo, en dirección a las regiones de la constelación del escorpión y sagitario se encuentra el núcleo galáctico de nuestra galaxia, a unos 25000 años –luz aproximadamente.



Figura del Núcleo Galáctico. Fotografía tomada por el investigador.

9.2. ¿Qué elementos comprenden el espacio?

Generalmente el espacio lo comprenden todas las formas y figuras, ya que estas se pueden nombrar, medir, se puede decir su representación o su construcción.

También es importante en la comprensión de espacio las relaciones geométricas, ya que es importante reconocer las cualidades y las formas, es decir las propiedades que gobiernan las figuras geométricas., por ejemplo, las propiedades que gobiernan una elipse, una parábola, una circunferencia o una esfera.

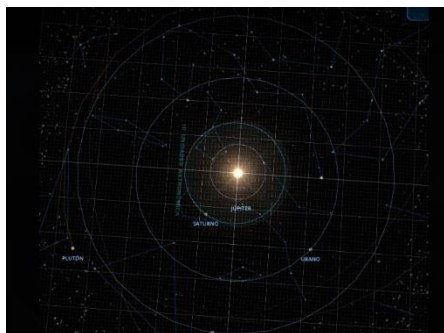


Figura de los planetas tomada del programa SCOPE

Otra particularidad a tener en cuenta en los elementos del espacio tiene que ver con la ubicación y el movimiento de las formas geométricas, ya que en relación a la ubicación y

el movimiento se produce algo llamado geometría dinámica. Por ejemplo, las coordenadas del barrio, la ubicación del colegio, el tránsito de la tierra alrededor del sol.

9.3. Fenómeno de la oposición externa

La oposición planetaria externa es un fenómeno sucede cuando un planeta exterior se encuentra en su distancia más lejana del sol, y la tierra se encuentra alineada entre el sol y dicho planeta. En nuestro caso se pueden observar oposiciones externas de marte, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno. Cuando un planeta se encuentra en oposición este alcanza su máximo brillo en la bóveda celeste. También el fenómeno de la oposición se presenta cada 28 días cuando nuestro satélite natural se encuentra en luna llena.



Figura de la Oposición del planeta Marte en julio de 2020. Fotografía tomada por el investigador.

Cuando el planeta marte se encuentra en oposición, significa que se encuentra alineado con el sol y la tierra, es en este momento en que alcanza su distancia más cerca a nuestro planeta, por tanto, su aspecto de brillo alcanza su punto máximo.

Dato curioso: el próximo 08 de diciembre de 2022 ocurrirá la oposición de marte respecto a nuestro planeta y el sol, en esta ocasión y en un espacio muy reducido en la misma región del cielo estará la luna llena, esto significa que el sol, la luna y el planeta marte estarán en total alineación, formando una recta entre ellos, como lo muestra la imagen anterior.



Figura tomada de la oposición lunar. Luna llena. Fotografía tomada en enero de 2022 por el investigador.

9.4. Oposición interior

La oposición interior ocurre cuando los planetas interiores venus y mercurio se encuentran alineados entre el sol y la tierra, este fenómeno también se conoce como el tránsito de mercurio o el tránsito de venus, y ocurre exactamente cuando uno de los planetas pasa visualmente exactamente delante del sol. El tránsito de la luna produce un eclipse solar.



Figura del tránsito de venus fue una oposición interna producida por el planeta venus. Fotografía tomada por Martin Arias en 2013



Figura del Eclipse solar. Fotografía tomada por Martin Arias.

El tránsito de la luna ocurrido por la oposición interna de esta respecto a la tierra puede llegar a producir un eclipse solar. Cabe resaltar que estos se producen cuando el plano lunar esta sincronizado con el plano solar, estos puntos donde se produce un eclipse se llaman nodos lunares.

Actividad 5

Haciendo uso del programa Scope identifica:

Orión y géminis en 3D. con la ayuda del docente realiza un recorrido en aula interactiva a las constelaciones de orión y géminis en 3D, escucha atentamente cual fue el procedimiento para realizar su construcción y luego responde:

1. Enuncie una oposición de dos planetas respecto al sistema sol-tierra. Representalos mediante un diagrama. Tome el sol como un punto de referencia que se encuentra en el centro del plano del sistema solar.
2. Con la ayuda del software Stellarium identifica tres objetos del cielo celeste que se encuentren en oposición externa Realiza un esquema. También se puede usar el software scope. Si no tienes a la mano los anteriores programas usa como referencia la representación propuesta en el aula interactiva.

En síntesis:

1. Con la ayuda del programa geogebra, realiza una representación gráfica del sistema solar e idéntica los siguientes fenómenos:
 - a. Oposición respecto al sistema marte-tierra - sol
 - b. Oposición respecto al sistema sol- tierra - júpiter
2. ¿Existen objetos que no están en el plano del sistema solar?

3. ¿crees que existen más sistemas solares como el nuestro?

4. El espacio interestelar por el cual está formada nuestra galaxia, la vía láctea, está formada por:
 - a. Rectas
 - b. Puntos y curvas
 - c. Estrellas y planetas
 - d. Todas las cosas

5. De esta manera concebimos el espacio como el conjunto de todas las cosas, para dar la forma a todas las cosas es necesario:
 - a. Una dimensión
 - b. Dos dimensiones
 - c. Tres dimensiones
 - d. Ninguna dimensión