

UN ACERCAMIENTO AL MOVIMIENTO PLANETARIO EN LA ESCUELA,
EL CASO DEL SEMILLERO “ASTROBOSANOVA”, DEL
COLEGIO BOSANOVA I.E.D

CARLOS ALBERTO POLANCO AUDOR



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
BOGOTÁ D.C

2023

UN ACERCAMIENTO AL MOVIMIENTO PLANETARIO EN LA ESCUELA,
EL CASO DEL SEMILLERO “ASTROBOSANOVA”, DEL
COLEGIO BOSANOVA I.E.D

CARLOS ALBERTO POLANCO AUDOR

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE LICENCIADO EN FÍSICA

LINEA DE PROFUNDIZACIÓN
ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS DESDE UNA PERSPECTIVA CULTURAL

ASESOR

FRANCISCO JAVIER OROZCO GONZÁLEZ

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
BOGOTÁ D.C

2023

Dedicatoria

*En primera instancia quiero darle las gracias a Dios,
por permitirme finalizar este proceso de formación
y poder lograr este sueño de ser un gran Maestro.*

*A mis padres, Luis Polanco y Carmen Audor, por estar en cada
instante de este proceso, brindándose su ayuda, fortalece y
permanencia, gracias por todo su cariño y amor brindado,
siempre estaré ahí con ustedes para lo que necesiten, ellos también
son parte de este gran logro.*

Agradecimientos

A Dios, en primer lugar, por permitirme culminar mi carrera profesional y darme sabiduría.

A mi madre, Carmen Audor, por estar conmigo en todo momento, por sus oraciones, esfuerzo y apoyo, por todo su amor y cariño brindado, siempre me ha enseñado a alcanzar mis metas.

A mi padre, Luis Polanco, porque que ha estado conmigo y siempre se ha esforzado por darme lo mejor, por enseñarme a ser trabajador, responsable y ganarme mis cosas,

A mi hermano, Harold Polanco, por ser un gran referente académico, enseñándome que todos los sueños se logran con esfuerzo, dedicación y constancia.

A mi hermano, Edward Polanco y su esposa Oneidy Perea, por ser un referente en mi vida y enseñarme que los sueños y las metas si se cumplen, con mucho esfuerzo.

A mis sobrinos, Edward Santiago Polanco, Luis Edward Polanco, María del Carmen Polanco y David Polanco, por todo su cariño.

Al profesor Francisco Javier Orozco González, por ser partícipe en la construcción de este trabajo de investigación, por ser un gran referente como maestro, muchas gracias por su paciencia, permanencia y persistencia. A Juan Pablo Uchima por ser un gran colaborador y dar aportes relevantes para este trabajo de investigación.

A los profesores, Luis Cruz, Claudia Serna y Alejandra Oliveros, por confiar en mí y permitir la implementación de este trabajo de investigación

A la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, por darme la oportunidad de formarme como profesional, enseñarme el amor por las ciencias y en especial la Física.

A mis compañeros de universidad, por todo el tiempo compartido, en cada clase, examen, trabajo y salida de campo, se logró esta meta que todos anhelamos, muchas gracias por todo.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO I CONTEXTO PROBLEMÁTICO	11
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.2. OBJETIVO GENERAL	13
1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
1.4. JUSTIFICACIÓN	14
1.5. ANTECEDENTES	15
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	17
2.1. Marco Disciplinar	17
2.1.1. Sobre los modelos cosmológicos	17
2.1.2. Modelos de Claudio Ptolomeo.	18
2.1.2.2. Modelo de Nicolas Copérnico	20
2.1.2.3. Modelo de Tycho Brahe.....	22
2.1.3. Leyes de Kepler	24
2.1.3.1. La astronomía de posición un acercamiento a la bóveda celeste	28
2.1.3.2. Coordenadas Azimutales	30
2.1.3.2. Coordenadas Ecuatoriales Absolutas: Declinación y Ascensión Recta	30
CAPITULO III MARCO PEDAGÓGICO	33
3.1. Desarrollo del aprendizaje significativo	33
3.1.1. Enseñanza de la astronomía en las instituciones educativas	35
3.2. Didáctica de la astronomía	37
3.3. Unidad didáctica	41
3.4. ¿Por qué utilizar el software Stellarium como herramienta para la enseñanza de la astronomía en el aula?	42

3.5 La importancia de los modelos en la enseñanza de la astronomía en las instituciones educativas	43
3.6 Metodología	45
3.1.2. Fases de la investigación.....	36
CAPITULO IV PROPUESTA DE AULA	48
4. Descripción de la población	49
4.1 Implementación y análisis.....	49
4.3 FASE 1 – Conceptos previos	49
FASE 2 – Historia de los modelos y las conjunciones, y la construcción de un modelo para explicar la 2 ley de la mecánica celeste de Johannes Kepler	56
FASE 3 – Un acercamiento al cielo con Stellarium	63
FASE 4 – Observación.....	67
4.Apuesta didáctica y pedagógica para fortalecer la enseñanza de la astronomía y de especial del movimiento planetario.....	69
4.2. Aspectos pedagógicos	69
Aspectos didácticos	69
5. Conclusiones	70
5.1 BIBLIOGRAFÍA	72
6.ANEXOS	76
6. Cálculos sobre las Leyes de Johannes Kepler	76
6.1 Primera ley de Johannes Kepler	81
6.1.2 Segunda de Johannes Kepler	82
6.1.2.1. Áreas en relación con el tiempo: Ley del paralelogramo	82
6.1.2.3 Área – Ángulo	84
6.1.3. Tercera ley de Johannes Kepler	86

6.2 Relación entre las conjunciones inferiores y los eclipses de sol	86
6.2.1 Porque las conjunciones exteriores y los eclipses de la luna no tienen relación	87
6.4 Eclíptica	88
6. 5 Efemérides de conjunciones planetarias para el 2023	89
6.6 Unidad didáctica “Un Acercamiento al Movimiento Planetario y las Conjunciones”	91

LISTA DE IMÁGENES

Ilustración 1. Modelo Geocéntrico propuesto por Tolomeo.	19
Ilustración 2. Modelo Geocéntrico propuesto por Tolomeo, Bohórquez y Orozco, (2012).	
Ilustración 3. Modelo Heliocéntrico de Copérnico.	21
Ilustración 4. Modelo geo-heliocéntrico propuesto por Brahe.	23
Ilustración 5. Leyes de la mecánica celeste propuesto por Kepler.	25
Ilustración 6. Cenit y Nadir.	29
Ilustración 7. Coordenadas Azimutales.....	32
Ilustración 8. Coordenadas Ecuatoriales.	32
Ilustración 9. Mapa conceptual sobre la didáctica de la astronomía., Camino (2011)....	40
Ilustración 10. Software Stellarium, Gates (2009).	43
Ilustración 11. Como trazar la órbita de una elipse	60
Ilustración 12. Eclipse, Barbosa (2001).	76
Ilustración 13. Relación entre coordenadas polares y cartesianas, Barbosa (2001)	79
Ilustración 14. Segunda Ley de Kepler, Barbosa (2001)	82
Ilustración 15. Área en función del Tiempo, Barbosa (2001)	82
Ilustración 16. Área en función del Ángulo, Barbosa (2001)	84
Ilustración 17. Representación del eclipse Solar	87
Ilustración 18. Representación del eclipse Lunar.	88
Ilustración 19. Eclíptica del Sol	89

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Respuestas de los conocimientos previos de los estudiantes.	49
Tabla 2. Respuestas de los conocimientos previos de los estudiantes.	49
Tabla 3. Respuestas de los conocimientos previos de los estudiantes.	51
Tabla 4. Respuestas de los conocimientos previos de los estudiantes.	51
Tabla 5. Respuestas de los conocimientos previos de los estudiantes.	53
Tabla 6. Dibujos de los estudiantes sobre el movimiento planetario en el sistema solar.	53
Tabla 7. Dibujos de los estudiantes sobre el movimiento planetario en el sistema solar.	54
Tabla 8. Respuestas de los conocimientos previos de los estudiantes.	54
Tabla 9. Respuestas de los conocimientos previos de los estudiantes.	55
Tabla 10. Respuestas de los conocimientos previos de los estudiantes.	55
Tabla 11. Contextualización histórica de los modelos planetarios, las conjunciones y manejo de Stellarium con los estudiantes.	57
Tabla 12. Unidad didáctica propuesta.....	59
Tabla 13. Planetas creados	60
Tabla 14. Construcción del sistema solar a partir de las Leyes de Kepler.	61
Tabla 15. Demostración con los estudiantes sobre de la 2 ley de Kepler	62
Tabla 16. Software Stellarium con los estudiantes.	63
Tabla 17. Unidad didáctica propuesta.....	65
Tabla 18. Orbitas con Stellarium	65
Tabla 19. Unidad didáctica propuesta.....	66
Tabla 20. Unidad didáctica propuesta.....	67
Tabla 21. Observación con los estudiantes.	68
Tabla 22. Efemérides de conjunciones planetarias para el 2023, proporcionadas por Stellarium para un observador desde Bogotá, Colombia.	91

INTRODUCCIÓN

Este trabajo de grado de investigación surge de intereses y reflexiones generadas en la profundización de la Enseñanza de las Ciencias desde una Perspectiva Cultural, del programa de Lic. Física de la Universidad Pedagógica Nacional, donde aparece una preocupación en la enseñanza de la astronomía en la escuela. Donde uno de los problemas que se evidencia es la escasa formación en fenómenos astronómicos que se aborda en las escuelas.

En este orden de ideas, se considera realizar un estudio teórico, y pedagógico, donde se aborden elementos de la didáctica de la astronomía, que permitan acercarse a la enseñanza-aprendizaje del movimiento planetario y las conjunciones, con estudiantes de primaria y secundaria del semillero de astronomía del colegio Bosanova I.E.D, para ello el presente trabajo se desarrolla en cuatro capítulos. En el primer capítulo se plantea la descripción del problema a investigar, el cual ilustra la problemática de como promover la enseñanza de la astronomía en la escuela, en este orden de ideas se plantea la pregunta problema de investigación, los objetivos y la justificación. Además, hay antecedentes relevantes en la investigación, ya que fueron las bases para establecer un campo de acción para la enseñanza de la astronomía.

En el segundo capítulo, denominado Marco Teórico, se presenta un estudio de los alcances obtenidos por el autor, basándose de un marco de orden disciplinar y pedagógico que sustentan el trabajo de investigación. Se hace un estudio historiográfico de los modelos clásicos surgidos para explicar el movimiento planetario, donde se profundizo desde los pensamientos de los griegos hasta las leyes establecidas por Johannes Kepler, sobre la relación de las conjunciones planetarias y la astronomía de posición. A nivel pedagógico, se centra en el estudio de como los estudiantes pueden desarrollar un aprendizaje potencialmente significativo, desde los planteamientos de David. P. Ausubel, de la misma manera, se explica la enseñanza y didáctica de la astronomía, así mismo como se denomina una unidad didáctica y finalmente la importancia de los modelos en la enseñanza de la astronomía.

En el desarrollo del tercer capítulo, se denomina como el Marco Metodológico, donde se describe teóricamente una investigación cualitativa, en consecuencia, las fases que se llevaron a cabo para realizar la investigación. Adicionalmente se muestran algunos elementos hallados de la implementación y sistematización en la unidad didáctica

Finalmente, en el capítulo cuatro, se muestra la población con la cual se llevó a cabo la investigación ilustra el diseño de la unidad didácticas propuesta por el autor, para los estudiantes del semillero, con el fin de crear un material didáctico para fortalecer los procesos cognitivos para la enseñanza - aprendizaje de la astronomía en la escuela.

CAPÍTULO I CONTEXTO PROBLEMÁTICO

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La problemática del trabajo de investigación surge a partir de las practicas pedagógicas desarrolladas en el ciclo de profundización de la licenciatura en Física, llevadas a cabo en el instituto Integrado de Soacha en el año 2021, luego en el Colegio Nacional Nicolas Esguerra en el año 2022 y finalmente en el Colegio Bosanova I. E. D. A lo largo de este tiempo se logró evidenciar, que los estudiantes sin importar la institución hacen preguntas sobre el firmamento, tales cómo, ¿qué tan lejos están las estrellas? ¿cómo saber que lo que veo es una estrella o un planeta? ¿qué tan grande es el sistema solar? entre otras, Esto se convierte en un objeto de estudio para mí, ya que veo el interés de algunos estudiantes por la astronomía, pero ese interés se ve truncado por la falta de espacios para abordar temáticas relacionadas con el firmamento y por la falta de didáctico que aporte a los maestros y estudiantes en la comprensión de este tipo de fenómenos naturales en las instituciones educativas.

Atendiendo a esta preocupación que surge de mi práctica, es así como a lo largo de este trabajo de investigación surgen cuatro factores fundamentales para el desarrollo de este mismo. En primero es reestablecer el vínculo de los estudiantes con el cielo y lograr un acercamiento con los fenómenos astronómicos, en segundo con ayuda de los cosmológicos dar la iniciativa

del estudio del movimiento planetario cuáles son sus implicaciones en la enseñanza y aprendizaje, en tercero reconocer que en los “Derechos

Básicos de Aprendizaje” (MEN,2006), para el estudio específico de la astronomía en las instituciones educativas del país las temáticas son bastante reducidas y es evidente que dentro de las instituciones no se brindan espacios significativos para que los estudiantes aborden temas relacionados, ya que en el sistema educativo las mallas curriculares de ciencias naturales, no dan relevancia a el estudio de fenómenos astronómicos, además de no establecerse como una asignatura y finalmente el cuarto, es que por medio de las T.I.C (Tecnologías de la Información y la Comunicación), poder lograr suministrar herramientas a los docentes para la enseñanza de la astronomía en las instituciones educativas, ya que, permite a los docentes poder suministrar a los estudiantes una imagen clara de los fenómenos de su entorno.

Debido a la observación y el estudio de los cuerpos celestes ha estado presente desde la antigüedad, el movimiento de los planetas, visto desde nuestra posición como observadores desde la Tierra ha permitido generar gran admiración y grandes preguntas como ¿Por qué en ocasiones parece que los planetas retornan en su movimiento? O ¿qué ocasiona que en algunos momentos veamos dos planetas muy cerca entre sí? Este tipo de eventos astronómicos han generado parte de la curiosidad del hombre por conocer el universo. (Culma & Medina, 2016). Así, el hombre a partir de la observación a ojo desnudo tiene conexiones con fenómenos astronómicos. Hay situaciones en las que estamos inmersos en nuestro diario vivir como: el día y la noche, las fases lunares, las estrellas, el movimiento planetario, que se puede ver sin usar aparatos. También pensar en ¿cuál es el lugar de nuestro planeta Tierra? o ¿qué cerca está la Tierra con otros planetas?, ha hecho que los seres humanos estudien la mecánica celeste. Es así como mediante estos eventos cotidianos de nuestro diario vivir, se busca acercar a los estudiantes a esta ciencia la cual parte de la observación y tiene relación con disciplinas transversales como la matemática, la física, la biología, la robótica, las artes entre otras más.

Es evidente que la observación astronómica con el avance de las TIC ha venido dando un giro respecto a los instrumentos usados para realizarla, pasando de tener una relación sensorial de observación a ojo desnudo al uso de instrumentos como los telescopios, llegando a

los Software, que posibilitan tener una simulación de observación de eventos astronómicos en el aula sin la necesidad de un observatorio altamente tecnificado en las instituciones. Además, Como lo indican Pérez, Ríos y Castillo (2020) “Los educadores están llamados a favorecer la alfabetización digital, introduciendo las distintas herramientas tecnológicas con fines educativos ya que son parte del uso cotidiano de los niños y niñas”. La realidad aumentada y el programa Stellarium, son poderosas herramientas para la enseñanza de la Astronomía, ya que permiten observar las estrellas, constelaciones y el sistema solar, facilitando la explicación de los fenómenos celestes al educador”.

En este sentido, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué aspectos teóricos pueden estar presentes en una unidad didáctica para abordar el movimiento planetario en el semillero AstroBosanova?

1.2. OBJETIVO GENERAL

Identificar qué aspectos teóricos pueden estar presentes en una unidad didáctica para abordar el movimiento planetario en el semillero AstroBosanova del colegio Bosanova I.E.D.

1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar una revisión historiográfica de algunos de los modelos cosmológicos que han aportado en la descripción del movimiento planetario.
- Realizar un análisis detallado del movimiento planetario a partir de las leyes de Kepler.
- Diseñar e implementar una unidad didáctica para abordar el movimiento planetario mediante, con estudiantes del semillero AstroBosanova del colegio Bosanova I.E.D.

1.4. JUSTIFICACIÓN

A lo largo de mi vida siempre he tenido un interés particular por la astronomía y por lo que sucedía en el cielo, Generándome mucha curiosidad todo lo referente al cielo, los planetas , estrellas, etc., lo cual posibilitó en mí un interés por conocer de ello que me llamaba tanto la atención y así logre entrar a la universidad, para tener algo más de base que me permitiera conocer más de esta ciencia; este gusto y pasión creció a causa de varios meses y noches heladas de observación, empecé a ver algunos planetas y a descubrir que existían las conjunciones planetarias. Lo más satisfactorio fue que las podía observar a simple vista (ojo desnudo) con tan solo mirar el firmamento. La curiosidad y ganas conocer permitió encontrarme con diferentes modelos cosmológicos, que han intentado explicar el origen del universo, donde se hace evidente la necesidad humana por comprender y organizar el mundo que los rodea, teniendo como un punto de partida lo que hoy conocemos como sistema solar y donde gran parte de las construcciones de los modelos esta mediada por el estudio del movimiento planetario.

Es así como este tipo de fenómenos ha logrado generar gran impacto en la humanidad, por este motivo se busca como llevar este tipo de eventos a las instituciones educativas, con el fin de que los estudiantes reconozcan la astronomía como una ciencia y establezcan relaciones con el cielo y su vida cotidiana. En efecto, en el sistema educativo es importante hablar de los Derechos Básicos de Aprendizaje en educación media para las ciencias naturales, donde aparecen asignaturas de Física, Química, Biología, hay pocos elementos para la Astronomía y no es una asignatura independiente, por el contrario, aparece vinculada a otras ramas del saber y cuando se aborda se dan espacios limitados para estudiar algunos fenómenos.

Sin embargo, existen esfuerzos por parte de algunos docentes, por vincular fenómenos astronómicos de estudio en las aulas como se evidencia por ejemplo en los trabajos de Bohórquez y Orozco en el 2012 donde se implantan actividades en grado 11 para la modelización de las fases lunares o en el trabajo de Cardona en 2020 con la elaboración de modelos sobre la posición y movimiento del sol y la luna, finalmente en los trabajos de Galperin en 2011, donde indica que: “Enseñar Astronomía en las escuelas y brindarle un espacio

significativo para su desarrollo y para la comprensión por parte de los alumnos permite promover aprendizajes significativos en nuestros estudiantes” (Pag, 1).

De acuerdo con lo anterior es importante seguir aportando a la enseñanza de la astronomía en la escuela, desarrollando material didáctico, software, semilleros, clubes de astronomía e incluso generando vínculos con los planetarios existentes para ayudar a consolidar la astronomía como un campo de conocimiento propio que entre muchas cosas genera y ha generado admiración en la humanidad a lo largo del tiempo. Es por eso que este trabajo quiere aportar a este camino desarrollando un acercamiento al movimiento planetario y a las conjunciones buscando posibilitar escenarios donde el aprendizaje sea significativo para los estudiantes, es por ello que hacer uso de las Tic (Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones) como innovación para la enseñanza, es así como se busca relacionar a los estudiantes con Software especializados en especializado en astronomía como Stellarium. Es una herramienta educativa para enseñar el cielo nocturno, como una ayuda visual para astrónomos aficionados que deseen planear una observación nocturna, o simplemente como curiosidad (¡es divertido!). Por la gran calidad de los gráficos que presenta. (Gates, 2009).

1.5. ANTECEDENTES

Para el desarrollo de este trabajo se abordaron algunos antecedentes de trabajos de pregrado y maestría que muestran que la enseñanza de la astronomía es un campo de estudio amplio donde es importante seguir investigando y aportando ideas que logren llegar a las Aulas.

En 2017 se desarrolla en la Universidad Pedagógica Nacional el trabajo de grado titulado *“Modelos del sistema Tierra – sol con el grupo de astronomía de la escuela pedagógica experimental”*, propuesto por Leonardo Escamilla Ballén. Dentro de este trabajo de investigación se presenta un recuento histórico en relación con las teorías o aportes que dieron en cuenta al movimiento planetario, se exponen los modelos cosmológicos de (Ptolomeo, Copérnico y Kepler) y recopila diversos pensadores en la historia de la ciencia.

Para el 2014 en la Universidad Pedagógica Nacional, se desarrolla el trabajo de grado titulado *“Una propuesta de enseñanza para el movimiento planetario clásico y relativista”*,

propuesto por Anyi Maritza Tacumá Garzón. Basado en un estudio de análisis de interacción discursiva del movimiento planetario desde una visión clásica desde antes de Ptolomeo hasta Leyes de Kepler, continuando con la Ley de Gravitación de Newton, y el estudio relativista desde la solución de Schwarzschild. Para terminar, utiliza las Tic, como innovación y el software wxDEV-C++, para la simulación del movimiento planetario.

En el 2012, en la Universidad Pedagógica Nacional, se realiza en trabajo de grado titulado ***“Modelación y modelos en el aula: Experiencia sobre las fases de la luna en la educación media”***, *Propuesto por Francisco Javier Orozco González & Johnson Vicente Bohórquez Torres.* Allí se aborda sobre la fundamentación teórica de que es un modelo y la importancia de estos en los procesos de enseñanza y aprendizaje, también se da una revisión teórica de los modelos que han surgido para describir el movimiento planetario, finalmente la modelación de las fases de la luna y una propuesta de aula para la enseñanza de las fases lunares.

Para el año 2020, en la Universidad Pedagógica Nacional se desarrolla en trabajo de grado titulado ***“Consideraciones en torno a la elaboración de modelos sobre la posición y movimiento del sol y la luna en la enseñanza de la astronomía”***, *propuesto por Oscar J. Cardona Lara.* Donde la intención principal es presentar una propuesta donde realiza un análisis de la enseñanza de la astronomía con los modelos del sistema Tierra. - sol, también realiza un recuento histórico del movimiento planetario desde los griegos hasta Kepler de sus modelos cosmológicos.

Finalmente, en el año 2016, en la Universidad del Valle se presenta el trabajo de grado titulado ***“La noción de sistema planetario desde una perspectiva sociocultural: Aportes a la enseñanza de la astronomía en la formación de profesores”***, *propuesto por Jessica Samantha Culma Delgadillo & Yeimi Yulieth Medina Pacheco.* Con esta investigación se busca motivar a los maestros de ciencias naturales y para abordar temáticas Astronomía, su investigación estudia una perspectiva sociocultural de la astronomía, enfocándose en el estudio del movimiento planetario desde la historia de las ciencias y el análisis que hacen sobre las conjunciones de los cuerpos celestes.

Estos trabajos permiten ver que la importancia de emprender acciones que continúen con la reflexión de los maestros para poder llevar la enseñanza y el aprendizaje de astronomía a las instituciones educativas del país.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

Este capítulo se ilustran los alcances conceptuales a nivel disciplinar y pedagógico propuestos en el trabajo de investigación. En donde en primera instancia se muestra una descripción de una reconstrucción histórica de los modelos en torno al movimiento planetario que han surgido para describir el movimiento planetario y como fueron sus desarrollos a lo largo de la historia de la astronomía, en donde se abarca desde la perspectiva de los Ptolomeo hasta las leyes de la mecánica celeste de Johannes Kepler. A demás de abordar una serie de conceptos básicos de astronomía de posición para determinar los planetas desde un observador desde la tierra.

En segunda instancia el enfoque pedagógico se enfoca en conocer la teoría del aprendizaje significativo propuesta por David Ausubel, como se dan los procesos cognitivos. Finalmente se aborda la enseñanza y didáctica de la astronomía, para definir como se dan estos procesos cognitivos de enseñanza y aprendizaje.

2.1. Marco Disciplinar

2.1.1. Sobre los modelos cosmológicos

Desde hace mucho tiempo (antes de Cristo) los seres humanos se han preguntado por los fenómenos que tienen relación con “el cielo”, es así como a lo largo de la historia han surgido pensadores que se han preguntado por: ¿Cómo es la estructura del universo?, ¿Cómo son los movimientos de los cuerpos celestes?, ¿Cómo diferenciar un planeta de una estrella?, estas y otras preguntas han contribuido a generar grandes ideas que en ocasiones han permitido construir modelos que a lo largo de la historia han aportado para describir y dar explicación al funcionamiento y estructura del universo, organizando estos cuerpos a partir de la observación de ellos en la bóveda celeste.

De acuerdo con lo anterior se destaca que varios pensadores en la historia han aportado ideas para la explicación del funcionamiento y organización del universo, entre los más representativos en este trabajo se abordaran algunos elementos representativos de los modelos

cosmológicos de Ptolomeo, Copérnico, Tycho Brahe y Kepler el cual es y modelo aceptado en la actualidad por la comunidad científica.

2.1.2. Modelos de Claudio Ptolomeo.

Uno de los primeros modelos fue propuesto por Claudio Ptolomeo (85 – 165 d.C) nació y murió en Egipto, allí se educó y residió gran parte de su vida en Alejandría en la época de la “Grecia Romana”, se destacó por ser un gran matemático y astrónomo apasionado , también por ser un gran observador ya que en aquellas épocas durante las noches frías y destelladas realizo sus propias observaciones para estudiar el movimiento de los cuerpos, e hizo una recopilación de importantes mapas celestes, tenía una gran influencia por la cultura de los griegos y se basó en estudios de más de 500 años acerca de investigaciones sobre un pensamiento astronómico, siendo partidario de cosmovisiones de Aristóteles y Platón el cual proponían que la tierra es el centro del universo y los planetas poseen un movimiento alrededor de ella.

Ptolomeo propuso un modelo para describir el movimiento de los planetas, el cual se titula “Almagesto” en árabe, lo que significa “El más grande”, y en griego traducido al latín “composición matemática”, es ahí donde ilustra su modelo geocéntrico que tuvo un gran impacto para las épocas próximas, ya que perduro arraigado al pensamiento humano hasta el siglo XVI.

Es importante aclarar que Apolonio de Perga (262-200 a.C, aproximadamente), “Quien fue el primero en implementar el concepto de Epiciclo y Deferente (recurso geométrico y calculístico) para explicar los aparentes movimientos de retroceso y detención de algunos astros en el firmamento”. (González & Torres, 2012). Lamentablemente Apolonio de Perga solo dio una brillante, pero Ptolomeo desarrollo rigurosamente la idea de deferente y epiciclos propuestos por Apolonio en su modelo geocéntrico para dar respuesta al movimiento planetario.

Como lo indica (González & Torres, 2012) : “El aporte del modelo de Ptolomeo está en no ubicar a la Tierra en el centro del universo sino a cierta distancia de este, con lo cual mejoró en parte la precisión de la descripción de los movimientos de los astros en especial el del Sol y la Luna.”. Como se observa en la ilustración 1 el centro del universo se determina como un punto equante a partir de ahí se describe el movimiento de los astros, la Tierra la ubicó cerca a este punto , el Sol y la Luna en movimientos circulares y perfectas, el cual los denomino deferentes, para los planetas determino dos movimientos, el primero el deferente y el segundo epiciclo, el cual es el círculo más pequeña, esto con el fin de estudiar el movimiento retrogrado de algunos planetas y corroborar sus observaciones donde pudo apreciar que algunos planetas tendían a retroceder, en aquella época se conocían tan solo cinco planetas : Mercurio, Venus, Marte, Saturno y Júpiter.

De acuerdo a lo anterior, (Gribbin, 2001), expresa que:

“La idea de que las grandes esferas de cristal (en este contexto <<cristal>> significa sencillamente “invisible”) que contiene a los cuerpos celestes, transportándolos en círculos, no giraban realmente en torno a la Tierra, sino a un conjunto de puntos situados en una posición ligeramente desviada con respecto a la de la Tierra y llamados “Puntos equantes” (con el fin de explicar los detalles del movimiento de cada objeto celeste, decía que las distintas esferas giraban alrededor de diferentes puntos)”.

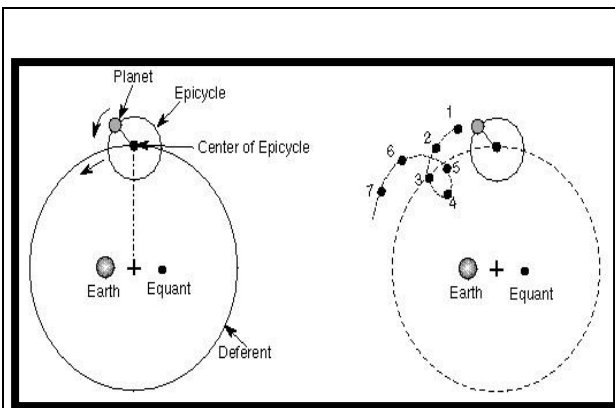


Ilustración 1. Modelo Geocéntrico propuesto por Tolomeo.

Fuente: [History and Philosophy of Western Astronomy \(astronomynotes.com\)](http://History and Philosophy of Western Astronomy (astronomynotes.com))

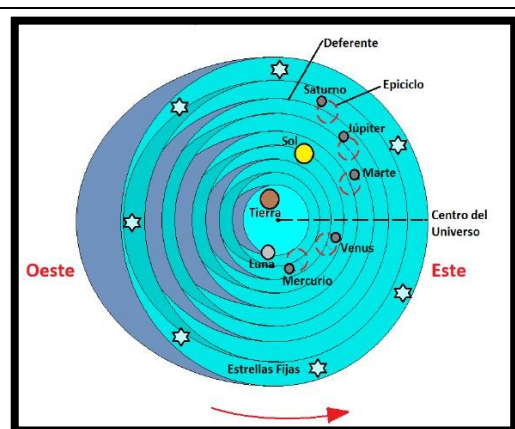


Ilustración 2. Modelo Geocéntrico propuesto por Tolomeo, Bohórquez y Orozco, (2012).

2.1.2.2. Modelo de Nicolas Copérnico

El segundo modelo lo propone Nicolas Copérnico quien vivió gran parte de su vida en Polonia, nace el 19 de febrero de 1473 en Torún, y muere el 24 de mayo de 1543 en Frombork, se destacó por ser un gran matemático, astrónomo y canónico católico. Es así, como este gran personaje tuvo varios episodios que le contribuyeron para formalizar la estructura de su modelo para describir el movimiento planetario, es así como en el año de 1505 Nicolás Copérnico inspirado por un libro titulado el “Epitome” escrito por el alemán Johannes Müller. Copérnico cuando estaba realizando sus estudios en la Academia de Cracovia en Italia encontró algunos trabajos que le aportarían para su modelo como: “Los *Elementos* de Euclides publicados en Venecia en 1482, una copia de la segunda edición de las *Tablas alfonsíes*, impresa también en Venecia en 1492, y las *Tablas de direcciones* de Regiomontano, publicadas en Augsburgo en el año 1490”. (Díaz, 2012).

También se basó en las ideas de Aristarco en el siglo IV a. c, quien fue el primogénito de ilustrar un modelo heliocéntrico, donde expuso que el movimiento de los planetas y la Tierra, se dan a entorno al sol en orbital perfectamente circulares, lamentablemente aristarco no termino de formular la idea o plantear un esquema del modelo, hasta que Copérnico defendió su obra y propuesta, donde el sol se encuentra en reposo en el centro, la Tierra y los otros demás planetas orbitan en círculos perfectos.

“Por casi 20 siglos, desde Aristóteles hasta que Nicolás Copérnico publicó su libro en el año 1543 el cual título “*las revoluciones de las esferas celestes*” donde expone el modelo Heliocéntrico”. (González, 2018). Es aquí donde recopila todos sus estudios, formulando todo en un modelo para describir el movimiento de los planetas, en 1510 la obra ya estaba completa, pero la publica hasta 1543, debido a su trabajo como canónico en la catedral de Frombork, ya que su tío Lucas Watzenrode fue príncipe y obispo de la catedral. Otro suceso el cual retrato la publicación de su obra fue que Copérnico también tenía formación académica como médico para ayudar a los integrantes de la catedral de Frombork de la comunidad religiosa y por supuesto a las personas con bajos recursos (pobres, sin ningún intercambio monetario), también tenía estudios en leyes, matemáticas y un gusto enorme por la astronomía.

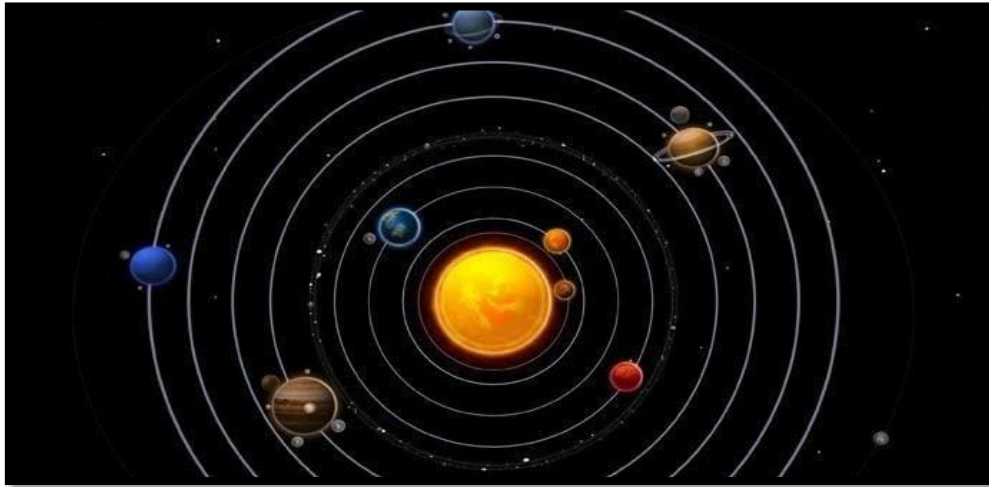


Ilustración 3. Modelo Heliocéntrico de Copérnico.

Fuente: [Rolscience - Divulgación científica: Así aceptamos el modelo heliocéntrico.](#)

En esta obra Copérnico estableció su modelo heliocéntrico y estableció el Sol como el centro del universo y lo consideró como un satélite natural, la Tierra fue desprendida del modelo geocéntrico y fue postulada para orbitar de manera netamente en órbitas circulares y perfectas al igual que los demás planetas alrededor del Sol, finalmente la Luna se consideró como excepción al orbitar alrededor del Sol y estableció que gira de manera circular y perfecta alrededor de la Tierra.

Esta gran obra fue un paso irreversible del hombre occidental, tuvo bastantes controversias debido a que no tuvo una buena acogida por los religiosos, filósofos y bastantes personas de la sociedad, ya que fue un cambio conceptual que propuso transformar el pensamiento renacentista “cultura medieval”, ya que tenían arraigado el pensamiento de los griegos y del modelo de Ptolomeo, en cual Copérnico propuso sustituir a varias funciones que cumplía la Tierra la cual se encontraba cerca al centro del universo, por el Sol, dando a conocer una reconstrucción en la astronomía, es así como se recalca lo de revolución por la evolución del pensamiento científico. “La revolución copernicana fue una revolución en el campo de las ideas, una transformación del concepto del universo que tenía el hombre hasta aquel momento y de su propia relación con el mismo”. (Kuhn, 1956). Debido a lo anterior, el pensamiento

heliocéntrico inicia cambios políticos, económicos y de un pensamiento intelectual, que hasta hoy en día en el siglo XXI estamos estructuradas por ellas. Copérnico comparte relacionar al hombre con el universo y da una perspectiva que construye un pensamiento de lo perfecto del universo con una creación divina, dándole atributos a un ser supremo Dios. En la época de la cultura medieval los enfoques de conocimiento se daban a partir de la literatura, donde se veía privilegiada conocimientos a fines con áreas como idiomas, artes y música, dejando sin relevancia a un estudio de las ciencias, que entonces se daban indicaciones a un pensamiento intelectual y científica desde las matemáticas y las ciencias.

Finalmente, a partir de 1600 la iglesia desaprobó el modelo heliocéntrico de Nicolás Copérnico ya que iba en contra de las ideologías propuestas, en donde reconocían y privilegiaban el modelo de Tolomeo, en 1616 la iglesia puso el libro de *“las revoluciones de las esferas celestes”*, como uno de los libros prohibidos.

2.1.2.3. Modelo de Tycho Brahe

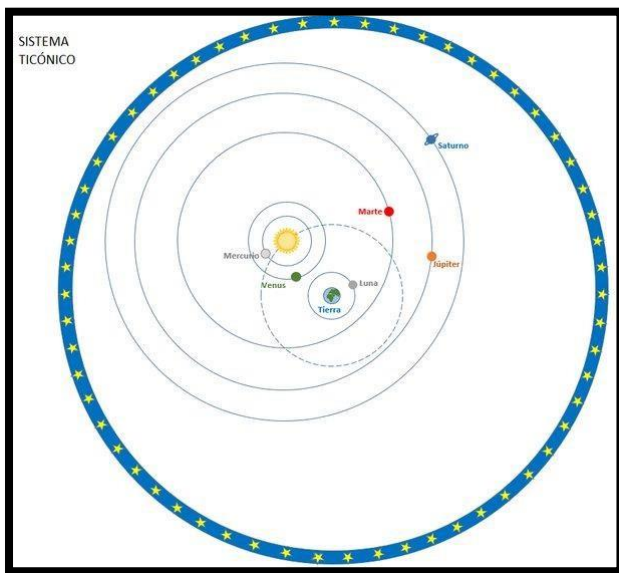
El tercer modelo fue propuesto por Tycho Brahe quien fue un gran astrónomo y matemático, nació el 14 de diciembre 1546 en Knudstrup, precisamente en la península de Escandinavia, en donde en la actualidad lo conocemos como una parte de Suecia, pero en esa época era una parte de Dinamarca, falleció el 24 de octubre de 1601 en Praga, el cual quedaba ubicado en Chequia. Tycho fue el mayor de sus hermanos hombres, fue educado por su tío el cual le enseñó el latín, logro un cupo en la U. de Copenhague específicamente el mes de abril de 1559, en ese año tan solo tenía 13 años, pero en esa época no había requisito de edad para entrar a estudiar en una Universidad. Tycho fue un gran astrónomo y se le atribuye que era un gran observador, es así como pudo contemplar una serie de eventos astronómicos, los cuales fueron muy relevantes para él, ya que de ahí surgen sus estudios del movimiento de los cuerpos celeste.

Un gran suceso fue el 21 de agosto de 1560 fue que se dio un eclipse de sol, pero lo que Tycho le inspiro no fue como tal el fenómeno, si no la predicción que realizaron los árabes, en donde realizaron unas tablas observacionales planteaban que la Luna tendía a moverse entre los

cuerpos celestes, en este caso el Sol ,Tycho planteo que fue algo divino que los árabes pudiesen predecir la mecánica de los cuerpos celestes con tanta exactitud de cómo son sus posiciones relativas, donde esto dio paso a un gran gusto por la Astronomía. Otra de las grandes inspiraciones de Tycho Brahe fue el libro de Tolomeo, donde se dio una traducción al latín de esa obra en 1560.

“En agosto de 1563 se produjo una conjunción de Saturno y Júpiter – un raro fenómeno astronómico en el que dos planetas están tan próximos entre sí en la bóveda celeste que parecían fundirse el uno con el otro”. (Gribbin, 2001). Este fenómeno ocurrió exactamente el día 24 de agosto de 1563, en donde las tablas tenían algunos días de error, ya que predecían el fenómeno para días después del 24 de agosto, lo que llevo a pensar Tycho que la tablas no fuesen tan precisas como creía, pero fue un fenómeno muy importante para empaparse del tema y dar inicio a observaciones rigurosas y de mucha precisión, para comprender como era el movimiento de los planetas y no seguir con limitarse con las ideas de sus antecesores y las Copérnico.

Tycho Brahe quien realizo investigaciones rigurosas en observaciones astronómicas, respecto a los cuerpos celestes, proponiendo: “Un modelo mixto tolemaico copernicano en el que la Tierra seguía fija en el centro del universo, con la Luna y el Sol girando a su alrededor,



mientras que los planetas giraban en torno a este último (Sol)”. (Cardona, 2013). También realizo tablas con datos de los diferentes fenómenos observados, una de ellas es referente a las posiciones de los planetas, donde realizo observaciones a simple vista detalladas y muy rigurosas, cave recalcar que los cielos eran bastante despejados, sin contaminación lumínica, donde el espectáculo visual a ojo

denudo al observar el cielo, eran deslumbrantes, lleno de grandes enigmas por

Ilustración 4. Modelo geo-heliocéntrico propuesto por Brahe.
Fuente: ¿Cuál era la teoría del sistema solar de Tycho Brahe? - Quora

2.1.3. Leyes de Kepler

Johannes Kepler nació el 27 de diciembre de 1571 en Ratisbona, y fallece en 15 de noviembre de 1630, se consideró como un gran matemático alemán y también reconocido por ser un gran astrónomo de su época, lamentablemente sufrió de viruela en la infancia lo que afectó directamente su vista y lo que le impidió de por vida para realizar observaciones astronómicas, tuvo un gran vínculo con Tycho Brahe, y gracias a esta amistad se dio los desarrollos de Kepler, donde Brahe construyó una serie de tablas astronómicas de los planetas, donde él se las cedió para que Kepler las analizara detalladamente. “Kepler partió de las tablas Rudolfinas que Tycho desarrollaba en vida y, dejó incompletas en su deceso” (Castro, 1945). Lo que Kepler realizó fue un análisis de datos, un suceso importante fue que, a partir de unos cálculos matemáticos de la excentricidad de la órbita de Marte, encontró discordancias con los análisis de Tycho, esto fue importante para que más adelante él planteara sus tres leyes de la mecánica celeste. Es así como (Gribbin, 2001), expresa algunas de las consideraciones planteadas por Kepler:

“Para formular sus leyes del movimiento de los planetas, primero le surgió la idea de que estos cuerpos pudiesen ser figuras tridimensionales, refiriéndose a la geometría euclidiana. (Sólidos). Kepler consiguió un empaquetamiento entre las distintas esferas que correspondía más o menos al espaciado entre las órbitas que describen los planetas alrededor del sol”.

En 1595 Kepler demuestra que las órbitas de los planetas no son circulares, si no son elípticas, anchas y alargadas, nada parecido con los modelos propuestos por sus antecesores, él define esta idea como una revelación divina, ya que en esas épocas se hablaba del perfeccionismo y divinidad del universo. Finalmente, en 1597 publica su libro titulado “*El misterio del cosmos*”, donde recapitula y describe sus tres leyes de la dinámica de los cuerpos celestes, es así como establece sus tres leyes de la mecánica de los planetas en movimiento, las cuales establecen que:

Primera ley: “Los planetas se mueven alrededor del Sol describiendo orbitas elípticas (no circulares). El Sol ocupa uno de los focos de dicha elipse”. (Barbosa, 2001). Es importante establecer los dos focos de las orbitas elípticas de los planetas desde un punto central, donde se establece los dos focos a una misma distancia, luego para uno de estos focos estará el sol.

Segunda ley: “La segunda ley de Kepler pone de manifiesto que aun cuando la órbita de los planetas no es circular, los planetas insisten en desplazarse barriendo áreas iguales en tiempos iguales”. (Barbosa, 2001). Cuando las orbitas de los planetas son elipses, los planetas se mueven debido a las áreas o ángulos en relación con el tiempo. También determina el perihelio es cuando el planeta está más cerca al sol y su movimiento en más rápido, mientras que el afelio en cuando el planeta se encuentra más lejos del sol y su movimiento en más lento.

Tercera ley: “Los cuadrados de los periodos de traslación (tiempo que le toma a un planeta en dar una vuelta completa alrededor del Sol) son proporcionales al cubo de las distancias medias existentes entre los planetas y el Sol”.

(Barbosa, 2001). Esto quiere decir que, cuando más lejos esta un planeta del sol, más lento se mueve, de forma que el cuadrado del tiempo es proporcional al cubo de la distancia.

Nota: Las demostraciones matemáticas de las Johannes Kepler de la mecánica celeste, se hallarán en la parte final del documento como

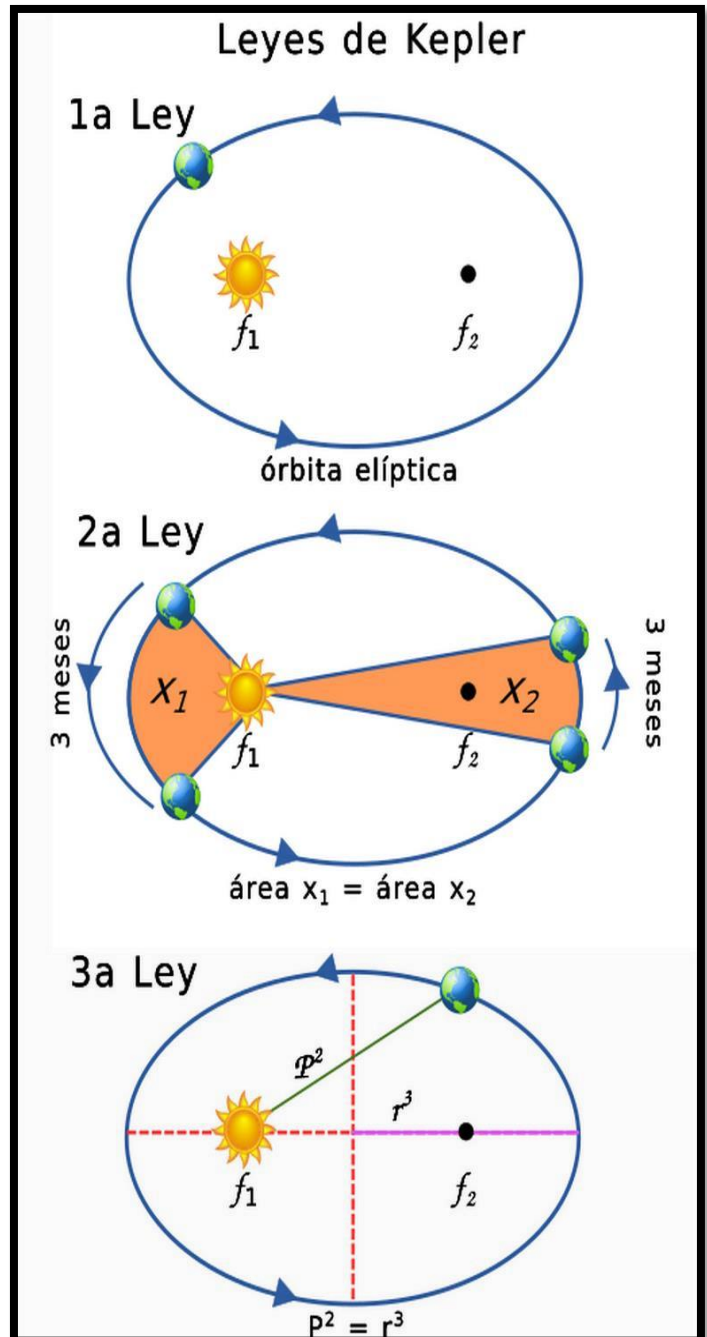


Ilustración 5. Leyes de la mecánica celeste propuesto por Kepler.

Fuente: Johannes Kepler: en el cielo vaga mi espíritu - El Sol de Deportes, Gossip, Columnas(elsoldemexico.com.mx)

parte de los anexos.
 México Noticias.

A manera de síntesis se resaltan algunos elementos importantes en cuanto al movimiento planetario propuesto por los anteriores autores:

Pensador	Aspectos importantes del modelo	¿Qué se conserva?	¿Qué cambia?
Claudio Ptolomeo	Los planetas se mueven alrededor de la Tierra con movimiento con velocidad constante (circular uniforme). A través del deferente generando epiciclos, círculos sobre la "órbita" que rodea la Tierra.	Se mantiene la idea aristotélica de las esferas celestes y los movimientos circulares uniformes.	Se agregan elementos geométricos como los epiciclos y deferentes para dar explicación a los movimientos retrógrados de algunos planetas.
Nicolas Copérnico	Los planetas giran alrededor de un punto central (centro del universo) y al lado está el Sol, con movimiento circular uniforme	Se mantiene la idea del movimiento circular uniforme, deferentes epiciclos.	Se cambia la idea de que la Tierra está en el centro del universo y que todos los planetas y estrellas giran a su alrededor, en cambio se ponen a girar alrededor del Sol y la Tierra se vuelve un planeta más

<p>Tycho Brahe</p>	<p>El sol y la luna Giran alrededor de la Tierra en movimiento circular uniforme y los demás planetas giran alrededor del Sol en movimiento circular uniforme.</p>	<p>Mantiene epiciclos deferentes, los y así como la idea del movimiento circular y al idea de las esferas celeste.</p>	<p>Es un modelo mixto donde el Sol y la Luna giran alrededor de la Tierra, pero los demás planetas giran alrededor del Sol .</p>
--------------------------------------	--	--	--

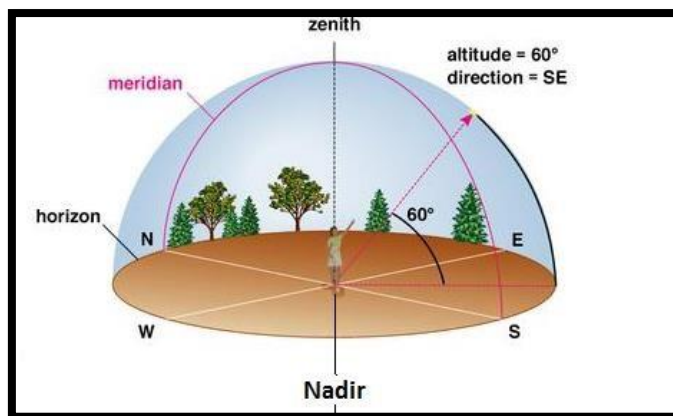
<p>Johannes Kepler</p>	<p>El movimiento circular desaparece. Ahora aparecen las elipses y se habla de que el Sol estas en uno de los focos de la elipse, donde cada planeta tiene su propia elipse "órbita". Cada planeta dependiendo de la distancia al sol posee una velocidad de traslación y esta cambia a medida que se mueve a lo largo de la órbita, pero siempre se cumple, que se recorren áreas iguales en tiempos iguales del movimiento de cada planeta alrededor del Sol.</p>	<p>Conserva que los planetas giran alrededor del Sol.</p>	<p>Desaparece la idea de deferente, y epiciclo, se construye una geometría elíptica, donde el Sol está en uno d ellos focos y el movimiento de cada planeta no es con velocidad constante.</p>
-------------------------------	---	---	--

Fuente: Elaboración propia

2.1.3.1. La astronomía de posición un acercamiento a la bóveda celeste

Cuando tenemos algún acercamiento con el cielo en una noche despejada , con buenas condiciones meteorológicas y sin contaminación lumínica, podemos observar a ojo desnudo ciertos cuerpos celestes, esto que se observa hace parte de lo que se llama la bóveda celeste y está en función de un observador desde la Tierra , ya que si varia la posición o el punto de referencia cambia el cielo que se observa, así mismo está en función de la época del año en que se está realizando la observación, el cielo que se observa a lo largo de un año va cambiando. La bóveda celeste en palabras más coloquiales es la visión que tenemos del cielo para un observador posicionado en la tierra, para la comunidad científica en astronomía como un espacio sideral, mejor conocido como el espacio que ocupa estos cuerpos celestes fuera de nuestras capas atmosféricas de nuestro planeta Tierra.

El cielo se encuentran ubicados diferentes cuerpos celestes, como: Estrellas, planetas, satélites, asteroides, nebulosas, etc., que se encuentran a distancias extremadamente muy lejanas, también cuando captamos un cuerpo celeste en el cielo tenemos una visión de perspectiva, ¿Cómo lo estoy observando? o ¿Desde qué punto de referencia estoy realizando la observación?, también tenemos nociones de profundidad, ¿Está más cerca? o ¿Esta más lejano? Todos estos cuerpos celestes con los cuales podemos deleitarnos observándolos en las noches frías y despejadas, dan una ilusión óptica de estar adherido o inmersos en una bóveda o en una gran superficie que se extiende en el cielo en cualquier dirección para cualquier observador desde la Tierra. Da una visión de creer que un observador su punto de referencia es el centro, dando una ilusión de una bóveda perfecta que rodea perfectamente al observador. Debido a lo anterior surgen algunos conceptos fundamentales a la hora de ubicarnos en la bóveda celeste tales como: **Cenit:** Se define como el punto más alto en la bóveda celeste



respecto a un observado en la Tierra, esto establece un ángulo de 90° , específicamente en el punto que se encuentra encima de la cabeza.

Ilustración 6. Cenit y Nadir.

Fuente: [Que es NADIR? | cristofer UAPA \(wordpress.com\)](http://www.que-es-nadir.com)

Nadir: Se define como el punto opuesto al cenit, esto quiere decir que es el punto que se encuentra por debajo de la posición de un observador, en otros términos, el punto por debajo de la Tierra, entonces el ángulo del nadir se establece como -90° .

2.1.3.2. Coordenadas Azimutales

Este sistema de coordenadas azimutales o horizontales se usa para ubicar la posición de un cuerpo celeste para un observador desde la Tierra, situando a una determinada latitud y longitud en la Tierra, ya que, si se cambian estas referencias, también cambian los cuerpos celestes observados. “En este sistema de coordenadas las referencias principales son el plano

horizontal y el Norte sobre dicho plano. Es importante tomar en cuenta que la Tierra gira sobre el Eje Polar". (Torres J. E.,

ELEMENTOS DE ASTRONOMÍA OBSERVACIONAL: LA ESFERA CELESTE, 2013)

Azimut o acimut: El azimut se denota con la letra A , entonces determinado A de un cuerpo celeste se mide a partir de un ángulo, el cual se mide a partir del horizonte y se mide en sentido horario, de Norte a Este o Norte a Sur hasta el plano vertical del cuerpo celeste que se esté observando.

Entonces los valores de intervalos para determinar la Azimut de posición de un cuerpo celestes:

$$0^{\circ} \leq A < 360^{\circ}$$

Altura: La altura se denota con la letra h , entonces para una determinada h de un cuerpo celeste se mide a partir de un ángulo, el cual se toma sobre la vertical hasta un plano horizontal donde se encuentra ubicado el cuerpo que se esté observando, entonces los valores de intervalos para determinar la Azimut de posición de un cuerpo celestes:

$$-90^{\circ} \leq h \leq 90^{\circ}$$

Donde podemos notar que existen ciertas relaciones:

$$h_{cenit} = 90^{\circ} \quad h_{horizonte} = 0^{\circ} \quad h_{nadar} = -90^{\circ}$$

2.1.3.2. Coordenadas Ecuatoriales Absolutas: Declinación y Ascensión Recta

Este sistema de coordenadas tiene como referencia el ecuador celeste, se ubica en la posición de la Tierra respecto a la bóveda y cuerpos celestes, estas coordenadas no dependen de la ubicación de un observador desde la Tierra.

Declinación: La declinación se denota con la letra griega δ , se determina como el ángulo medido sobre un círculo de declinación de un cuerpo celeste, que se referencia desde el ecuador celeste donde se empieza a medir hasta el cuerpo celeste correspondiente. Esta declinación tiene sentido positivo si el cuerpo celeste se encuentra ubicado en hemisferio norte celeste, si por el contrario se encuentra en el hemisferio sur tiene sentido negativo.

Entonces:

$$\delta_{NorteCeleste} = 0^\circ \leq 90^\circ$$

$$\delta_{EcuadorCeleste} = 0^\circ$$

$$\delta_{SurCeleste} = 0^\circ \leq -90^\circ$$

Asención Recta: La declinación se denota con la letra griega α , se determina como el ángulo medido sobre el ecuador celeste, desde el punto vernal y la intersección de algún cuerpo celeste en su círculo horario en dirección contraria a las manecillas del reloj, se puede observar en la figura en el punto PNC hasta la declinación del cuerpo celeste., entonces los valores de intervalo en unidades de tiempo para determinar la ascensión de posición de un cuerpo celestes son:

$$0h \leq \alpha \leq 24h$$

O también

$$0h\ 0min\ 0s \leq 24h\ 59min\ 59s$$

COORDENADAS AZIMUTALES	COORDENADAS ECUATORIALES
------------------------	-----------------------------

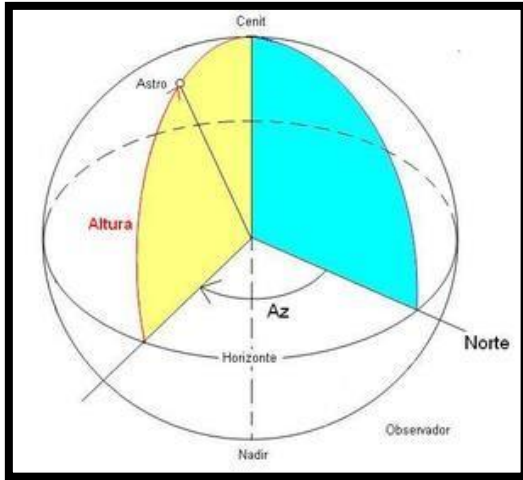


Ilustración 7. *Coordenadas Azimutales.*

Fuente: [Las coordenadas azimutales \(astroturismo.com.ar\)](http://astroturismo.com.ar)

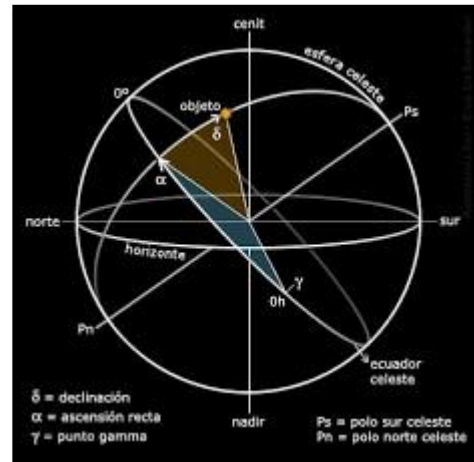


Ilustración 8. *Coordenadas Ecuatoriales.*

Fuente: <http://www.astrosurf.com/astronosur/coordenadas1.htm>

Las coordenadas ecuatoriales son absolutas, esto es, son válidas para cualquier observador independiente de su latitud y longitud geográficas. Por tal razón, los almanaques astronómicos expresan la posición de las estrellas, planetas, Luna, Sol y otros cuerpos celestes en términos de las coordenadas ecuatoriales. (Barbosa, 2001).

CAPITULO III MARCO PEDAGÓGICO

En cuanto al enfoque pedagógico, surgen otras inquietudes del trabajo de investigación, que son: ¿Cómo se enseña la astronomía en la escuela o intuiciones?, ¿Cómo fortalecer la enseñanza de la astronomía?, ¿Cómo lograr aprendizajes significativos? Por estas razones, se enfatiza en el desarrollo de los aprendizajes significativos de los estudiantes, donde se toma un enfoque teórico del “Aprendizaje Significativo” propuesto por David P. Ausubel. Así mismo, comprender los componentes de la didáctica de la astronomía, para establecer los procesos de implementación en el aula de clase y conocer sus dinámicas, finalmente, definir ¿La importancia del modelo en la construcción de conocimiento científico?, conceptualmente que significa como modelo y cuales son su representación.

3.1. Desarrollo del aprendizaje significativo

David Paul Ausubel nació el 25 de octubre de 1918 en Brooklyn, Nueva York – EE. UU, y fallece el 9 de julio de 2008 en Nueva York – EE. UU, fue un psicólogo y pedagogo de esta nacionalidad, reconocido por el estudio de su teoría del Aprendizaje Significativo en 1963, dando bases a un modelo de (enseñanza – aprendizaje), enfocándose en el descubrimiento. Es así como Ausubel (1976), citado por, Rodríguez (2011), expresa que:

“Ausubel entiende que el mecanismo humano de aprendizaje por excelencia para aumentar y preservar los conocimientos es el aprendizaje receptivo significativo, tanto en el aula como en la vida cotidiana”. Se define como una teoría psicológica por los procesos cognitivos del individuo, para realizar acciones que realizan el aprendizaje.

También señala Rodríguez (2011), que: “No es necesario, desde este enfoque, descubrirlo todo, es más, es muy lento y poco efectivo”. Esto lo indica debió a la gran cantidad de conceptos y significado que se abordan en las instituciones educativas, también de cómo se dan los procesos cognitivos de adquisición y retención de los individuos.

De igual forma Ausubel (1976), citado por Bocanegra (2018), señala que: “El aprendizaje significativo es muy importante en el proceso educativo porque es el mecanismo humano por excelencia para adquirir y almacenar la vasta cantidad de ideas e información representadas por cualquier campo del conocimiento”. Donde todos es factores de adquisición y almacenamiento fortalecen y desarrollan conceptos que formulan los individuos, como:

- Interiorización: Su significado se deriva al incorporar su propia manera de ser, pensar, sentir, opinar o dar una idea.
- Asimilación: Se significado se deriva a asemejar o comparar, comprender lo que se aprende, incorporarlos a los conocimientos previos.

Estos procesos cognitivos de interiorización y asimilación son producto a largo plazo de las instrucciones para construir aprendizajes significativos. Es por esta razón que esta teoría del aprendizaje significativo se determina como un aprendizaje relacional o de anclaje, debido a las estructuras y conocimiento de los individuos, como a partir de estos sumideros de ideas y un anclaje con otras ideas nuevas, se pueden relacionar las ideas y formar un conocimiento significativo en su estructura cognitiva.

Es así como surge una preocupación de los docentes por fortalecer los procesos de aprendizaje significativo en las aulas de clase y en especial de la astronomía, es así como Rodríguez (2008), citado por Bocanegra (2018), expone una idea importante para pensar la astronomía en el aula cuando dice:

“...Usando la astronomía como estrategia de enseñanza, es implementar la teoría del aprendizaje significativo como una teoría que, probablemente por ocuparse de lo que ocurre en el aula y de cómo facilitar los aprendizajes que en ella se generan, ha impactado profundamente en los docentes y se ha arraigado al menos en sus lenguajes y expresiones, si bien no tanto en sus prácticas educativas, posiblemente por desconocimiento de los principios que la caracterizan y que la dotan de su tan alta potencialidad...”

Es importante destacar el aprendizaje significativo es una estrategia adecuada en los contextos escolares respecto a la enseñanza de las ciencias naturales ya que mediante una

estructura de trabajo colaborativa pensando en los estudiantes, se construyen ideas y significados que anclan la teoría es sus ideas previas construyendo un nuevo aprendizaje significativo.

Por ende, surgen tres condiciones fundamentales para generar aprendizajes significativos.

- 1) Actitud del estudiante: El individuo debe poseer una actitud potencialmente activa, específicamente de predisposición para un aprendizaje netamente significativo.
- 2) Material para el aula de clase: Se debe proponer un material potencialmente significativo para los estudiantes, por lo que debe ser un material lógico y bien estructurado, que tenga relaciones de orden cognitivo, para que se desarrolle un aprendizaje significativo, no arbitrario y de mayor sustento lógico.
- 3) Finalmente, que en la investigación se den ideas, conceptos o sumideros de conocimiento como anclaje para que los estudiantes tengan una mayor interacción y reconocimiento del fenómeno de estudio, y del nuevo material a implementar.

3.1.1. Enseñanza de la astronomía en las instituciones educativas

La astronomía es una rama muy amplia de conocimiento, algunos de sus estudios tienen relación con: El movimiento de los cuerpos celestes, posición de los astros, materia, estructuras dimensionales y espaciales, sus composiciones físicas y químicas, en algunos casos también se estudia la astrobiología y la pregunta ¿Si hay vida en otros planetas? Por ende, es unas ciencias más fascinantes y de gran asombro, debido a algunos campos de estudio como la observación, experimentación, historia y fenómenos que establecen grandes significados e intereses en los estudiantes. Es así como (Fabregat,2015), citado por (Muñoz, 2022), determina que: “La enseñanza de la astronomía se puede orientar a diferentes niveles: básico, principiante, amateur y profesional”. Esto significa que la astronomía es una ciencia que se presta para enseñarla en cualquier ámbito académico, y de igual manera a personas que nunca han tenido un acercamiento.

Indudablemente los estudiantes desde pequeños tienen algunas conexiones con el cielo, donde entablen ciertas relaciones y conceptos previos que están en su entorno natural y diario vivir. Según (Fabregat, 2015) citado por Bocanegra (2018), propone que: *“Para implementar una propuesta de enseñanza de la astronomía en la escuela, es importante considera que los niños y niñas llegan a la escuela con algún conjunto de ideas previas (preconceptos astronómicos), relacionados con ciertos fenómenos naturales (celestes), este grado de conceptualización debe ser tenido en cuenta por los profesores y profesoras para diseñar situaciones de aprendizaje que permiten a los estudiantes una mayor profundización y comprensión de los conceptos relacionados con dichos fenómenos, pág.,32 ”*

Hay que reconocer los conceptos previos que poseen los estudiantes en astronomía, como sus ideas tratan de responder a varios fenómenos de la bóveda celeste, y sistematizar todas estas respuestas, ya que son una base para proponer estrategias para la enseñanza de la astronomía. De igual manera, se analiza lo que comprenden, para proponer nuevas ideas y actividades que anclen los conceptos previos de los estudiantes y construir un nuevo conocimiento es su estructura cognitiva y lograr un aprendizaje significativo.

También surgen algunas problemáticas en la enseñanza de astronomía, es muy importante que los docentes estén al tanto de estas situaciones y se comprometan a la solución de estas misma, como lo expresa Galperin (2011), al decir que:

“La mayoría de la gente posee muy pocos conocimientos acerca del tema y, a su vez, no se encuentra acostumbrada a levantar la vista para observar el cielo y los fenómenos que allí ocurren. Esto se debe a que la información que habitualmente se nos brinda está relacionada con lo que se podría visualizar desde el espacio exterior; o sea, desde afuera de la Tierra. Nos hablan del Sistema Solar, pero nunca nos dicen cómo pueden verse los planetas en el cielo, pág., 2”

Una de las mayores problemáticas que poseen los estudiantes es su desconexión con el firmamento, en su cotidianidad se les olvida alzar la mirada al cielo y deleitarse con estos fenómenos, otra gran causa que ha producido este desconocimiento es a base de algunas

inconvenientes que se tiene a la hora de observar, como la contaminación lumínica, condiciones climáticas y en ocasiones mucha nubosidad. Es importante que los estudiantes reconozcan todas están problemáticas a la hora de realizar una observación astronómica, para establecer ciertos lugares y criterios para que la observación sea efectiva. Por otro lado, también no solo dar enfoques teóricos, sino que también los estudiantes logren visualizar los fenómenos y reconocer como se observan a simple vista los cuerpos celestes en la bóveda, como los pueden distinguir y diferenciar.

Tomando a (Kuhn, 1957), citado por Galperin:

“Pareciera ser que estudiar Astronomía no tiene que ver con conocer el cielo que podemos observar a diario y, entonces, se brinda implícitamente una idea errónea respecto a que estos fenómenos no tienen trascendencia en nuestra vida corriente. De esta forma, los alumnos pierden una importante oportunidad: la de comprender la cantidad de cambios culturales, filosóficos y científicos que ha habido en la historia de la humanidad en relación a la necesidad de explicar y predecir el movimiento de los astros en el cielo”

Para fortalecer estos procesos de enseñanza y aprendizajes es necesario una construcción de un ambiente adecuado en las aulas el cual posibilite alzar la mirada al cielo, atender a las preguntas inquietudes que de la observación surjan y en colectivo construir explicaciones frente a los distintos eventos que ocurren en la bóveda celeste.

3.2. Didáctica de la astronomía

“La Didáctica de la Astronomía es una especialidad aún joven, a pesar de unos cuarenta años de desarrollo en el mundo y poco menos en Latinoamérica”. (Camino, 2021). Este campo de estudio se enfoca en promover la construcción de conocimiento científico libre, crítico y respetando la identidad, en este campo se dan procesos dinámicos, descriptivos, creativos y fortalecimiento de la autonomía. Del mismo modo, plantea que la historia y la epistemología de

la astronomía es un enfoque de gran potencialidad y hace parte de la didáctica de la astronomía, su perspectiva se basa en un método por descubrimiento, ya que plantea desarrollar habilidad para preguntar, fomentar la curiosidad al máximo, ser críticos y no dar nada por echo, por ende, un cuestionamiento constantemente ante determinados fenómenos.

También se ilustra en la didáctica de la astronomía como una disciplina de orden científica, en la cual existe una relación de identidad con epistemológico, donde parte sobre el estudio de la didáctica de las ciencias naturales, su fina relación con la didáctica de la física y otras didácticas del ámbito científico

La didáctica de la astronomía permite que se den procesos de enseñanza – aprendizaje de los estudiantes, las cuales establece un orden de consideraciones y reflexiones que deben ser tenidas en cuenta por el docente, ya que son de orden pedagógico y practico a la hora de realizar una implementación, de cómo se enseñan los fenómenos en el aula de clase, cuáles son las planificaciones y material didáctico , finalmente como lograr que estos procesos cognitivos sean potencialmente significantes para el estudiante y tengan vinculación con su entorno natural y en especial con el cielo.

Así como lo expresa (Camino, 2021), el cual expone que:

“Consideramos (a partir de nuestra experiencia, vale decir) que los resultados en cuanto a la construcción de aprendizajes significativos en el campo de la Didáctica de la Astronomía son “mejores”, más profundos, más estables, a nuestro entender “más significativos”, cuando el aprendiz se involucra vivencialmente en los fenómenos y situaciones bajo estudio, observando, sintiendo, viviéndolo como propio, identificándose con el proceso, pág.,22”

Así surgen problemas en la didáctica de la astronomía, que impiden que se generen desarrollos potencialmente creativos de un orden fundamental de calidad, lo que impide fortalecer este campo de investigación. Es por este principal motivo que (Camino, 2021), deduce dos problemáticas:

“El primero, quizás el más importante y urgente a resolver, es la falta de jóvenes educadores e investigadores formados en esta especialidad, aquello de la “masa crítica” necesaria para que una comunidad científica funcione adecuadamente. El segundo inconveniente, vinculado sin dudas al primero, es la falta de una “memoria didáctica”: un corpus de experiencias, materiales, recursos, reales y probados, disponibles libremente para quienes quieran acceder a ellos, para replicarlos y transformarlos”.

A consecuencia de esto, el docente investigador tiene un papel fundamental en la didáctica de astronomía, ya que es fundamentalmente potenciar los materiales didácticos propuestos en el aula y de cómo la creatividad juega un papel indispensable, con la finalidad de que los estudiantes reconozcan sus aprendizajes y que están inmersos en un entorno cotidiano “social” y “natural”.

Por ende (Camino, 2011), plantea que:

“Estar atentos a los procesos educativos en marcha, ser parte activa del contexto natural y social en el que estos se desarrollan, ser capaces de “ver” a los otros y de reconocernos a nosotros mismos en un diálogo profundo y con equidad, son algunos de los múltiples aspectos que hacen que la Didáctica de la Astronomía pueda ser un campo fértil para generar innovaciones educativas concretas y fuente de preguntas y conflictos para llevar adelante investigaciones de distintas características, aunque todas ellas destinadas a profundizar y mejorar cómo vamos relacionándonos con el universo del que somos parte”.

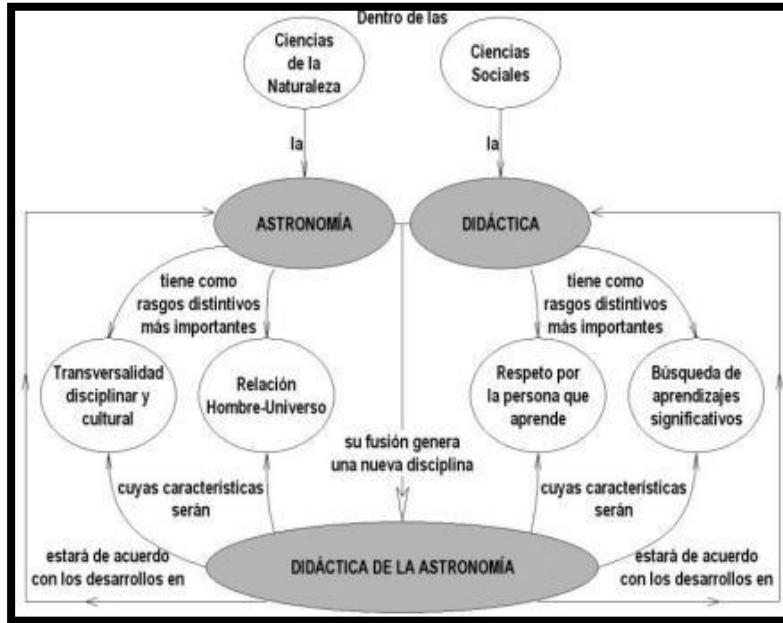


Ilustración 9. Mapa conceptual sobre la didáctica de la astronomía., Camino (2011).

Para planificación de estos materiales didácticos, es importante robustecer las preguntas y los materiales que se implementaran a los estudiantes, es por esta razón que es importante tener en cuenta algunos lineamientos, herramientas y propuestas que contribuyen en la didáctica de la

astronomía, como:

- “La vinculación con el cielo real debe estar presente en toda acción sobre Enseñanza de la Astronomía. Modelos concretos, Planetarios, Softwares, etc., son herramientas didácticas de gran valor y potencialidad, pero solo cobran valor si están vinculadas con la percepción y vivencia del cielo real”. (Camino,2018)
- “El diseño de acciones en Didáctica de la Astronomía demanda ciertos desafíos: Como mantener un delicado equilibrio entre la rigurosidad conceptual y metodológica propias de la disciplina científica Astronomía, con los tiempos, intereses, necesidades y modalidades de aprendizaje de las personas con quienes compartiremos tales acciones, en cierto contexto institucional”. (Camino,2018)

3.3. Unidad didáctica

La unidad didáctica se considera una herramienta para generar una estrategia o propuesta de trabajo para realizar procesos de enseñanza-aprendizaje, que busca crear un diseño didáctico para luego implementarlo, esto genera consideraciones pedagógicas que pueden fortalecer el acto del docente en el aula de clase. Así como lo enuncia Arias y Torres (2017), exponen que: “Una Unidad didáctica es un conjunto de elementos pedagógicos dispuestos organizadamente para desarrollar una clase en un tiempo, espacio y contexto determinado”.

También, Arias y Torres (2017), describen que: “Generalmente una Unidad didáctica requiere varias horas de clase para llevarse a cabo, pero finalmente es el docente, las características del grupo de estudiantes y la naturaleza de la temática las que determinan el tiempo necesario para implementar”. Es aquí donde el docente tiene un papel primordial ya que es el encargo de planear que lleva a la clase y lo que quiere que suceda en ella, para la construcción cognitiva de conocimiento en los estudiantes, para esto se deben determinar unos objetivos específicos con los cuales el docente busca diseñar la clase.

De igual manera Viciano (2002), citada por Blasco y Mengual (2008), expone que la unidad didáctica se define como: “Unidad mínima del currículo del alumno con pleno sentido en sí misma, aunque contiene unidades más pequeñas que son las sesiones y su unión secuenciada conforma un todo más global que es la programación de aula”. Se busca mediante la unidad didáctica que se realice, indagar el fortalecimiento de la astronomía en la escuela.

Para estas unidades didácticas existen fases que dan paso a su construcción.

- 1) Fase de diagnóstica: Conocimientos o conceptos previos de los estudiantes.
- 2) Fase de diseño: A partir de la fase anterior, los docentes realizan una articulación de un nuevo material, para establecer un proceso de enseñanza- aprendizaje.
- 3) Fase de realización: Consiste en la implementación de una unidad didáctica.

- 4) Fase de evaluación: Establece las reflexiones de los docentes antes, durante y después de la implementación de la unidad didáctica. Donde se plante no solo la evolución de los estudiantes y además una evolución de los procesos de enseñanza- aprendizaje.

3.4. ¿Por qué utilizar el software Stellarium como herramienta para la enseñanza de la astronomía en el aula?

“Los educadores están llamados a favorecer la alfabetización digital, introduciendo las distintas herramientas tecnológicas con fines educativos ya que son parte del uso cotidiano de los niños” (Lisboa, Rios, & Allaria, 2020) . En pleno siglo XXI los estudiantes tienen un gran acercamiento a las TIC “Tecnologías de la Información y la Comunicación”, esto ayuda a que desarrollen habilidades para el manejo de herramientas tecnológicas. Así se puede fortalecer la enseñanza de la astronomía en las escuelas, sin necesitar instrumentos sofisticados o un planetario en las instituciones, ya que en las plantas físicas no se cuentan con instrumentos y presupuestos para cubrir estos gastos, por eso los maestros mediante Tic y software especializados, logran acercar a los estudiantes a comprender fenómenos relacionados con la Astronomía y poder desarrollen una formación y lenguaje científico. Estas herramientas de las Tic como, el acceso a el Internet, los Computadores, los dispositivos Celulares, la pizarra Digital, y por ende recursos digitales, como en este caso el software Stellarium, son recursos educativos para que los estudiantes puedan mejorar sus procesos de aprendizajes, ya que permiten dar una mejor visualización y realidad aumentada de los fenómenos astronómicos, para poder instaurar en los estudiantes el asombro y la curiosidad de los cuerpos celestes.

Stellarium es un software educativo de libre acceso, esto quiere decir que cualquier persona puede descargarlo ya sea en su dispositivo móvil o computador, es un planetario virtual que simula la bóveda celeste en tiempo real (hora, fecha, año actuales) y ajustable, estos quiere decir que tiene la opción de ir en el tiempo hacia atrás o hacia adelante para poder predecir que cuerpos celestes se observan en el cielo , también ayudar a calcular la posición de los cuerpos celestes respecto a un observador desde la Tierra. Este software trabaja con visualizaciones de alta calidad y realidad aumentada, ya que muestra la bóveda celeste en 3D, nos muestra el cielo

como si lo observamos a ojo desnudo “simple vista”. Cabe resaltar que Stellarium nos ayuda a ubicarnos para poder determinar que cuerpos observar y también nos ayuda a programar futuras observaciones astronómicas.

Stellarium se convierte en una herramienta muy importante en las aulas porque quita la idea de que es necesario un gran observatorio físico o un planetario para poder hacer observación en las escuelas, ya que permite un observatorio virtual que está al

alcance de todos con un dispositivo celular o un pc y conexión a internet, facilitando la observación de objetos celestes aun cuando las condiciones climáticas no lo permitan y posicionándonos en el marco de referencia donde se encuentre o en otras partes del planeta , funcionando como un mapa celeste.



Ilustración 90. Software Stellarium, Gates (2009).

3.5 La importancia de los modelos en la enseñanza de la astronomía en las instituciones educativas

“Los modelos son estructuras que constituyen el componente más elemental para la identidad de una teoría” (Aduíz & Ariza, 2014). Un modelo se define como una estructura o representación gráfica, visual o geométrica, etc., la cual vincula un tema específico o un área de estudio, está conformada principalmente de hipótesis o de ideas, que no están totalmente

formalizadas, si no nacen de indagaciones, en el caso de las ciencias para dar respuesta algún fenómeno natural, y si el modelo es concreto establecer una teoría.

Es así como, Justí (2006), citado por González y Bohórquez (2012), define el modelo como:

“Los modelos son generalmente vistos como «copias de la realidad», estando esta realidad constituida por cosas (objetos, acontecimientos, procesos o sistemas) que son externas a la mente del individuo. Mientras, los modelos se generan a partir de ideas (construcciones internas de la mente del individuo)”

También Bachelard (1979), citado por Orozco y Bohórquez (2012) describe “Históricamente la humanidad en la interacción con el mundo real ha elaborado modelos, actividad que es propia del ser humano en su vivencia de conocer”. Por lo que, los modelos han sido de gran importancia para el ser humano, ya que mediante estas estructuras se dan procesos para construir conocimiento e interpretaciones. El movimiento planetario ha sido objeto de estudio para formular modelos, algunos como los modelos de Tolomeo, Copérnico, Brahe y Kepler, que se han dado para formular diferentes representaciones para la comprensión de este movimiento, donde nace una manera particular de comprensión, estructura, supuestos y explicaciones para analizar este fenómeno astronómico.

En consecuencia, para el estudio de los modelos, es indispensable hablar de la historia de la filosofía y las ciencias, ya que todos estos planteamientos científicos han tenidos diferentes percusiones en el pensamiento humano. En consecuencia, Aduríz & Ariza (2014), plantean que: “Los análisis modelísticos o modelos teóricos se ha ido trasladando a la didáctica de las ciencias a partir de las vinculaciones de nuestra disciplina con la epistemología, vinculaciones, que ha ido construyendo, desde finales del siglo pasado, un área de investigación emergente y pujante que se conoce usualmente como (History, philosophy, and science teaching)”

Lastimosamente, la ciencia en la escuela esta vista como algo absoluto y verdadero, pero no reconocen las contribuciones epistemológicas y filosóficas en los cuales se ha desarrollado las teorías y modelos en la ciencia, y como estos componentes son fundamentales en los

procesos de enseñanza. También es importante analizar cómo se están abordando estos temas en la escuela y cómo podemos fortalecer la enseñanza de la astronomía mediante el estudio de los modelos.

Así, los modelos abren las puertas de un campo de acción amplio, donde estas estructuras logran un acercamiento a los estudiantes con la teoría y todo su desarrollo, permitiendo que reconozcan su entorno y se cuestionen por el universo, generando hipótesis e ideas que contribuyen en los procesos cognitivos de aprendizaje y enseñanza. Por lo tanto, el movimiento planetario al ser tan abstracto es engorroso para los estudiantes, pero mediante el análisis y conocimiento de los diferentes modelos, los estudiantes pueden comprender cada uno, mirar si existen relaciones o no, y cuál es el establecido actualmente por la comunidad científica.

3.6 Metodología

En el proceso de investigación se desarrolló con un análisis cualitativo, que busca que los estudiantes formulen sus conceptos previos, hipótesis y preguntas, para realizar una acción indagatoria para analizar las respuestas recopiladas y darle un referente teórico como respuestas a algunas de estas. Es así como surge la problemática de la falta de la enseñanza de la astronomía en las intuiciones educativas, se busca llevar a los estudiantes la aproximación del estudio movimiento planetario y las conjunciones, lo que implicó unas intervenciones en el aula, para esto es importante establecer orientaciones sobre las investigaciones cualitativas, las cuales se describen como lo enuncia Hernández, Fernández y Baptista,(2014), “El enfoque se basa en métodos de recolección de datos no estandarizados ni predeterminados completamente. Tal recolección consiste en obtener las perspectivas y puntos de vista de los participantes (sus emociones, prioridades, experiencias, significados y otros aspectos más bien subjetivos)”.

De la misma manera Hernández, Fernández y Baptista, (2014), plantean que:

“El enfoque cualitativo puede concebirse como un conjunto de prácticas interpretativas que hacen al mundo “visible”, lo transforman y convierten en una serie de representaciones en forma de observaciones, anotaciones, grabaciones y documentos. Es naturalista (porque

estudia los fenómenos y seres vivos en sus contextos o ambientes naturales y en su cotidianidad) e interpretativo (pues intenta encontrar sentido a los fenómenos en función de los significados que las personas les otorgan) pág.,9”.

Así, una investigación cualitativa plantea interpretaciones que vinculan a los estudiantes directamente con su entorno natural, donde interpretan fenómenos desde sus puntos de vista, hipótesis y significados. Las preguntas en esta investigación son abiertas y los estudiantes expresan sus ideas previas escritas y visualmente, para conocer sus opiniones relacionadas con nuestro trabajo de investigación, que es la astronomía, reconociendo sus primeras vivencias y explicaciones de fenómenos de la bóveda celeste. El investigador tiene un papel primogénito debido a que es el encargado de introducirse al entorno académico de los estudiantes, vincula todas ideas previas de los participantes y reconstruye un conocimiento teórico a base de las ciencias naturales de los fenómenos de estudio.

Es así como Hernández, Fernández y Baptista, (2014), describen el papel del investigador como: “El investigador se introduce en las experiencias de los participantes y construye el conocimiento, siempre consciente de que es parte del fenómeno estudiado. Así, en el centro de la investigación está situada la diversidad de ideologías y cualidades únicas de los individuos”.

3.1.2. Fases de la investigación

Para las fases de la investigación, se llevó a cabo mediante 4 fases que dieron base para la construcción del documento. Es así, como en primera instancia se realiza la construcción del planteamiento del problema del trabajo, el cual está enfocado en fortalecer la enseñanza de la astronomía en la escuela, en seguida se muestran los objetivos planteados los cuales se llevaron a cabo, luego la justificación donde se argumenta las razones de la realización de este trabajo, en ese orden de ideas, también se realizó una búsqueda de antecedentes de pregrado y maestría que contribuyeron de base, para la construcción del marcos teórico de orden disciplinar y pedagógico de este trabajo de investigación.

En segundo lugar, se realizó un estudio historiográfico sobre los modelos cosmológicos clásicos, que han surgido a partir del estudio del movimiento planetaria, con el fin de realizar un análisis de cada modelo, conocer cuáles son sus elementos y que estrategias plantaron sus

autores para conformar sus ideas. En consecuencia, se realizó un estudio sobre elementos conceptuales sobre la astronomía de posición, para definir el punto de referencia de uno o más cuerpo celeste en la bóveda celeste respecto a un observador desde la tierra.

En consecuencia, en la tercera fase, se realiza un estudio de orden pedagógico, en el cual se muestra los aspectos cognitivos del aprendizaje significativo propuestos por David. P. Ausubel, luego un análisis de la enseñanza de la astronomía en las escuelas y como la didáctica de la astronomía fortalece estos procesos de aprendizaje de los estudiantes, en ese orden de ideas se define que es una unidad didáctica y también de como los modelos son elementos de gran potencial para enseñanza de la astronomía en la escuelas, por último, como la utilización de software especializados en astronomía, como Stellarium, permiten un acercamiento más real a los estudiantes con la bóveda celeste, reivindicando su vínculo con el cielo.

Finalmente, en la cuarta fase, se llevó a cabo un estudio de los conceptos previos que poseen los estudiantes del semillero, por esta razón, surgen una serie de preguntas abiertas con el fin de realizar una recopilación y análisis de las respuestas, donde realizaron una descripción de sus primeras ideas, experiencias con su entorno natural y su vínculo con la astronomía. También se realizó la construcción de una unidad didáctica como propuesta de aula por el autor, con el fin de acercar los estudiantes al estudio del movimiento planetario y algunos elementos de astronomía de posición, mediante el uso de herramientas que potencializan los procesos de enseñanza y aprendizaje, sistematización y análisis de la implementación de la unidad.

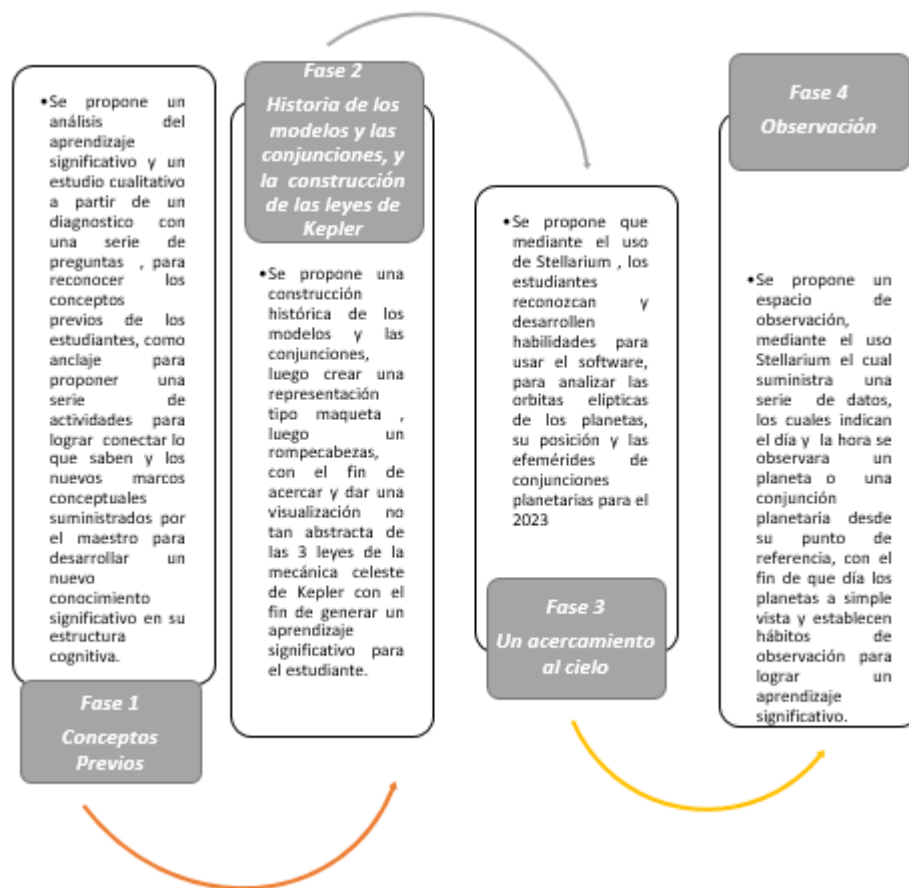


Figura 1 Esquema fases de la metodología

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IV PROPUESTA DE AULA

4. Descripción de la población

El colegio Bosanova I.E.D, se encuentra ubicado en la localidad de Bosa de la ciudad de Bogotá, fue fundado en 1982, es una institución de carácter oficial (publica), tiene educación formal desde el nivel preescolar hasta media académica y media fortalecida, esta institución

cuenta con dos jornadas mañana y tarde, es una población urbana, de estratos socioeconómicos que oscilan entre 0, 1, 2. Se implementó la propuesta de investigación con estudiantes del semillero de astronomía de “Astrobosanova”, en el cual está conformado por estudiantes de primaria y secundaria, el cual se encuentra distribuidos de la siguiente manera: 1 estudiante de tercero, 4 estudiantes de cuarto, 1 estudiante de quinto, 3 estudiantes de décimo y finalmente 8 estudiantes de grado once, para un total de 17 estudiantes. Su enfoque pedagógico es “La escuela un espacio de reflexión, convivencia y comunicación bilingüe”, donde los estudiantes tienen apropiaciones de una segunda lengua. Es así como surge la elaboración de una unidad didáctica basada en una propuesta didáctica y pedagógica para el aula, titulada “*Un Acercamiento al Movimiento Planetario y las Conjunciones*”.

4.1. Implementación y análisis

FASE 1- Conocimientos previos

En esta fase se busca realizar una recopilación de los conceptos previos que poseen los estudiantes del semillero de astronomía “AstroBosanova”, mediante un análisis del aprendizaje significativo y un estudio cualitativo, lo que permite conocer y analizar sus hipótesis, conocimientos y representaciones, frente a una secuencia de preguntas relacionadas con fenómenos relacionados con su entorno y el movimiento planetario. Gracias a estas respuestas ayudará a identificar las áreas en las que los estudiantes puedan tener dificultades y adaptar las demás actividades, con el fin de anclar lo que saben con un nuevo conocimiento teórico, para desarrollar un aprendizaje nuevo en su estructura cognitiva potencialmente significativo. Algunas preguntas que se llevaron a cabo y las respuestas de los estudiantes de primaria y bachillerato son las siguientes:

PREGUNTA	RESPUESTAS ESTUDIANTES PRIMARIA	RESPUESTAS ESTUDIANTES BACHILLERATO
¿Sabes por qué tenemos el día y la noche?	<p>E₁: El día el sol y la noche cuando se va el sol, la noche es para descansar y el sol para hacer actividades.</p> <p>E₂: El día es para disfrutar y la noche para dormir.</p> <p>E₃: Yo creo que la Tierra gira alrededor del sol en cada movimiento de los días, por ejemplo, la iluminación del sol.</p>	<p>E₁: Por la rotación que genera la Tierra, siempre hay un lado en que el sol proyecta su luz, y otra en la que solo hay oscuridad.</p> <p>E₂: Porque la Tierra tiene un movimiento llamado “rotación”, por lo que las áreas que ilumina el sol están en cambio constante.</p> <p>E₃: Por la rotación de la Tierra en su propio eje.</p>

Tabla 1. Respuestas de los conocimientos previos de los estudiantes.

Fuente: Elaboración propia.

Es muy interesante como los estudiantes de primaria del grupo de “AstroBosanova” hacen una relación de día con el sol, y también le dan atributos del día para realizar algún tipo de actividades, la de noche la relacionan con dormir o el descanso del cuerpo humano, pero no tienen ninguna noción del movimiento de rotación de la Tierra. Por otra parte, los estudiantes de grado 10 y 11 reconocen el movimiento de rotación de la Tierra, gracias a este movimiento es que se da el día y la noche.

PREGUNTA	RESPUESTAS ESTUDIANTES PRIMARIA	RESPUESTAS ESTUDIANTES BACHILLERATO
¿Qué objetos celestes puedes observar en el cielo en el día y en la noche?	<p>E₁: El día puedo ver el sol y la luna, en la noche la luna y las estrellas.</p> <p>E₂: El día: el sol En la noche: la luna y las estrellas.</p> <p>E₃: El sol en el día, la luna y las estrellas de noche.</p>	<p>E₁: En el día el principal es el sol, la luna y algunos otros objetos que casi no se ven a simple vista, y en la noche se observa, con las condiciones adecuadas el centro de la vía láctea y estrellas, planeas, etc., A años luz.</p> <p>E₂: El día solo una estrella: El sol En la noche: La luna, infinidad de estrellas, galaxias e incluso planetas con la ayuda de un telescopio, constelaciones, etc.</p> <p>E₃: Durante el día se ve el sol y de vez en cuando se puede ver la luna, y en la noche se puede ver la luna, estrellas, costelaciones, hasta incluso eventos como meteoritos, estrellas fugases, etc.</p>

Tabla 2. Respuestas de los conocimientos previos de los estudiantes.

Fuente: Elaboración propia.

En relación con la siguiente pregunta los cuerpos celestes que podemos observar en el día y la noche, los estudiantes de Educación Secundaria reconocen muchos más cuerpos celestes y reconocer el cielo cercano y profundo. Los estudiantes de Educación Primaria asocian el sol

con el día, la noche con la estrellas y aluden la luna, pero no reconocen que la luna se observa en el día y la luna su movimiento son las fases lunares.

PREGUNTA	RESPUESTAS ESTUDIANTES PRIMARIA	RESPUESTAS ESTUDIANTES BACHILLERATO
¿Estos objetos se mueven? Si o No, y ¿Por qué?	<p>E₁: El sol no se mueve y lo mismo con la luna, el que se mueve es el planeta Tierra.</p> <p>E₂: Si por que todas las cosas en el espacio se mueven.</p> <p>E₃: Creo que ellos no se mueven, si no se mueve la Tierra al rotar.</p>	<p>E₁: Las galaxias giran a su vez, todas sus estrellas se mueven con ellas, al igual que los planetas giran en torno a su estrella anfitriona, su movimiento se debe a la gravedad presente en estos objetos antes mencionados.</p> <p>E₂: El sol no se mueve, pero si rota en su propio eje, la luna si porque es un satélite gira alrededor de nuestro planeta.</p> <p>E₃: Si, estos objetos se mueven por que el universo siempre se está moviendo, todo tiene una velocidad y rotación.</p>

Tabla 3. Respuestas de los conocimientos previos de los estudiantes.

Fuente: Elaboración propia.

Los estudiantes de bachillerato reconocen que los objetos de universo tienen un movimiento, otros lo relacionan con la interacción entre dos cuerpos que es la Gravitación universal y lo postulan en términos generales a nivel del universo, pero reconocen que todo está en constante movimiento, en tanto que los estudiantes de educación primaria algunos si reconocen que todos los objetos tienen movimientos, pero otros no reconocen que todos los cuerpos celestes tienen movimientos.

PREGUNTA	RESPUESTAS ESTUDIANTES PRIMARIA	RESPUESTAS ESTUDIANTES BACHILLERATO
¿Para hacer astronomía es necesario ir a un observatorio? O ¿Hay otras formas de hacer astronomía?	<p>E₁: No es necesario porque un ejemplo serio con investigaciones y enfuerzo puedes hacerlo.</p> <p>E₂: No es necesario ir a un observatorio, hay otras formas como investigar más.</p> <p>E₃: No es necesario ir a un observatorio.</p>	<p>E₁: El observatorio solo es para darnos la oportunidad de ver más de cerca cuerpos celestes. La astronomía la podemos hacer con creatividad y siempre cuestionando sobre lo que vemos en el espacio.</p> <p>E₂: No, no es necesario, ya que podemos guiarnos con actividades, mecanismos, objetos y aplicaciones para poder hacer experimentos y poder hacer astronomía.</p> <p>E₃: En la antigüedad no tenían telescopios y mucho menos observatorios, se observaban los planetas por los puntos brillantes en el cielo y en un periodo de meses y años observaron que los puntos se movían por lo tanto no es necesario un observatorio.</p>

Tabla 4. Respuestas de los conocimientos previos de los estudiantes.

Fuente: Elaboración propia.

Los estudiantes reconocen que para hacer astronomía no es necesario ir a un observatorio, si no se pueden llegar a fenómenos de la bóveda celeste con actividades didácticas, aplicativos y software, también recalcan la observación y la creatividad de esta ciencia.

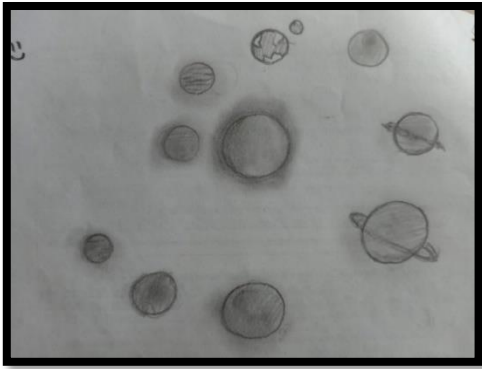
PREGUNTA	RESPUESTAS ESTUDIANTES PRIMARIA	RESPUESTAS ESTUDIANTES BACHILLERATO
¿Sabes cómo es el movimiento de los planetas en el sistema solar?, realizar un dibujo representativo	<p>E₁: No sé.</p> <p>E₂: Giratorio alrededor del sol.</p> <p>E₃: No tengo ni idea.</p>	<p>E₁: Los planetas giran alrededor del sol, giran alrededor de su estrella (sol) formando casi círculos.</p> <p>E₂: Su movimiento en su estrella (sol), es de una órbita elíptica y rota en su propio eje a una cierta velocidad.</p> <p>E₃: Los planetas hacen su rotación acuerdo a su órbita, siempre alrededor del sol.</p>

Tabla 5. Respuestas de los conocimientos previos de los estudiantes.

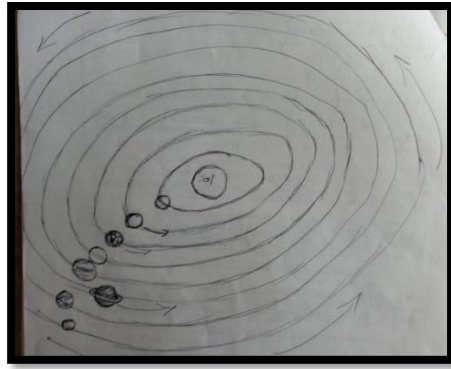
Fuente: Elaboración propia.

Los estudiantes de primaria no reconocen el movimiento planetario, como las orbitas elípticas de los planetas entrono al sol, a excepto de la ilustración del último estudiante como se observa en la tabla 6, también en solo dos imágenes se logra representar el movimiento de rotación sobre su propio eje de los planetas, aunque es relevante que reconocen algunos planetas del sistema solar e ilustraron algunos de ellos, también logran establecer una configuración de su orden. Por su parte los estudiantes de bachillerato reconocen la representación de los planetas en órbitas elípticas o circulares, pero no reconocen el modelo o ley que describe las orbitas, en el caso de las elípticas, que consisten en tres leyes de la mecánica celeste propuestas por Johannes Kepler, no comprenden su estructura por que se ve en las ilustraciones, al no establecer los focos de la elipse, aunque se ve reflejado que reconocen el movimiento de rotación de los planetas y también establecen ciertas direcciones a este.

Dibujos Primaria



Dibujos bachillerato



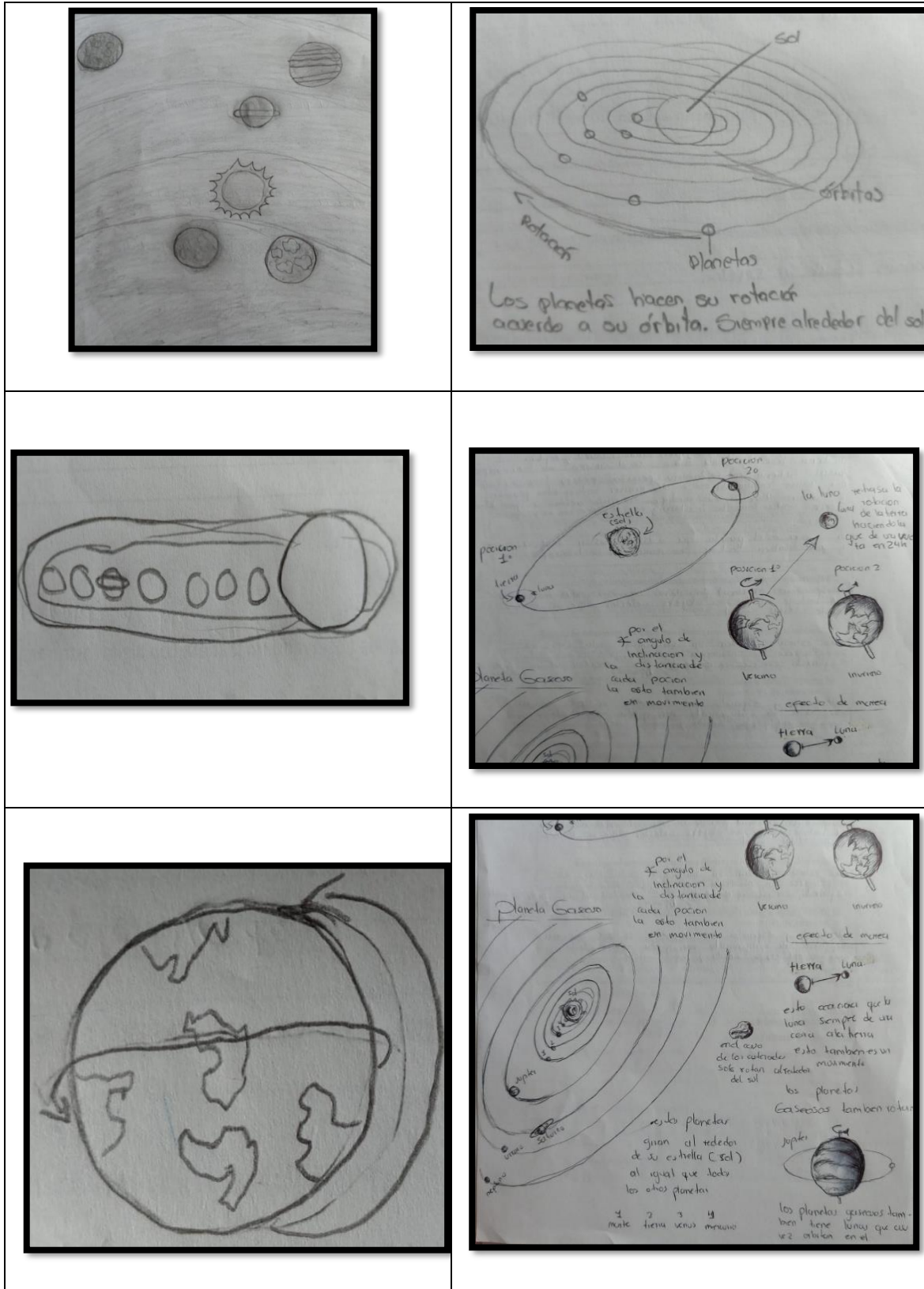


Tabla 6. Dibujos de los estudiantes sobre el movimiento planetario en el sistema solar.

Fuente: Elaboración propia.

PREGUNTA	RESPUESTAS ESTUDIANTES PRIMARIA	RESPUESTAS ESTUDIANTES BACHILLERATO
¿Sabes es una conjunción que planetaria?	<p>E₁: Supongo que muchos planetas se juntan demasiado cerca y corren riesgo de chocar.</p> <p>E₂: No sé.</p> <p>E₃: Que alguien confunda los planetas</p>	<p>E₁: No sé qué significa.</p> <p>E₂: Es un conjunto de planetas donde comparten la estrella donde orbitan como el sol.</p> <p>E₃: Creo que es alineación de los planetas, formando una línea recta</p>

Tabla 7. Dibujos de los estudiantes sobre el movimiento planetario en el sistema solar.

Fuente: Elaboración propia.

Los estudiantes no reconocen que es una conjunción entre objetos celeste o planetaria, aunque dan ideas correctas como que estas cerca, es clave resaltar que las alineaciones planetarias y conjunciones planetarias son fenómenos distintos, pero comparten relación al ser observables en la bóveda celeste.

PREGUNTA	RESPUESTAS ESTUDIANTES PRIMARIA	RESPUESTAS ESTUDIANTES BACHILLERATO
¿Qué conoces sobre los planetas de nuestro sistema solar?	<p>E₁: Que marte tenía agua.</p> <p>E₂: Que marte tenía agua hace 3700 millones de años, la gran mancha de júpiter es una tormenta que duro más de 300 años y la montaña más alta del sistema solar es el monte olimpo de marte.</p> <p>E₃: Sobre la Tierra y marte que las agencias investigan si hay vida y creo que Urano es el más frio y saturno tiene anillos.</p>	<p>E₁: Los planetas rocosos son los 4 primeros mercurio, venus, Tierra y marte, y los gaseosos Júpiter, saturno, Urano y Neptuno, la Tierra tiene algo nada común en el universo, una luna enorme tras que la Tierra tiene un tamaño pequeño o mediano tienen una luna muy grande orbitándola, eso es algo raro visto en otros planetas, Urano tiene un eje de rotación invertido, además de girar de lado y tiene anillos como los de saturno y Neptuno, pero son muy fríos.</p> <p>E₂: Se que muy pocos planetas son habitables, cada planeta tiene diferentes compuestos químicos.</p> <p>E₃: Que hay planetas que son de diferentes materiales y compuestos químicos, algunos tienen satélites naturales y otros no, que algunos son habitables y otros no, y varían de tamaño.</p>

Tabla 8. Respuestas de los conocimientos previos de los estudiantes.

Fuente: Elaboración propia.

Los estudiantes describen una serie de datos muy interesantes sobre los planetas de nuestro sistema solar, reconociendo desde sus estructuras, tamaños, compuestos, temperaturas

y gravedades, también se cuestionan de sobre la astrobiología y la vida en otros planetas, y como el agua es primordial para ello.

PREGUNTA	RESPUESTAS ESTUDIANTES PRIMARIA	RESPUESTAS ESTUDIANTES BACHILLERATO
¿Alguna vez has observado un planeta con algún instrumento “Telescopio” o a simple vista?	<p>E₁: Un planeta no, de pequeño vi la luna con un telescopio.</p> <p>E₂: No he visto, solo la luna, pero a simple vista.</p> <p>E₃: No he visto a simple vista nada, ni con telescopio.</p>	<p>E₁: No.</p> <p>E₂: Con algún instrumento no, pero en alguna ocasión, se veían dos puntos brillantes donde eran dos planetas.</p> <p>E₃: Solo le he visto a simple vista confundidos con estrellas, pero quiero poder verlos en un telescopio porque nunca he usado uno.</p> <p>E₄: No, ni a simple vista y tampoco con telescopio.</p>

Tabla 9. Respuestas de los conocimientos previos de los estudiantes.

Fuente: Elaboración propia.

La mayoría de las estudiantes describen que no han observado un planeta ni a simple vista, ni con un instrumento, solo uno estudiantes expone que ha observado planetas a simple vista, pero desconocen que las estrellas titilan y los planetas no, además que los planetas tiene orbitas eclípticas, que para un observar desde la tierra se logra identificar su movimientos en la bóveda celeste, se ve reflejado que los estudiantes tiene una desconexión al no saber diferenciar e identificar estos cuerpos con el cielo.

PREGUNTA	RESPUESTAS ESTUDIANTES PRIMARIA	RESPUESTAS ESTUDIANTES BACHILLERATO
¿Qué percepción le genera el observar el cielo a simple vista? (Interesante, Aburrido, Inspirador, etc.) ¿Por qué?	<p>E₁: Interesante porque quisiera ver más planetas o cosas que las demás personas no ven.</p> <p>E₂: Siempre miro las estrellas por un rato en la noche y me parece interesante que estén tan lejos, pero las vemos.</p> <p>E₃: Interesante porque al verlo sin ningún instrumento y verlos con sus propios ojos.</p>	<p>E₁: Inspirador e interesante me anima a seguir saciando mi mente de conocimiento, me gusta ver el cielo, saber lo que estás viendo y como sucede.</p> <p>E₂: Me parece interesante porque hay objetos y cosas enormes por descubrir, cosas que son increíbles, como el, sol, las estrellas, los meteoros, planetas, nebulosas, etc.</p> <p>E₃: Interesante y maravilloso, ya que es algo que parece ser infinito y tiene muchas cosas.</p> <p>E₄: Saber que no estamos solos y que somos un microorganismo en la galaxia, es interesante e inspirador porque de cierto modo me anima a aprender más de este tema.</p>

Tabla 10. Respuestas de los conocimientos previos de los estudiantes.

Fuente: Elaboración propia.

Los estudiantes en general reconocen que les parece interesante, inspirador y maravilloso observar el cielo a simple vista, esto quiere decir que desde los primeros cursos en la escuela los estudiantes poseen ciertas percepciones de cielo y un vínculo con él, hasta los cursos de bachillerato, los estudiantes poseen una gran interés y gusto por el cielo, pero tiene una gran dificultad para identificarlos y determinar sus movimientos, también desconocen hábitos de observación y herramientas que lograr una observación que alcance un aprendizaje potencialmente significativo para ellos.

FASE 2 – Historia de los modelos y las conjunciones, y la construcción de un modelo para explicar la 2 ley de la mecánica celeste de Johannes Kepler.

En primera instancia, se realizó un acercamiento histórico acerca de los modelos clásicos que han surgido para dar explicación al movimiento planetario, donde gracias al estudio de los modelos es indispensable hablar de la historia, la filosofía, epistemología y hechos culturales que dieron paso a planteamientos e ideas científicas, las cuales han generado percusiones para el pensamiento humano y han promovido una estructura para comprender y dar respuestas al universo. Es así, como se ilustra los modelos clásicos de en el siguiente orden, Modelo Geocéntrico de Ptolomeo, Modelo Heliocéntrico de Copérnico, Modelo Geo-Heliocéntrico de Tycho Brahe y finalmente las leyes de la mecánica celeste de Johannes Kepler. Luego se les ilustra a las estudiantes, un contexto histórico y funcionamiento de las conjunciones planetarias y la relación de este fenómeno con el movimiento planetario. Para lo anterior se preparó 2 dispositivas para ilustrarle a los estudiantes un contexto teórico, donde se estructuró una explicación resumida y concisa debido a que se implementó con estudiantes de primaria y secundaria en un trabajo conjunto.

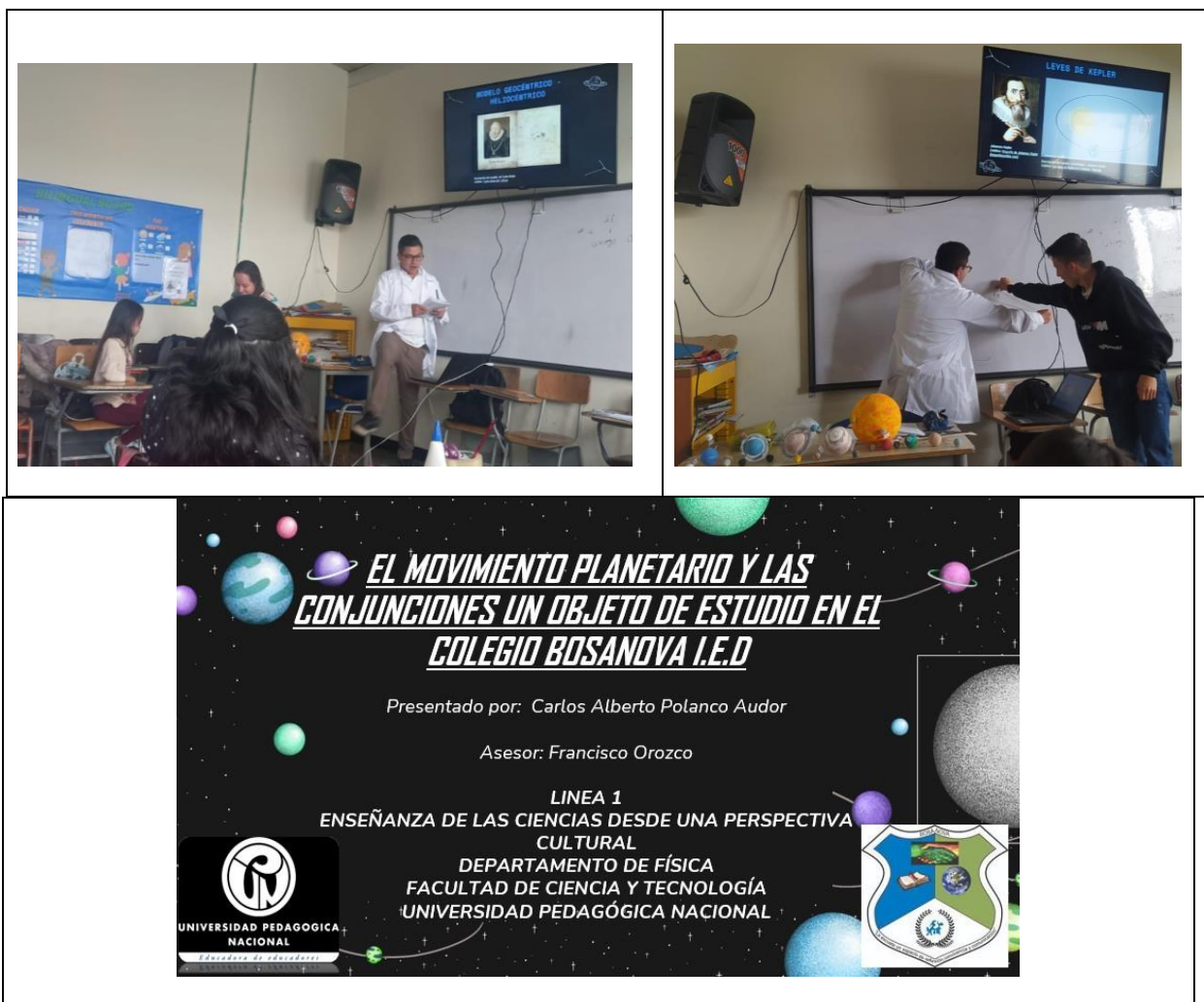


Tabla 11. Contextualización histórica de los modelos planetarios, las conjunciones y manejo de Stellarium con los estudiantes.

Fuente: Elaboración propia.

Construcción de un modelo del sistema solar a partir de la Leyes de Kepler.

Se realizó una construcción de un modelo con el fin de establecer las 3 leyes de la mecánica celestes propuesta por Johannes Kepler para definir el movimiento planetario, con el fin de ilustrar y dar una representación de estas leyes a los estudiantes del semillero, para que tengan un acercamiento más real, puedan interactuar con el modelo y establecer las tres leyes y los planetas del sistema solar.

Es importante reconocer que este tipo de representación del modelo permitió a los estudiantes desarrollar una comprensión más acorde a su entorno, ya que estas leyes son algo

abstractas y engorrosas para los estudiantes, pero por medio del modelo construido con una representación tipo maqueta se logran dar aprendizajes en la estructura de los estudiantes más relevantes y significativos, ya que se vio un gran interés e interacción con la maqueta por parte de todo el estudiantado, con el fin de que ellos puedan logara replicar este montaje.

Es así como para la construcción del modelo es necesario una serie de materiales los cuales fueron de utilidad para el resultado final, los cuales se muestran en la **Ilustración 15**.

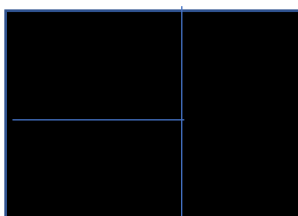
Materiales	
<ul style="list-style-type: none"> • 3 rectángulos de icopor de Largo <u>10 cm</u> de Ancho <u>50 cm</u> • Bolas de icopor para los planetas 8 y 1 para el Sol. <ul style="list-style-type: none"> -Sol – más grande icopor N° <u>20</u> -Mercurio - icopor No <u>3</u> -Venus - icopor N° <u>5</u> -Tierra - icopor N° <u>5</u> -Marte - icopor N° <u>4</u> -Júpiter - icopor N° <u>10</u> -Saturno - icopor N° <u>8</u> -Urano - icopor N° <u>6</u> -Neptuno - icopor N° <u>6</u> 	<ul style="list-style-type: none"> • Longitud en metros de pita para las orbitas elípticas de los planetas. <ul style="list-style-type: none"> Mercurio - <u>0,43</u> Metros -Venus - <u>0,465</u> Metros -Tierra - <u>0,515</u> Metros -Marte - <u>0,595</u> Metros -Júpiter - <u>0,985</u> Metros -Saturno - <u>1,16</u> Metros -Urano - <u>1,3</u> Metros -Neptuno - <u>1,43</u> Metros • Temperas • <u>Rocas/piedras</u> • Pita • Pinceles • Escarcha • Palos de pincho
<ol style="list-style-type: none"> 1. Interacción de los estudiantes con el modelo para demostrar la 1 ley de Kepler. 2. A partir de la siguiente imagen de la elipse, demostrar la 2 ley de Kepler a partir de armar un rompecabezas con las áreas, para definir si las 2 áreas son iguales. 	
Materiales <ul style="list-style-type: none"> - 1 octavo de fomi 	
Nota: Por cuestiones de tiempo el docente encargado llevara el modelo construido.	

Tabla 12. Unidad didáctica propuesta.

Fuente: Elaboración propia.

En primera instancia, es necesario 3 rectángulos de icopor, para realizar la simulación del espacio, el cual se pintaron de color negro, luego se le salpicara un poco de pintura blanca para establecer las estrellas del cielo profundo, con los tres rectángulos que conforman solo uno.

En segunda instancia de las orbitas elípticas de los



planetes del sistema solar, en la cual es

necesario establecer los 2 focos de la elipse a partir de un centro geométrico, , ahí se pondrán dos tachuelas en los dos focos, luego, a partir de cada orbita de cada planeta, se le estipulo una longitud de pita que fueron sujetadas de los dos extremos en los dos focos establecidos con las tachuelas, después se tomara longitud de pita y se templara de tal forma que empieza a realizar un movimiento de lado a lado con una tiza para ir construyendo la órbita de cada planeta como se muestra en la ilustración , finalmente cuando se terminaron de construir todas las orbitas de los planetas, se pintaran de pintura blanca para mayor visibilidad.

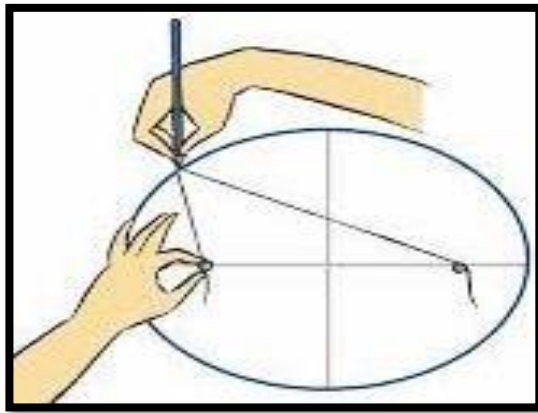


Ilustración 101. Como trazar la órbita de una elipse

Fuente:

[Www.iespfq.cat/dep/mates/apartados/arxiu_pdf_cas/Generador%20de%20elipses%20por%20el%20m%C3%A9todo%20del%20jardiner.pdf](http://www.iespfq.cat/dep/mates/apartados/arxiu_pdf_cas/Generador%20de%20elipses%20por%20el%20m%C3%A9todo%20del%20jardiner.pdf)

Por último, se realizará la construcción de los planetas que conforman el sistema solar, en donde es necesario utilizar bolas de icopor de diferentes tamaños para cada respectivo planeta, las medidas de cada bola se muestran en la **Tabla 13. Unidad didáctica propuesta**, finalmente es necesario pinturas de diferentes colores para lograr una similitud real de cada planeta, también se quiso ilustrar algunas de los satélites más representativos de cada planeta.



Tabla 13. Planetas creados

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, los estudiantes del semillero interactúan con el modelo propuesto por el autor, los estudiantes de primaria proceden a poner el sol es uno de sus focos, donde a partir de cada longitud de cuerda recrearon la órbita de cada planeta, luego determinaron cada planeta en su órbita, esto los motivo bastante ya que nunca habían trabajado con modelos. Algo muy interesante que surgió en el aula fue que algunos estudiantes señalaron que faltaban objetos celestes en nuestro modelo del sistema solar, como cometas, asteroides y estrellas fugases, lo que se dieron en la tarea de buscar rocas en la institución, y con fomi construir los cometas y estrellas fugases.



Tabla 14. Construcción del sistema solar a partir de las Leyes de Kepler.

Fuente: Elaboración propia.

En conclusión, fue una actividad muy gratificante para los estudiantes, ya que en el aula mostraron una gran disposición y en efecto mostraron la idea de querían construir sus propios modelos, ya que en el aula de clase se dieron procesos cognitivos de aprendizajes significativos en los estudiantes y se vio reflejado en el interés de replicar el modelo. Finalmente, esta actividad les permitió comprender y visualizar de manera tangible los conceptos de las tres leyes de la mecánica celeste de Johannes Kepler de una manera más interactiva e ilustrativa.

Rompecabezas para demostrar de la 2 ley de Johannes Kepler

Con un octavo de fomi los estudiantes realizaron la medida ya sea de área 1 o 2 de la orbitas elípticas de los planetas, con el cual construyeron un rompecabezas del área 1 o 2, para luego armarlos en el área opuesta, para demostrar en las áreas son iguales.

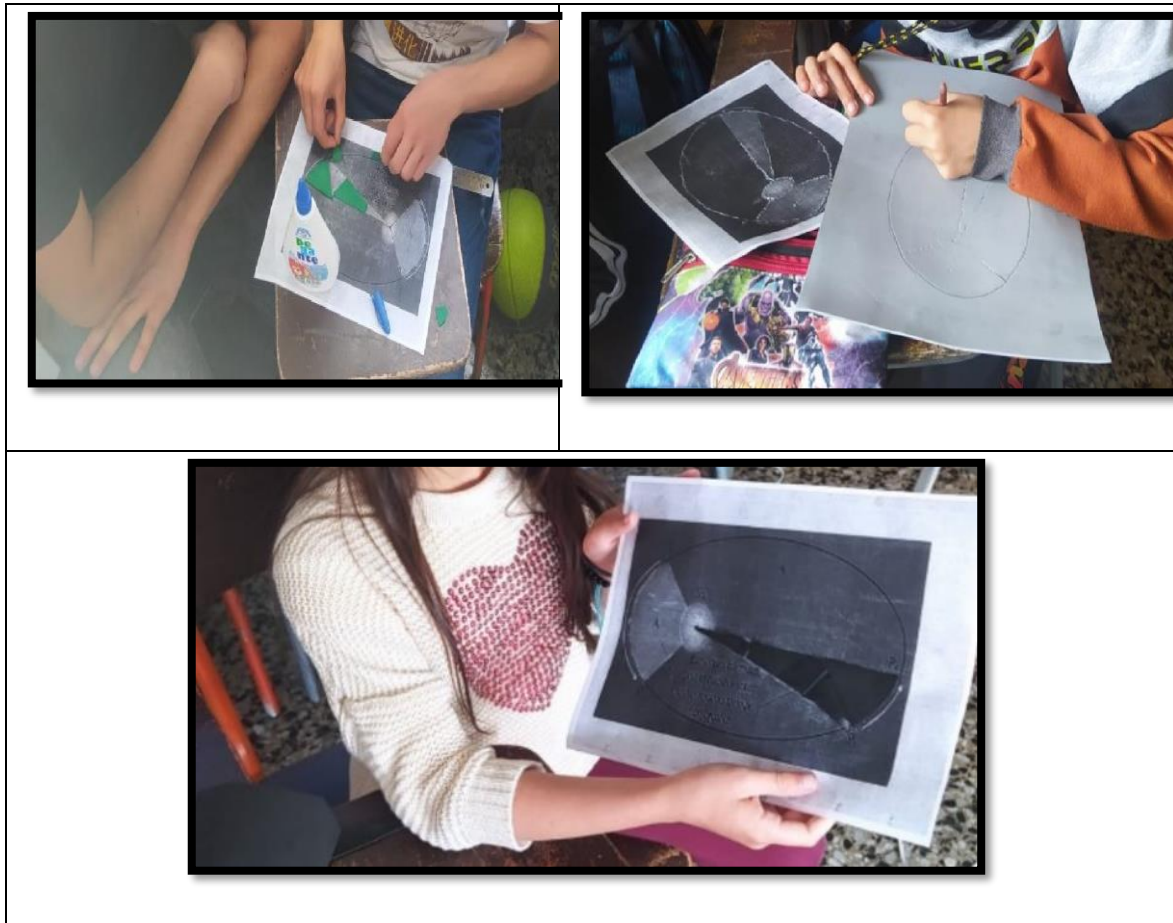


Tabla 15. Demostración con los estudiantes sobre de la 2 ley de Kepler

Fuente: Elaboración propia.

No obstante a partir de la actividad surge la siguiente pregunta para los estudiantes : ¿Las área 1 y 2 son iguales?, lo que la mayoría de los estudiantes del semillero respondieron que a simple vista no eran iguales, lo que el autor les propuso el reto de construir un rompecabezas para demostrar la 2 ley de la mecánica celeste de Johannes Kepler, finalizando la actividad los estudiantes desarrollaron habilidades para construir su propio rompecabezas con diferentes formas, para luego expresar que las áreas si son iguales, verificando la ley de que las orbitas de los planetas barren áreas iguales en tiempos iguales.

FASE 3 – Un acercamiento al cielo con Stellarium

En esta actividad se realizó una explicación del manejo del software Stellarium y cada una de sus herramientas con los estudiantes del semillero, luego se trabajó con los estudiantes los datos que el software suministra, esto con el fin de acercarlos a fenómenos astronómicos y poder establecer sus futuras observaciones mediante en análisis de datos, también proporcionar una experiencia interactiva y como la teoría aprendida son aplicables a situaciones reales del cielo nocturno.





Tabla 16. *Software Stellarium con los estudiantes.*

Fuente: *Elaboración propia.*

En esta fase se planteó para que los estudiantes tuviesen un acercamiento a la bóveda celeste mediante el software especializado en astronomía Stellarium , el cual es una herramienta de un planetario virtual, esto con el fin de que los estudiantes reconozcan algunos elementos de astronomía de posición.

Esto se llevó a cabo mediante un análisis de datos suministrado por Stellarium de lo que se observó el día 29/04/23 a las 10:30 am , es así como se llevó a cabo en la hora y fecha actual de la clase, también se consideró los eventos que se observaron en esa noche.

En primera instancia los estudiantes reconocen las cuadrículas de las coordenadas azimutales y ecuatoriales mediante la posición de los planetas de la hora y fecha actuales junto con su dirección cardinal.

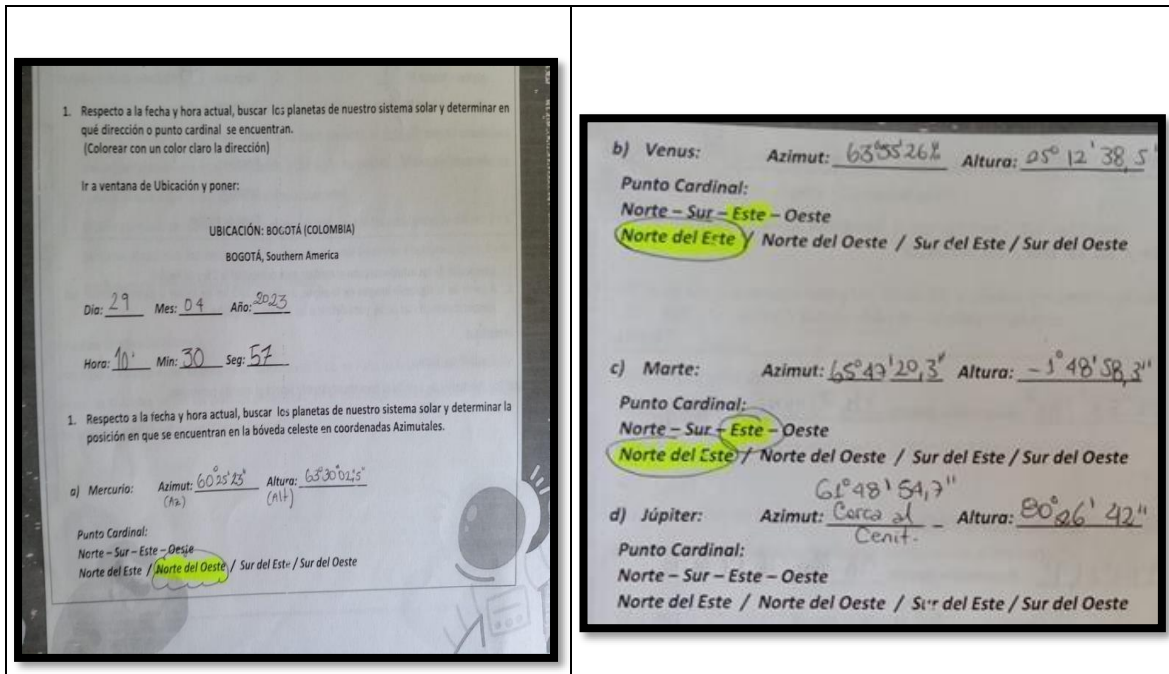


Tabla 17. Unidad didáctica propuesta

Fuente: Elaboración propia.

Por supuesto, los estudiantes les interesó mucho saber la posición de cada planeta de nuestro sistema solar en el tiempo actual de la clase, el software les llamó mucho la atención a los estudiantes, por la realidad de la bóveda celeste y de los cuerpos celestes, también lo descargaron en sus dispositivos celulares para ir en busca de los planetas de nuestro sistema solar. Luego, reconocieron las órbitas eclípticas de los planetas con Stellarium.

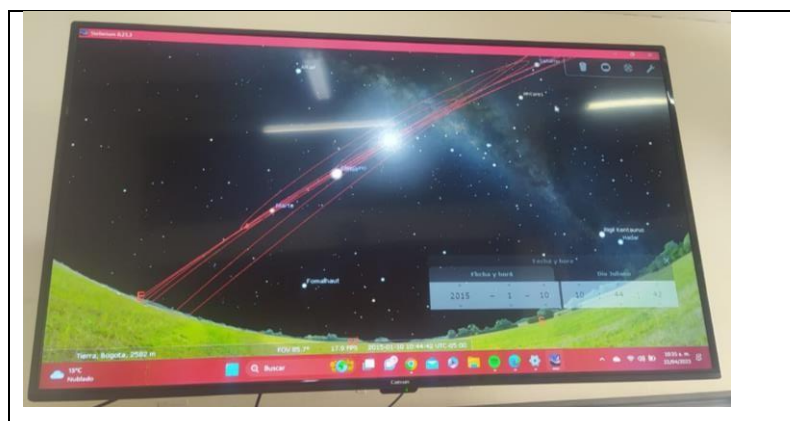


Tabla 18. Órbitas con Stellarium

Fuente: Elaboración propia.

En consecuencia, se planteó que los estudiantes reconozcan la conjunción planetarias que se dio en las horas de la noche, mediante el análisis de Stellarium que para el día de 29/04/2023, a las 19:30:26 pm, se dio la conjunción entre Venus y Marte desde una orientación del norte y norte del este, para un observador desde Bogotá, Colombia, esto con la finalidad de que los estudiantes en la noche observaran este fenómeno desde sus casas.

<p>¿Mirando hacia dónde? <u>Norte - Sur - Este - Oeste - Cerca del cenit</u> <u>Norte del Este / Norte del Oeste / Sur del Este / Sur del Oeste</u></p> <p>b) ¿Puede verse planetas hoy a las 19:30:26 o alguna conjunción planetaria? <u>SÍ - NO</u> ¿Cuál/es? <u>Venus - Marte - Júpiter - Saturno</u> <u>¿Otro?: Luna</u></p> <p>¿Mirando hacia dónde? <u>Norte - Sur - Este - Oeste - Cerca del cenit</u> <u>Norte del Este / Norte del Oeste / Sur del Este / Sur del Oeste</u></p> <p>c) Ir a la ventana de Fecha y Hora en Stellarium y poner los datos de su nacimiento. ¿Pueden verse planetas o alguna conjunción planetaria? <u>SÍ - NO</u> ¿Cuál/es? <u>Venus - Marte - Júpiter - Saturno</u> <u>¿Otro?: Luna</u></p>	<p>¿Mirado hacia dónde? <u>Norte - Sur - Este - Oeste - Cerca del cenit</u> <u>Norte del Este / Norte del Oeste / Sur del Este / Sur del Oeste</u> <u>NO, entonces escribir algún cuerpo celeste que le haya impresionado o llamado la atención, el día De nacimiento.</u> Cuerpos Celestes: <u>SIRIUS</u></p> <p>d) ¿Para observar planetas o alguna conjunción necesito un telescopio? ¿Para observarlos qué necesito si o no telescopio? ¿A simple vista se ven? ¿Cuáles? <u>Mercurio - Venus - Marte - Júpiter - Saturno - Urano - Neptuno</u> <u>No es necesario ya que se puede hacer por muchos medios como Stellarium y los planetas que selecciona se pueden ver sin mucha dificultad debido a que son los planetas más cercanos a la tierra.</u></p>
--	--

Tabla 19. Unidad didáctica propuesta.

Fuente: Elaboración propia.

También se quiso realizar un acercamiento con el día y hora de nacimiento independiente de cada estudiante, ya que por medio del software Stellarium, ellos ingresan sus datos y reconocen algunos fenómenos astronómicos que sucedieron cuando ellos estaban naciendo, como: conjunciones planetarias, posición de ciertos objetos celestes, estrellas etc., lo que los cuestiono mucho saber que se observaba en ese momento.

Finalmente, reconocen que los planetas que se pueden observar a simple vista después una persona ubicada en la Tierra son de Mercurio hasta Saturno, Urano y Neptuno no se logran observar a simple vista debido a la gran distancia de ellos respecto a la Tierra, estos dos últimos planetas se logran identificar mediante el software Stellarium, o mediante un instrumento de observación, como un telescopio. También los estudiantes reconocen las efemérides de

conjunciones planetarias para el 2023, para los meses de marzo, abril y junio para un observador desde Bogotá- Colombia, suministrados por Stellarium.

ABRIL					
Fecha y Hora	Separación	Elevación	Planeta 1	Planeta 2	Punto Cardinal
2023-04-09 13:36:46	+19°35'40.1"	+69°13'16.12"	Venus	Mercurio	Norte y Norte del Este
¿Observo algún otro planeta?: URANO, Júpiter.					
2023-04-22 08:39:34	+3°50'27.7"	+26°57'06.4"	Urano	Mercurio	Norte del Este y Norte
¿Observo algún otro planeta?: Venus, Júpiter, Saturno					

MARZO					
Fecha y Hora	Separación	Elevación	Planeta 1	Planeta 2	Punto Cardinal
4. Mediante los siguientes datos de efemérides de conjunciones planetarias para el 2023 proporcionados por Stellarium, ir a la ventana de fecha y hora, luego ingrese los datos proporcionados y determinar que conjunción planetaria se está observando.					
¿Observo algún otro planeta?:					
2023-03-30 16:06:10	+15°13'11.8"	+60°57'13.96"	Venus	Urano	Oeste
¿Observo algún otro planeta?:					
2023-03-30 16:06:10	+15°13'11.8"	+37°54'58.3"	Júpiter	Mercurio	Oeste
¿Observo algún otro planeta?:					

Tabla 20. Unidad didáctica propuesta.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, les gusto mucho el software Stellarium, por su realidad aumentada de alta calidad, por ser un planetario virtual que les permite saber que objetos celestes se están observando y por los de datos les puede suministrar para establecer futuras observaciones astronómicas.

Lastimosamente para la implementación con Stellarium no contamos con la sala de sistema de la institución educativa, por esta razón los estudiantes desarrollaron la actividad con dos computadores suministrados por los maestros encargados, la idea principal era grupos de trabajo con un pc independiente, pero no se pudo llevar a cabo la actividad de esa manera.

FASE 4 – Observación.

Esta actividad combina enfoques prácticos, interactivos, de descubrimiento y observacionales para brindar una experiencia de aprendizaje completa y enriquecedora a los estudiantes, con el fin de consolidar su comprensión del movimiento planetario y las conjunciones.

Se llevó a cabo en las instalaciones del Colegio Bosanova I.E.D, la observación que tuvo una duración de 30 min el 4 de mayo de 2023, la observación se llevó a cabo a simple vista, el cual para ubicarse en la bóveda celeste los estudiantes utilizaron el software Stellarium para dispositivos celulares, se logró observar el planeta Venus y nuestro satélite natural Luna, donde recocieron la diferencia entre una estrella y un planeta al observarlos, lastimosamente solo logramos observar estos dos cuerpos y algunas estrellas, debido a los problemas de contaminación lumínica y algunas nubes que no nos permitían una buen observación.

Lastimosamente ese día no se dio una conjunción planetaria, pero los estudiantes tuvieron un espacio de reflexión y preparación de cómo se debe planear una futura observación astronómica, además de poder establecer la posición de estos astros con Stellarium. Finalmente, los estudiantes quedaron muy interesados con la actividad planteada de la observación, ya que no sabían ubicar los cuerpos celestes a simple vista, pero con la ayuda de Stellarium logra que darles una visión amplia de la posición de estos astros, es así como para las futuras observaciones por cuenta de ellos utilizaran Stellarium, como una herramienta que les ayuda guiarlos y comprender la bóveda celeste.



Tabla 21. Observación con los estudiantes.

Fuente: Elaboración propia.

4. Apuesta didáctica y pedagógica para fortalecer la enseñanza de la astronomía y de especial del movimiento planetario

4.2. Aspectos pedagógicos

Para abordar el movimiento planetario es necesario que los maestros reflexionen sobre el grado de abstracción de algunos fenómenos astronómicos, luego reconocer los conceptos previos que tiene el estudiante, para así determinar un tema en específico el cual tendrá anclaje con los pensamientos del estudiante, para determinar un tema relacionado y poder generar un nuevo aprendizaje anclando de lo que sabe el estudiante y un nuevo marco teórico suministrado por el maestro, para establecer un nuevo aprendizaje significativo en la estructura cognitiva del estudiante.

Es así que para abordar el movimiento planetario es importante reflexionar, e ilustrarle en las instituciones educativas a los estudiantes su comprensión de la naturaleza, su vínculo con el entorno y reivindicar su vínculo con el cielo, reconociendo algunos elementos de los modelos y movimientos, también la espacialidad de los cuerpos, y finalmente en especial proponer un razonamiento por descubrimiento. También se considera muy importante que los maestros elaboren y diseñen materiales enfocados en la astronomía, para lograr reivindicar a los estudiantes el vínculo con el cielo y lograr que sean materiales potencialmente significativos para los estudiantes a la hora de realizar la serie de actividades demuestren su gusto e interés por el trabajo a realizar.

Aspectos didácticos

Los maestros tienen la responsabilidad de brindar materiales, herramientas y espacios que logren vincular a los estudiantes con la astronomía, el cual permita potencializar los aprendizajes de los estudiantes, con la finalidad de generar en los estudiantes un razonamiento de descubrir, el cual es despertar en los estudiantes un gusto, curiosidad, y apropiación de su entorno y de algunos fenómenos astronómicos.

Una representación del movimiento planetario son los modelos, la cual se define como una estructura o representación gráfica, visual o geométrica que vincula un tema específico,

está conformada principalmente de hipótesis o de ideas, que no están totalmente formalizadas, si no nacen de indagaciones, en el caso de las ciencias para dar respuesta algún fenómeno natural. En los ámbitos educativos los modelos permiten que los estudiantes tengan una representación más clara y no tan abstracta, generando en ellos un pensamiento científico y un aprendizaje significativo en su estructura cognitiva.

Finalmente, las herramientas de las Tic como, el acceso a el Internet, los computadores, los dispositivos celulares, la pizarra digital, y por ende recursos digitales, como en este caso el software Stellarium, son recursos educativos para que los estudiantes puedan mejorar sus procesos de aprendizajes, ya que permiten dar una mejor visualización y realidad aumentada de los fenómenos astronómicos, para poder instaurar en los estudiantes el asombro y la curiosidad de los cuerpos celestes. Stellarium se convierte en una herramienta muy importante en las aulas porque remueve la idea de que es necesario un gran observatorio o un planetario en la instituciones para poder llevar la astronomía a las instituciones educativas, ya un observatorio no está al alcance ni físicas, ni monetarias, como si solo con un dispositivo celular o un pc , lo que logra facilitare la comprensión del cielo y una mapa celeste para determinar la posición de cuerpos celestes, ya que cumple la tarea de ser un planetario virtual al acceso de toda la comunidad educativa.

5. Conclusiones

Se reconoce la importancia de reconocer la historia del ciencia como un elemento importante para el maestro en su proceso de caracterizar el movimiento planetario y en el desarrollo de las actividades que se van a llevar al aula.

Los modelos cosmológicos aportan referentes teóricos que soportan la caracterización y descripción del movimiento planetario a lo largo de la historia de la ciencia. Aunque cabe resaltar que en este trabajo se tomaron los modelos cosmológicos clásicos ya que modelos contemporáneos como el estado inflacionario, o estacionario desbordaban el interés de este escrito.

La unidad didáctica diseñada se enfocó en fortalecer los aprendizajes de los estudiantes en temas relacionados con la Astronomía, específicamente el movimiento planetario, para proporcionar una estructura coherente buscando que se generen aprendizajes significativos. Al comenzar con un diagnóstico de conceptos previos, seguido de un contexto histórico, una serie de actividades prácticas, como construcción de una maqueta, un rompecabezas, uso de Stellarium y observación astronómica, los estudiantes tienen la oportunidad de consolidar gradualmente su conocimiento y habilidades, en aprendizajes potencialmente significativos.

Este trabajo de investigación representa un valioso aporte para fortalecer la enseñanza y aprendizaje de la astronomía en las escuelas. Al reconocer a cada estudiante individualmente y considerar su contexto, experiencias e hipótesis con el entorno natural, se pudo abordar la astronomía de manera efectiva. El enfoque colaborativo permitió la divulgación y el conocimiento científico en el ámbito escolar, proporcionando una experiencia enriquecedora para todos los involucrados.

Se reconoció el papel fundamental de los modelos para construir conocimiento científico en el aula, ya que en la enseñanza de la astronomía resulta fundamental para facilitar la comprensión de conceptos abstractos, ya que por medio de maquetas o representaciones permite la capacidad de entender el funcionamiento del universo y del sistema solar. Estos modelos permitieron el estudio del movimiento planetario y la comprensión de hechos históricos y filosóficos relacionados. La construcción de un modelo basado en las leyes de la mecánica celeste de Johannes Kepler proporcionó una representación más tangible del sistema solar, lo que facilitó la comprensión de conceptos abstractos para los estudiantes. Se destacó la importancia de las conjunciones planetarias como un fenómeno que vincula el análisis del movimiento planetario y permite observar los planetas desde la Tierra a simple vista. Esto enriqueció el aprendizaje y el fortalecimiento de los procesos de enseñanza, al facilitar el reconocimiento de las coordenadas celestes y la posición de los cuerpos celestes.

La investigación se apoyó en su enfoque disciplinario y pedagógico, que permitió un desarrollo metodológico cualitativo. Se valoró el conocimiento histórico del movimiento

planetario y su evolución a través de diferentes modelos, desde Tolomeo hasta Kepler, lo que se vinculó con el fenómeno de las conjunciones. En cuanto al enfoque pedagógico, se reconocieron los conceptos previos de los estudiantes y la importancia de proporcionarles ideas significativas para desarrollar procesos cognitivos sólidos, apoyado de la teoría del aprendizaje significativo por David. Ausubel. El aprendizaje significativo en la astronomía va más allá de memorizar datos y conceptos. Al utilizar modelos, realizar observaciones, proponer actividades interactivas, los estudiantes pueden construir conexiones significativas entre la teoría y la práctica, lo que favorece una comprensión profunda y aplicable en situaciones de su entorno. Esta comprensión significa fomentar el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, espacial y comprensión del cosmos.

La inclusión de una unidad didáctica y el uso del software Stellarium resultaron clave para fortalecer los procesos de aprendizaje en los estudiantes. Stellarium, como un planetario virtual de alta resolución, permitió acercarse al cielo y comprender mejor la posición de los cuerpos celestes. La herramienta generó entusiasmo en los estudiantes y facilitó la planificación de futuras observaciones astronómicas. Los resultados de la implementación de la unidad didáctica demostraron que los estudiantes pudieron reevaluar y formalizar sus ideas sobre el movimiento planetario y las conjunciones. Asimismo, reconocieron a Stellarium como una herramienta valiosa para conectar con el cielo y mejorar su comprensión astronómica, lo que contribuyó a un aprendizaje significativo.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Aduríz, A. &. (2014). UNA CARACTERIZACIÓN SEMANTICISTA DE LOS MODELOS CIENTÍFICOS PARA LA CIENCIA ESCOLAR. *Bio - Artículos de Investigación.*, 10.
- Amaris, E. S. (2017). *Estrategia metodológica que contribuya a la enseñanza de la astronomía.* Medellín : Universidad Nacional de Colombia.
- Barbosa, J. G. (2001). *ELEMENTOS DE ASTRONOMÍA DE POSICIÓN* . Bogotá.

- BARQUERO, J. I. (2010). *MANUAL DE ASTRONOMÍA*. MANAGUA, NICARAGUA: AI AMERICAN COLLEGE.
- BERNAL, D. A. (2014). *DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA APRENDIZAJE DEL MOVIMIENTO PLANETARIO CON LA UTILIZACIÓN DE UN AULA VIRTUAL*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Bernal, S. A. (2009). Anaximandro: Astronomía. *Ontology Studies* , 17.
- Blasco Mira, J., & Mengual Andrés, S. (2008). *LAS UNIDADES DIDÁCTICAS* . Bogotá: Educación Física y su didáctica II .
- BOCANEGRA, G. (2018). *LA ASTRONOMIA COMO RECURSO DE APRENDIZAJE INTERDISCIPLINAR EN LA ESCUELA PARA EL GRADO QUINTO*. IBAGUÉ , TOLIMA: UNIVERSIDAD DEL TOLIMA.
- Camino, N. (2011). LA DIDÁCTICA DE LA ASTRONOMÍA COMO CAMPO DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EDUCATIVAS. *I Simpósio Nacional de Educação em Astronomia*, 13.
- Camino, N. (2021). DISEÑO DE ACTIVIDADES PARA UNA DIDÁCTICA DE LA ASTRONOMÍA VIVENCIALMENTE SIGNIFICATIVA. *Góndola Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 23.
- Cardona, Á. R. (2013). *BREVE HISTORIA DE LA ASTRONOMÍA*. Madrid : Nowtilus.
- Culma, J. S., & Medina, Y. Y. (2016). *LA NOCIÓN DE SISTEMA PLANETARIO DESDE UNA PERSPECTIVA SOCIOCULTURAL: APORTES* Culma, J. S., & Medina, Y. Y. (2016). *LA NOCIÓN DE SISTEMA PLANETARIO DESDE UNA PERSPECTIVA SOCIOCULTURAL: APORTES* Cali.
- David Goodstein, J. G. (1999). *LA CONFERENCIA PERDIDA DE FEYNMAN - El movimiento de los planetas alrededor del Sol*. Barcelona : METATEMAS 56.
- Díaz, J. L. (2012). *El heliocentrismo Copérnico Ha vueltas con la tierra*. España .
- Diego H. Arias Gómez, E. T. (2017). UNIDADES DIDÁCTICAS. HERRAMIENTAS DE LA ENSEÑANZA. *NORIA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA*, 7.
- DUQUE, N. R. (2014). *ESTILOS DE APRENDIZAJE Y MODELOS DIDÁCTICOS EN LAS CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL*. Cartagena : UNIVERSIDAD DE CARTAGENA.

- Echenique, E. E. (2017). *Metodología de la Investigación. Manual Autoformativo Interactivo*. Huancayo: Universidad Continental.
- Escamilla, L. (2019). *Modelos del sistema tierra - sol con el grupo de astronomía de la escuela pedagógica experimental*. Bogotá.
- Fara, P. (s.f.). Breve historia de la ciencia. .
- Galperin, D. (2011). *PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA*.
- Gates, M. (2009). *Guía de usuario de Stellarium*. Copyright.
- Geographic, N. (2012). *EL HELIOCENTRISMO DE COPÈRNICO- A vueltas con la tierra*. Rodesa, Villatuerta (Navarra): EDITEC.
- Geographic, N. (2012). *EL MOVIMIENTO PLANETARIO DE KEPLER - Bailando con las estrellas*. Rodesa, Villatuerta (Navarra) : EDITEC.
- González, F. J., & Torres, J. V. (2012). *MODELIZACIÓN Y MODELOS EN EL AULA: EXPERIENCIA SOBRE LAS FASES DE LA LUNA EN LA EDUCACIÓN MEDIA*. Bogotá.
- Gribbin, J. (2001). *Historia de la ciencia* .
- HABA, J. P. (2016). *LA GEOGRAFIA DE PTOLOMEO Y SU TRANSMISIÓN AL ISLAM Y AL OCCIDENTE CRISTIANO*. València: Cuadernos de Geografía .
- Hannu Karttunen, P. K. (2006). *Fundamental Astronomy* . New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York.
- I.E.D, C. B. (2017). *PROYECTO EDUCATIVO INSTITUCIONAL COLEGIO BOSANOVA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DISTRITAL. BOGOTÀ D.C.*
- Játiva, M. G. (1 de enero de 2023). *Curso De Astronomía*. Obtenido de Mailxmail:
<http://www.mailxmail.com/autor-mario-gaitano-jativa>
- Joya, L. G. (2011). *Implementación de una página web interactiva como herramienta didáctica para profundizar sobre el modelo cosmológico de Kepler en Astronomía*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Joya, L. G. (2011). *Implementación de una página web interactiva como herramienta didáctica para profundizar sobre el modelo cosmológico de Kepler en Astronomía*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Kuhn, T. (1956). *La Revolución Copernicana*. Libros Maravillosos.

- Lara, O. J. (2020). *Consideraciones en torno a la elaboración de modelos sobre la posición*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Lisboa, S. P., Rios, C. G., & Allaria, J. C. (2020). Realidad Aumentada y stellarium: astronomía para niños y niñas de cinco años. *Alteridad*, 11.
- Lisi, F. L. (s.f). *ASTROLOGIA, ASTRONOMIA Y FILOSOFIA DE LOS PRINCIPIOS EN PLATON*. Universidad de Salamanca .
- MUÑOZ, K. Y. (2022). *UNA PROPUESTA DE ENSEÑANZA DEL MODELO DEL SISTEMA SOLAR PARA PROFESORES DE PRIMARIA*. BOGOTÁ D.C.
- Ortega, F. J. (2007). MODELOS DIDÁCTICOS PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES. *Universidad de Caldas*, 20.
- P. Benaglia, A. R. (2018). La enseñanza de la astronomía : nuestro vínculo con la gente. . *Asociación Argentina de Astronomía*. , 5.
- Palmero, M. L. (2011). La teoría del aprendizaje significativo: una revisión aplicable a la escuela actual. *Revista Electrónica de 'Investigación e Innovación Educativa i Socioeducativa*, 22.
- Roberto Hernández, . C. (2014). *Metodología de la Investigación , sexta edición*. México: Punta Santa Fe.
- Sandra Pérez, C. G. (2019). Realidad Aumentada y stellarium: astronomía para niños y niñas de cinco años. *Alteridad* , 11.
- Torres, J. E. (2013). *ELEMENTOS DE ASTRONOMIA OBSERVACIONAL: LA ESFERA CELESTE*. Tonantzintla, Puebla, México: Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica.
- Torres, J. E. (2013). *ELEMENTOS DE ASTRONOMÍA OBSERVACIONAL: LA ESFERA CELESTE*. Tonantzintla: Inade.
- Torres, Y. A. (2011). MOVIMIENTO PLANETARIO E HISTORIA DE LA CIENCIA. *Revista Cubana de Física*, 5.
- Valdecilla, B. H. (2009 - 2010). *El Saber De Las Estrellas : libros de astronomía en la Biblioteca Complutense* . Madrid: Biblioteca Histórica Marqués de Valdecilla.

6. ANEXOS

6. Cálculos sobre las Leyes de Johannes Kepler

6.1. Primera ley de Johannes Kepler

Los planetas se mueven alrededor del Sol describiendo orbitas elípticas (no circulares). El Sol ocupa uno de los focos de dicha elipse. (Barbosa, 2001) Descripción geométrica:

$$PF + PF' = \text{Constante}$$

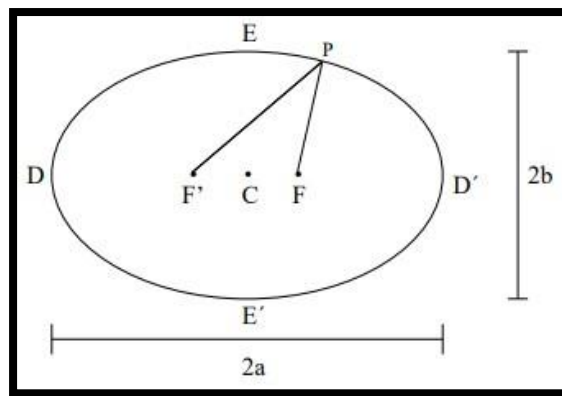


Ilustración 1. Elipse, Barbosa (2001).

En donde:

P = Cualquier punto geométrico alrededor de la elipse.

F' = Primer foco de la elipse.

F = Segundo foco de la elipse.

C = Centro geométrico de la elipse.

Constante

Ahora la definición de las distancias de del eje mayor y eje menor de la elipse son:

El eje mayor de la elipse:

$$DD' = \text{Eje mayor de la elipse}$$

Entonces:

$$DD'$$

$$CD = CD'$$

$$CD = CD' = \frac{DD'}{2} = a$$

En donde:

$DD' =$ Eje mayor de la elipse

CD y $CD' =$ Excentricidad de la elipse

$a =$ Semieje mayor de la elipse

El eje menor se define como:

$$EE' = \text{Eje mayor de la elipse}$$

Entonces:

$$EE'$$

$$CE = CE'$$

$$CE = CE' = \frac{EE'}{2} = b$$

En donde:

$EE' =$ Eje mayor de la elipse

CE y $CE' =$ Excentricidad de la elipse vertical

$b =$ Semieje menor de la elipse

Es así como la ecuación de la elipse se reescribe como:

$$PF + PF' = 2a$$

O también:

$$EF' = EF = E'F' = E'F = a$$

Es así como la excentricidad de la elipse se puede definir geoméricamente como e :

$$e = \frac{CF}{CD'} = \frac{CF'}{CD} = \frac{CF}{a}$$

Un dato curioso es que:

Cuando $e = 0$

La elipse se convierte en una circunferencia, ya que los focos F y F' se confunden con punto C del centro de la elipse.

Ahora se busca una expresión matemática más formal, en la cual nos permita encontrar y formalizar la elipse en un plano. Es así como se acude a la ecuación que describe una circunferencia en coordenadas cartesianas, la cual se expresa el centro como el origen y de radio r , la expresión que se denota es:

$$\frac{x^2}{r^2} + \frac{y^2}{r^2} = 1$$

Esta ecuación de la circunferencia la podemos reescribir para definir la ecuación de una elipse en coordenadas cartesianas, la cual se expresa el centro en el origen, en donde el eje de las x representa el eje mayor y el eje de las y el eje menor.

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

Es así como la expresión anterior se debe adecuar respecto a uno de los focos en el cual se encuentra ubicado el Sol sea F o F' , ya que no se encuentra en el centro C . Por ende, se debe realizar una traslación de coordenadas de C a F en el eje x .

Por lo tanto, se debe reescribir la expresión con $CF = ae$, entonces se obtendrá la expresión para la elipse que tiene origen en uno de sus focos, en este caso F :

$$\frac{(x + ae)^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

Sin embargo, este tipo de ecuación en coordenadas cartesianas no es muy utilizada en astronomía, pero sí lo es representar las ecuaciones en coordenadas esféricas o polares. (Barbosa, 2001). Es así como se recurre a encontrar la ecuación de la elipse en coordenadas

polares con origen en uno de sus focos, en donde reescribiendo la ecuación anterior en donde se debe multiplicar por $a^2(1 - e^2)$ y por b^2 es así como reescribiendo la ecuación resulta:

$$\frac{(x + ae)^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

$$\frac{(x + ae)^2 \cdot a^2(1 - e^2)}{a^2} + \frac{y^2 b^2}{b^2} = 1 \cdot (a^2(1 - e^2))$$

$$(x + ae)^2 \cdot (1 - e^2) + y^2 = a^2 - a^2 e^2$$

$$(x^2 + 2aex + a^2 e^2) (1 - e^2) + y^2 = a^2 - a^2 e^2$$

Realizando algunas operaciones y distributiva, la expresión nos queda:

$$x^2 + 2aex + a^2 e^2 - x^2 e^2 - 2ae^3 x - a^2 e^4 + y^2 = a^2 - a^2 e^2$$

$$x^2 + 2aex - x^2 e^2 - 2ae^3 x + y^2 = a^2 - a^2 e^2 + a^2 e^4 - a^2 e^2$$

$$x^2 + 2aex - x^2 e^2 - 2ae^3 x + y^2 = a^2 - 2a^2 e^2 + a^2 e^4$$

Ahora se unen los términos semejantes:

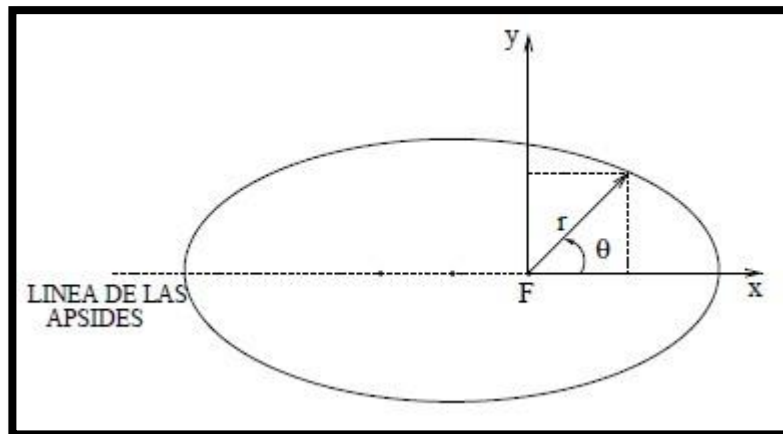
$$x^2 + y^2 = a^2 - 2a^2 e^2 + a^2 e^4 - 2aex + x^2 e^2 + 2ae^3 x$$

$$x^2 + y^2 = a^2 - 2a^2 e^2 + a^2 e^4 - 2aex + x^2 e^2 + 2ae^3 x$$

Luego se realiza factor común:

$$x^2 + y^2 = a^2(1 - e^2)^2 - 2aex(1 - e^2) + x^2 e^2$$

Teniendo en cuentas las transformaciones entre las coordenadas polares y cartesiana se obtiene:



Podemos determinar alguna relación, están expresadas de las coordenadas cartesianas (x, y) , y las polares (r, θ)

$$x = r \cos \theta \quad \& \quad y = r \sin \theta$$

Es así como:

$$r^2 = [a(1 - e^2) - r \cos \theta]^2$$

Donde podemos sacar raíz cuadrada y factorizar r determina que:

$$\begin{aligned} r &= \sqrt{[a(1 - e^2) - r \cos \theta]^2} \\ r &= a(1 - e^2) - r \cos \theta \\ r &= \frac{a(1 - e^2)}{1 + \cos \theta} \end{aligned}$$

Entonces r es determinado como el radio vector, distancia entre el Sol y el centro de un determinado planeta, para el movimiento y el ángulo θ es determinado como una anomalía. La última ecuación expresada ilustra una elipse en coordenadas polares con origen en uno de los focos de la elipse, en este caso la F.

$$r = \frac{a(1 - e^2)}{1 + \cos \theta}$$

Consideremos ahora que, $e = 0$, entonces el radio vector r es igual a una constante que en este caso es a , y obtendremos la expresión de una circunferencia

$$r = \frac{a(1 - 0^2)}{1 + \cos \theta}$$

También se puede deducir cuando un planeta está en perihelio, y es cuando está en su trayectoria y está más cerca al Sol, mientras que el afelio es cuando un planeta está en su trayectoria más lejana al Sol. Existe una línea recta la cual junta el centro de la elipse con sus focos y en sus extremos el (perihelio y afelio) y esta línea se denomina ápsides.

Entonces se puede considerar que:

$$\begin{aligned} \theta = 0^\circ & \quad \text{Donde } r = a(1 - e) & \text{Perihelio} \\ \theta = 180^\circ & \quad \text{Donde } r = a(1 + e) & \text{Afelio} \end{aligned}$$

Poner imagen

Respecto a lo a línea denomina ápsides, podemos determinar el radio medio de cual planeta r_{med} , la cual se puede determinar como la distancia media entre el Sol y un planeta, y es congruente con el semieje mayor a , el cual sería:

$$r_{med} = \frac{a(1 - e) + a(1 + e)}{2} = a$$

En astronomías existe una unidad de medida para poder expresar distancias entre cuerpos celeste, en este caso si quisiéremos medir cualquier distancia del sol con el centro de cualquier planeta del sistema solar, se mide en Unidad Astronómica ($u. a.$).

$$1 u. a = 149.597.870 km$$

6.1.2 Segunda de Johannes Kepler

La segunda ley pone de manifiesto que aun cuando la órbita de los planetas no es circular, los planetas insisten en desplazarse barriendo áreas iguales en tiempos iguales. (Barbosa, 2001)

$$A \propto t$$

$$A = Kt$$

En donde:

$A =$ La área que barre un planeta

$t =$ Tiempo

$K =$ Constante de proporcionalidad

Es así como es posible determinar que esta expresión implica que:

$$t_2 - t_1 = t_4 - t_3$$

Entonces se cumple

$$A_1 = A_2$$

Donde mediante las razones de cambio podemos observar el movimiento de algún planeta.

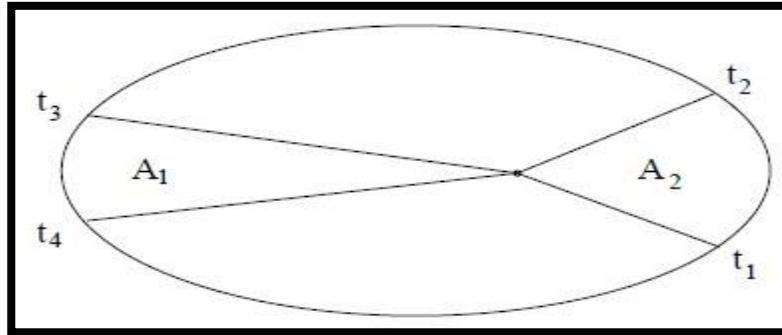


Ilustración 13. Segunda Ley de Kepler, Barbosa (2001)

Cabe resaltar que en la actualidad los astrónomos no miden áreas, si no ángulos, ya que esta ley supone que las trayectorias no son uniformes, debido a esto los planetas deben acelerar su movimiento en el perihelio y tienen cierta desaceleración cuando está en el afelio, es así como en cualquier ángulo θ es una anomalías, ya que no es una función lineal del tiempo, y sienta más rigurosos cambia este valor para cualquier planeta del sistema solar, es así como hallar este valor de θ para cualquier t no es muy trivial.

6.1.2.1. Áreas en relación con el tiempo: Ley del paralelogramo

Como hemos venido descrito, ya determinamos que el movimiento de los planetas m_1 respecto con M_2 están inmersos en un plano, es así como nos enfocaremos en el área recorrida por el planeta M_2 , por lo que se dará una explicación referente a una función del tiempo y un segundo referente a una función del ángulo recorrido o barrido.

Área - Tiempo

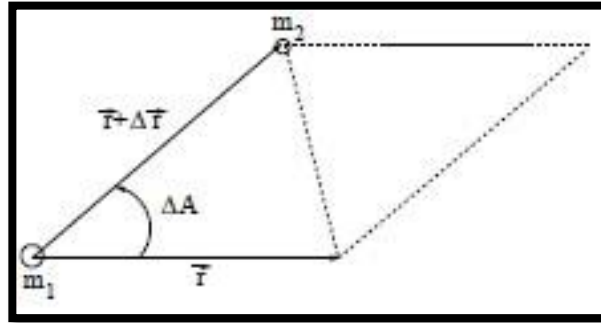


Ilustración 14. Área en función del Tiempo, Barbosa (2001)

Donde podemos expresar mediante el paralelogramo, dándole una interpretación geométrica del producto cruz, trabajando con la mitad del paralelogramo, utilizando dos vectores, la expresión es:

$$\Delta \vec{A} = \frac{\vec{r} \times (\vec{r} + \Delta \vec{r})}{2}$$

\vec{r} = Vector de posición

$\vec{r} + \Delta \vec{r}$ = Vector de posición incrementado

$\Delta \vec{A}$ = Diferencial de area

Ahora dividimos por Δt

$$\frac{\Delta \vec{A}}{\Delta t} = \frac{\vec{r}}{2} \times \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

Luego tomaremos el $\lim \rightarrow \Delta t \rightarrow 0$ y obtenemos:

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{A}}{\Delta t} = \frac{d\vec{A}}{dt} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left[\frac{\vec{r}}{2} \times \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \right] = \frac{\vec{r}}{2} \times \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

Entonces

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \vec{v}$$

Es así como el vector velocidad, es:

$$\frac{d\vec{A}}{dt} = \frac{1}{2} \vec{r} \times \dot{\vec{r}}$$

Ahora retomando la ecuación del momentum angular, obtenemos:

$$\frac{d\vec{A}}{dt} = \frac{\vec{h}}{2}$$

Finalmente eliminado la notación vectorial, queda como:

$$dA = \frac{h}{2} dt$$

Entonces el movimiento de los planetas m_1 respecto con M_2 , barre un diferencial de área que es proporcional al diferencial de tiempo, M_2 barre áreas iguales en tiempos iguales.

6.1.2.3 Área – Ángulo

Ahora queremos determinar el movimiento del planeta M_2 al barrer una variación de un determinado ángulo $\Delta\theta$, donde existe una relación de aproximación al área de un triángulo isósceles, como se muestra en la siguiente figura:

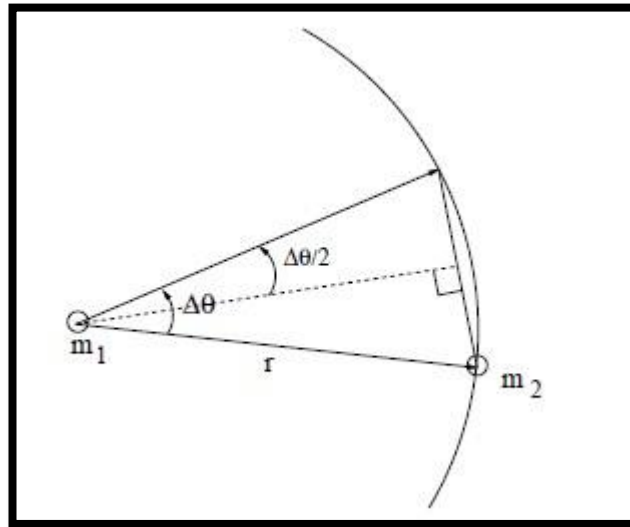


Ilustración 15. Área en función del Ángulo, Barbosa (2001)

Donde el triángulo isósceles tiene:

$$Base = 2r \operatorname{sen} \frac{\Delta\theta}{2}$$

$$\text{Altura} = r \cos \frac{\Delta\theta}{2}$$

Es así como podemos determinar el Área del triángulo isósceles, se define como:

$$\Delta A = \frac{b \times h}{2}$$

Entonces obtenemos:

$$\Delta A = \frac{2 \left(r^2 \text{sen} \left(\frac{\Delta\theta}{2} \right) \cos \left(\frac{\Delta\theta}{2} \right) \right)}{2}$$

$$\Delta A = r^2 \text{sen} \left(\frac{\Delta\theta}{2} \right) \cos \left(\frac{\Delta\theta}{2} \right)$$

Ahora aplicamos la identidad trigonométrica:

$$2 \text{sen } x \cdot \cos x = \text{sen } 2x$$

Substituyendo obtenemos:

$$\Delta A = \frac{r^2}{2} \text{sen } \Delta\theta$$

Ahora al dividirlo por $\Delta\theta$, se tiene que:

$$\frac{\Delta A}{\Delta\theta} = \frac{r^2 \text{sen } \Delta\theta}{2 \Delta\theta}$$

Entonces cuando $\Delta\theta \rightarrow 0$, podemos hallar un *lim*, es así como:

$$\lim_{\Delta\theta \rightarrow 0} \frac{\Delta A}{\Delta\theta} = \frac{dA}{d\theta} = \lim_{\Delta\theta \rightarrow 0} \left[\frac{r^2 \text{sen } \Delta\theta}{2 \Delta\theta} \right] = \frac{r^2}{2} \lim_{\Delta\theta \rightarrow 0} \frac{\text{sen } \Delta\theta}{\Delta\theta}$$

Donde este límite nos da un valor de una unidad, y obtenemos que:

$$\frac{dA}{d\theta} = \frac{r^2}{2}$$

Despejando:

$$dA = \frac{r^2}{2} d\theta$$

Entonces el movimiento de los planetas m_1 respecto con M_2 , barre un diferencial de área que es proporcional al diferencial de ángulo, M_2 barre áreas iguales en ángulos iguales.

Es así como podemos igualar estos dos resultados, para poder determinar una constante h

$$dA = \frac{h}{2} dt$$

$$dA = \frac{r^2}{2} d\theta$$

Igualándolas obtenemos:

$$\frac{h}{2} dt = \frac{r^2}{2} d\theta$$

Despejando los diferenciales:

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{2h}{2r^2}$$

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{h}{r^2}$$

$$h = r^2 \frac{d\theta}{dt}$$

Entonces vemos que h es momento angular una constante de proporcionalidad.

6.1.2.3 Tercera ley de Johannes Kepler:

Los cuadrados de los periodos de traslación (tiempo que le toma a un planeta en dar una vuelta completa alrededor del Sol) son proporcionales al cubo de las distancias medias existentes entre los planetas y el Sol. (Barbosa, 2001) Donde su expresión matemática es:

$$T^2 = K_1 a^3$$

Donde:

$K_1 = Cte$ de proporcionalidad

Esta ley se expresa que cualquier planeta cuanto se encuentra más cerca al Sol, tiene una mayor velocidad de desplazamiento y su tiempo es menor, entonces invierte menos tiempo en dar una revolución o una vuelta completa.

6.2 Relación entre las conjunciones inferiores y los eclipses de sol

“En este caso es importante destacar que cuando el planeta interior se ubica precisamente entre el Sol y la Tierra, justo en ese instante en ocasiones ocurre el “eclipse” de Sol producido

por el planeta”. (Culma & Medina, 2016). Los eclipses de sol se consideran como conjunciones interiores, debido a que en el sistema Sol-Luna-Tierra, la luna se interpone cuando se encuentre en la misma longitud celeste entre Sol y la Tierra creando el fenómeno del eclipse de sol, donde la órbita de la Tierra cumple un papel fundamental y a la eclíptica del Sol que está inclinada respecto a la órbita de los planetas inferiores.

Cabe resaltar que también un planeta interior puede estar presente en este fenómeno del eclipse y ponerse en su órbita como la luna y se dará una conjunción interior con un eclipse de Sol. Respecto a los planetas exteriores, los cuales se ubican detrás del sol, si da una conjunción planetaria exterior se dará, pero un observado desde la Tierra no podrá observarla y se da una oposición.

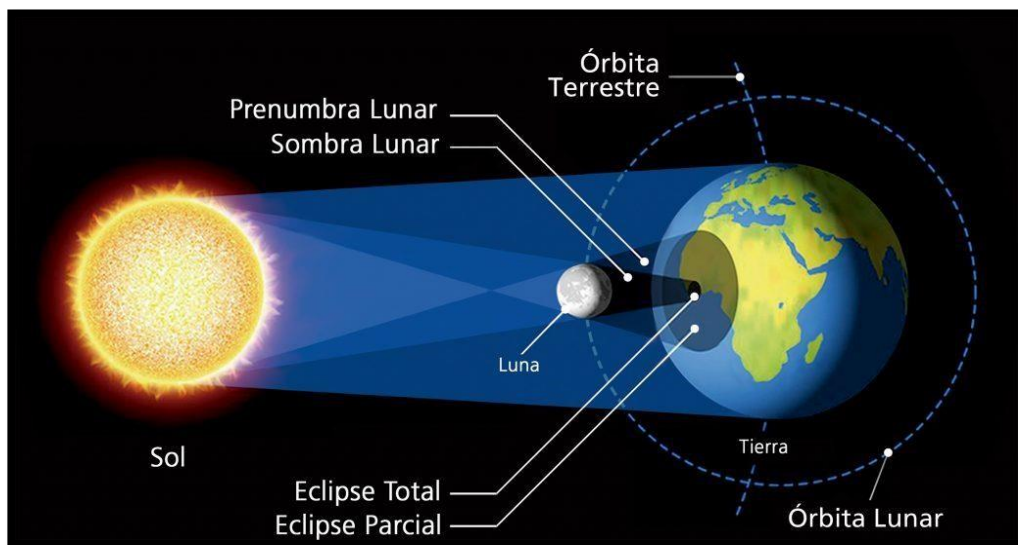


Ilustración 16. Representación del eclipse Solar

Fuente: [Planetario Chile](#)

6.2.1 Porque las conjunciones exteriores y los eclipses de la luna no tienen relación

Los eclipses de Luna es un fenómeno debido al sistema Sol-Tierra-Luna, nuestro satélite natural Luna se interpone entre el Sol y la Tierra, donde la órbita de la Tierra cumple un papel fundamental y a la eclíptica del Sol que están alineadas respecto a la Tierra, producción un cono

de sombra que lo que hace es que la Luna se oscurezca, dándole un color rojizo, es producto de la refracción de los rayos de nuestra estrella mayor Sol, que inciden en la atmosfera terrestre. Respecto a los planetas exteriores, los cuales se ubican detrás del sol, y en orbitas mayores a las de la Tierra en este fenómeno del eclipse de Luna no se considera como conjunción.

“Los eclipses de Luna la situación es diferente esto debido a que en vez de ocurrir una conjunción lo que se obtiene es una oposición en donde la configuración de la trílogía cambia esta vez la Tierra se interpone dejando al Sol y a la Luna en oposición”. (Culma & Medina, 2016; Culma & Medina, 2016)

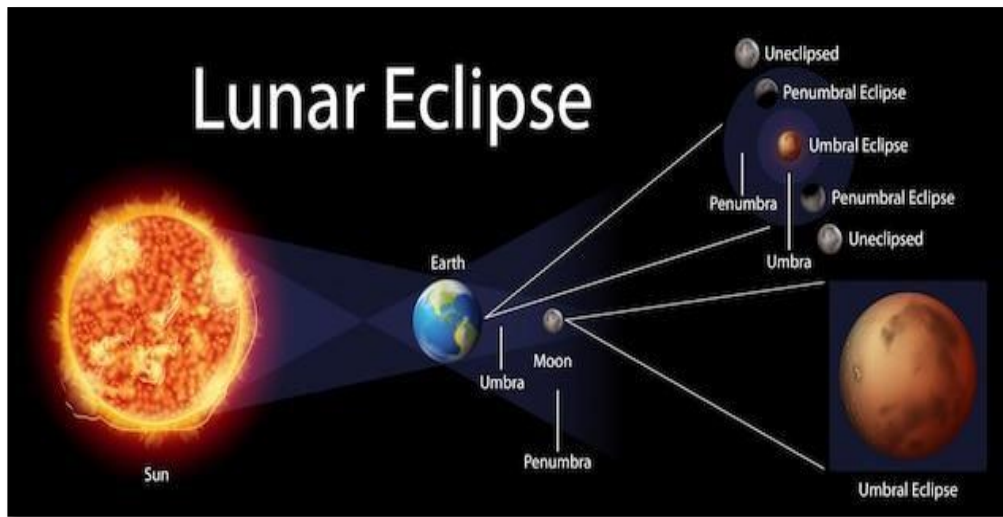


Ilustración 17. Representación del eclipse Lunar.

Fuente: Planetario Chile

6.4 Eclíptica

En el diario vivir de nuestro día a día observamos estrella mayor “El sol”, donde muchas veces no le damos relevancia, pero percibimos como llega su luminosidad y su radiación a nuestro planeta Tierra, observamos como todos los días del año lleva cierta trayectoria respecto a un observador desde la Tierra, observando que pasa por encima de nuestras cabezas en la bóveda desde el ecuador celeste, es así como en la literatura astronómica la trayectoria del Sol se determina trazos en determinado tiempo o a lo largo de un año sobre la bóveda celeste se

denomina como “Eclíptica”. Esta trayectoria del sol, la podemos también comparar con la trayectoria que tienen los planetas de nuestro sistema solar y para un observador desde la Tierra las trayectorias u orbitas de estos se encuentra aparentemente muy cerca al ecuador celeste y a la eclíptica como se muestra en la siguiente imagen:

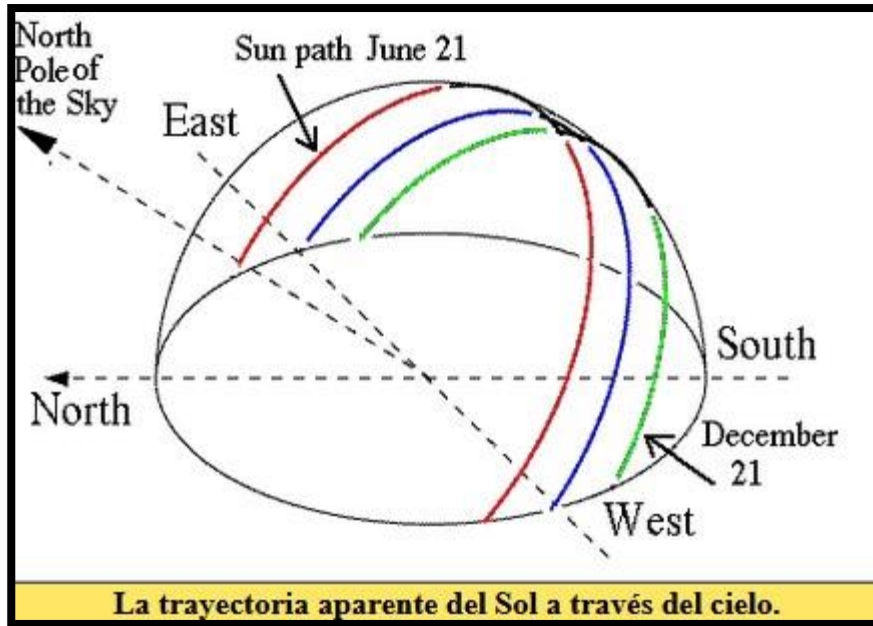


Ilustración 18. Eclíptica del Sol

Fuente: <https://pwg.gsfc.nasa.gov/stargaze/Meclipt.htm>

Otro dato interesante es que por la trayectoria de la eclíptica se encuentra a lo largo de ella las constelaciones del zodiaco, que en griego se determina como “rueda de animales”, pero estas constelaciones fueron creadas por los babilónicos en el siglo 5 a.C , están conformadas por 12 constelaciones. (Aries, Tauro, Géminis, Cáncer, Leo, Virgo, Libra, Escorpio, Sagitario, Capricornio, Acuario y Piscis)

6. 5 Efemérides de conjunciones planetarias para el 2023

ENERO					
Planeta 1	Planeta 2	Fecha y Hora	Separación	Elevación	Punto Cardinal
Venus	Saturno	2023-01-22 17:15:26	+0°20'40.2"	+32°57'31.10"	Sur Oeste y Oeste

FEBRERO					
<i>Planeta 1</i>	<i>Planeta 2</i>	<i>Fecha y Hora</i>	<i>Separación</i>	<i>Elevación</i>	<i>Punto Cardinal</i>
<i>Venus</i>	<i>Neptuno</i>	2023-02-15 09:20:24	+0°00'45.7"	+20°49'54.5"	<i>Este</i>
MARZO					
<i>Planeta 1</i>	<i>Planeta 2</i>	<i>Fecha y Hora</i>	<i>Separación</i>	<i>Elevación</i>	<i>Punto Cardinal</i>
<i>Venus</i>	<i>Júpiter</i>	2023-03-02 19:40:07	+0°29'21.3"	+6°14'14.3"	<i>Oeste</i>

<i>Venus</i>	<i>Júpiter</i>	2023-03-02 09:28:12	+0°00'45.5"	+21°34'32.3"	<i>Este</i>
<i>Saturno</i>	<i>Mercurio</i>	2023-03-02 09:28:12	+0°52'33.1"	+56°23'38.3"	<i>Este y Sur del Este</i>
<i>Neptuno</i>	<i>Mercurio</i>	2023-03-16 12:27:51	+0°22'36.4"	+80°21'35.70"	<i>Sur y Sur del Este</i>
<i>Júpiter</i>	<i>Mercurio</i>	2023-03-27 17:55:33	+1°16'46.8"	+10°24'13.90"	<i>Oeste</i>
<i>Venus</i>	<i>Urano</i>	2023-03-30 16:06:10	+15°13'11.9"	+60°57'13.96"	<i>Oeste</i>
<i>Júpiter</i>	<i>Mercurio</i>	2023-03-30 16:06:10	+15°13'11.9"	+37°54'58.3"	<i>Oeste</i>

ABRIL					
<i>Planeta 1</i>	<i>Planeta 2</i>	<i>Fecha y Hora</i>	<i>Separación</i>	<i>Elevación</i>	<i>Punto Cardinal</i>
<i>Venus</i>	<i>Mercurio</i>	2023-04-09 13:36:46	+19°35'40.1"	+69°13'16.12"	<i>Norte y Norte del Este</i>
<i>Urano</i>	<i>Mercurio</i>	2023-04-22 08:39:34	+3°50'27.7"	+26°57'06.4"	<i>Norte y Norte del Este</i>

MAYO					
<i>Planeta 1</i>	<i>Planeta 2</i>	<i>Fecha y Hora</i>	<i>Separación</i>	<i>Elevación</i>	<i>Punto Cardinal</i>
<i>Mercurio</i>	<i>Júpiter</i>	2023-05-17 13:18:08	+6°11'43.5"	+49°07'36.71"	<i>Oeste</i>

JUNIO					
<i>Planeta 1</i>	<i>Planeta 2</i>	<i>Fecha y Hora</i>	<i>Separación</i>	<i>Elevación</i>	<i>Punto Cardinal</i>

<i>Urano</i>	<i>Mercurio</i>	2023-06-04 15:12:09	+2°43'01.7"	+16°43'09.8"	<i>Oeste y Norte del Oeste</i>
<i>Marte</i>	<i>Venus</i>	2023-06-04 19:12:09	+10°00'01.7"	+29°20'07.3"	<i>Oeste y Norte del Oeste</i>
JULIO					
<i>Planeta 1</i>	<i>Planeta 2</i>	<i>Fecha y Hora</i>	<i>Separación</i>	<i>Elevación</i>	<i>Punto Cardinal</i>
<i>Venus</i>	<i>Marte</i>	2023-07-01 18:45:40	+3°33'43.4"	+31°52'11.4"	<i>Oeste y Norte del Oeste</i>
<i>Venus</i>	<i>Mercurio</i>	2023-07-27 18:31:40	+5°04'09.6"	+14°55'27.0"	<i>Oeste</i>
AGOSTO					
<i>Planeta 1</i>	<i>Planeta 2</i>	<i>Fecha y Hora</i>	<i>Separación</i>	<i>Elevación</i>	<i>Punto Cardinal</i>
<i>Mercurio</i>	<i>Marte</i>	2023-08-13 18:40:02	+4°43'11.5"	+15°03'27.1"	<i>Oeste</i>
SEPTIEMBRE					
<i>Planeta 1</i>	<i>Planeta 2</i>	<i>Fecha y Hora</i>	<i>Separación</i>	<i>Elevación</i>	<i>Punto Cardinal</i>
<i>Urano</i>	<i>Júpiter</i>	2023-09-06 23:58:03	+7°32'14.8"	+25°53'12.8"	<i>Norte del Este y Este</i>
OCTUBRE					
<i>Planeta 1</i>	<i>Planeta 2</i>	<i>Fecha y Hora</i>	<i>Separación</i>	<i>Elevación</i>	<i>Punto Cardinal</i>
<i>Mercurio</i>	<i>Marte</i>	2023-10-29 08:19:18	+0°19'42.7"	+31°03'01.45"	<i>Este y Sur del Este</i>
NOVIEMBRE					
<i>No hay efemérides de conjunciones planetaria para el 2023</i>					
DICIEMBRE					
<i>Planeta 1</i>	<i>Planeta 2</i>	<i>Fecha y Hora</i>	<i>Separación</i>	<i>Elevación</i>	<i>Punto Cardinal</i>
<i>Mercurio</i>	<i>Marte</i>	2023-12-27 16:35:21	+3°33'43.1"	+6°05'42.57"	<i>Sur del Oeste y Oeste</i>

Tabla 22. Efemérides de conjunciones planetarias para el 2023, proporcionadas por Stellarium para un observador desde Bogotá, Colombia.

Fuente: Elaboración propia.

6.6 Unidad didáctica “Un Acercamiento al Movimiento Planetario y las Conjunciones”

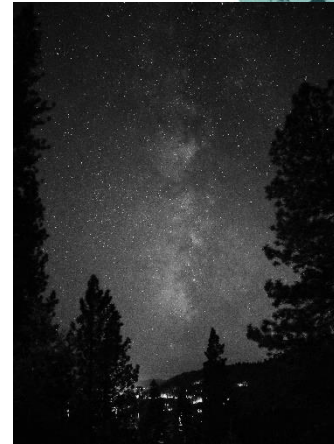


SECRETARIA DE EDUCACIÓN
DISTRITAL

COLEGIO BOSANOVA
I.E.D

Taller

*“Un Acercamiento Al
Movimiento Planetario y Las
Conjunciones”
Fase 2,3,4*



Carlos Alberto Polanco Audor
Capolncoa@upn.edu.co /

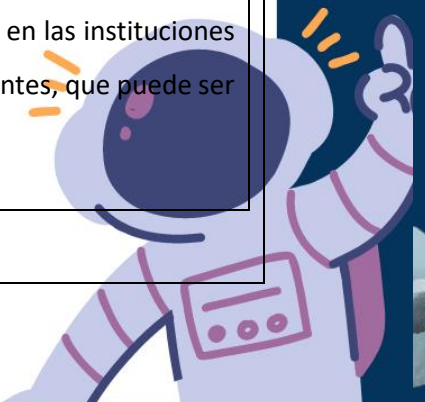
*Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de Ciencia y Tecnología
Departamento de Física*

*Línea 1 : Enseñanza De Las Ciencias Desde Una Perspectiva Cultural
Bogotá, Colombia*

Nombres: _____
Curso: _____
Fase: _____
Día / Mes / Año: ____/____/____

PRESENTACIÓN:

Este taller nace como una propuesta para la enseñanza de la astronomía en la educación media, relaciona el movimiento planetario y las conjunciones, con el fin de fortalecer el aprendizaje de los estudiantes relacionados con promover futuras observaciones astronómicas y como poder observar estos cuerpos celestes a simple vista, se trabajara con el software libre “Stellarium”, el cual es planetario virtual que simula la bóveda celeste “Cielo”, donde realizo una programación la cual nos proporciona una lista de datos de efemérides de conjunciones planetarias para los primeros meses de 2023. Este taller nace para promover estrategias motivadoras para la enseñanza de la astronomía en las aulas de clase, sin necesidad de tener algún instrumento “Telescopio” o un planetario físico en las instituciones educativas, si no con un planetario virtual de libre acceso y gratuito para los estudiantes, que puede ser descargado de para computador o dispositivos móviles.



Objetivos

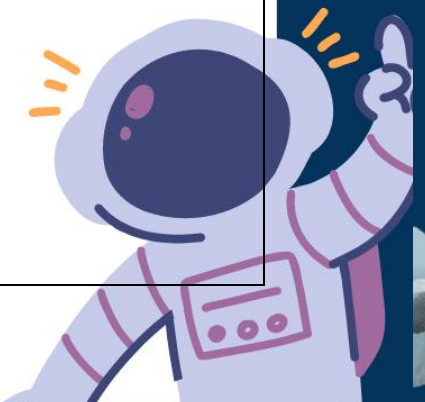
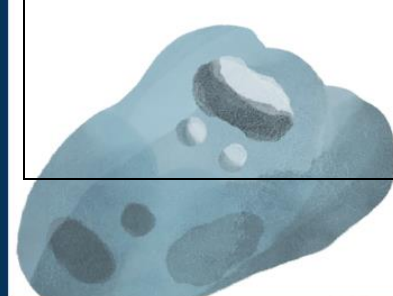
- Reconocer los modelos de los planetas de nuestro sistema solar.
- Comprender Las Leyes de la Mecánica Celeste de Johannes Kepler mediante la construcción de un modelo – Maqueta y realizar un análisis de las orbitas elípticas respecto a las conjunciones planetarias.
- Reconocer los planetas mediante el Software Stellarium.
- Reconocer las efemérides de Conjunciones planetarias del 2023, para un observador desde Bogotá – Colombia mediante el Software Stellarium.
- Promover futuras observaciones planetarias mediante el uso del software Stellarium.
- Generar una experiencia observacional a simple vista, para dar un acercamiento a la astronomía y promover la curiosidad para futuros eventos de observación.

Materiales o Herramientas

- Materiales para construir un sistema solar, aplicando las leyes de Johannes Kepler.
- Software Stellarium, cualquier versión de la 11 hacia adelante, se requiere que los estudiantes descarguen previamente en el computador, si por algún motivo no tienen algún dispositivo de mesa, se requiere que lo descarguen en el dispositivo móvil.
- El taller planteado se resolverá mediante grupos de trabajos con los estudiantes de mínimo 2 a 3 personas, el cual será distribuido por el docente previamente vía correo electrónico, con el fin de que lleguen con el material para la sesión de trabajo.

Curriculum sintético del tallerista:

Carlos Alberto Polanco Audor es Docente en formación de la Lic. en Física de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, realizo sus prácticas pedagógicas en el del Colegio Nacional Nicolas Esguerra, actualmente trabajo con el museo “Crearte Ciencia”



FASE 2

CONSTRUYENDO EL SISTEMA SOLAR MEDIANTE LAS LEYES DE LA MECANICA CELESTE DE JOHANNES

KEPLER

Materiales

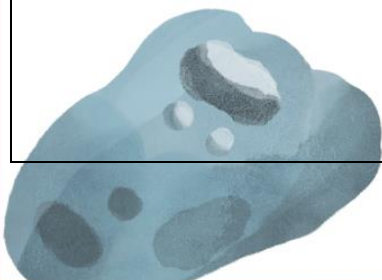
- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">• 3 rectángulos de icopor de Largo ____ y de Ancho ____• Bolas de icopor para los planetas 8 y 1 para el Sol.<ul style="list-style-type: none">-Sol – más grande icopor N° ____-Mercurio - icopor No ____-Venus - icopor N° ____-Tierra - icopor N° ____-Marte - icopor N° ____-Júpiter - icopor N° ____-Saturno - icopor N° ____-Urano - icopor N° ____-Neptuno - icopor N° ____ | <ul style="list-style-type: none">• Longitud en metros de pita para las orbitas elípticas de los planetas.<ul style="list-style-type: none">Mercurio - ____ Metros-Venus - ____ Metros-Tierra - ____ Metros-Marte - ____ Metros-Júpiter - ____ Metros-Saturno - ____ Metros-Urano - ____ Metros-Neptuno - ____ Metros• Temperas• Pita• Pinceles• Escarcha• Palos de pincho |
|--|--|

1. Interacción de los estudiantes con el modelo para demostrar la 1 ley de Kepler.
2. A partir de la siguiente imagen de la elipse, demostrar la 2 ley de Kepler a partir de armar un rompecabezas con las áreas, para definir si las 2 áreas son iguales.

Materiales

- 1 octavo de Fomi

Nota: Por cuestiones de tiempo el docente encargado llevara el modelo construido.



FASE 3 - UN ACERCAMIENTO AL CIELO

Materiales

- SOFTWARE STELLARIUM
1. Descargue el Software Stellarium: Enlace: www.stellarium.org
 - Ir al buscador de Google y buscar Stellarium última versión
 2. Descargar el Software Stellarium para dispositivo Celular
 - Dispositivos Android: Ir a la Play Store y Buscar Stellarium
 - Dispositivos Apple : Ir a App Store y Buscar Stellarium
 3. Ver el tutorial de Stellarium: Enlace:
 - Buscar en YouTube Como: Tutorial Stellarium:
Un software que fortalece la enseñanza de la Astronomía en la educación media.
1. **Respecto a la fecha y hora actual, buscar los planetas de nuestro sistema solar y determinar en qué dirección o punto cardinal se encuentran.
(Colorear con un color claro la dirección)**

Ir a ventana de Ubicación y poner:

UBICACIÓN: BOGOTÁ (COLOMBIA)

BOGOTÁ, Southern America

Día: _____ **Mes:** _____ **Año:** _____

Hora: _____ **Min:** _____ **Seg:** _____

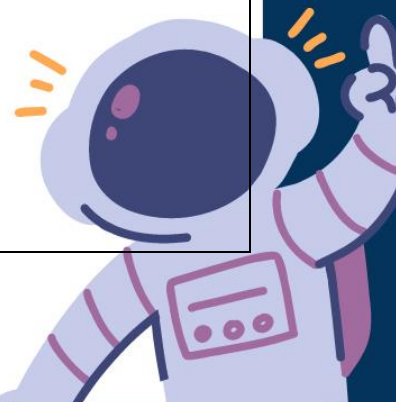
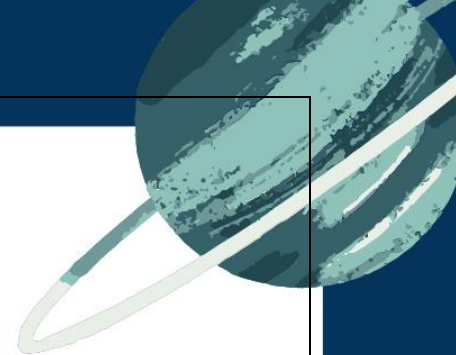
1. **Respecto a la fecha y hora actual, buscar los planetas de nuestro sistema solar y determinar la posición en que se encuentran en la bóveda celeste en coordenadas Azimutales.**

a) **Mercurio:** **Azimut:** _____ **Altura:** _____

Punto Cardinal:

Norte – Sur – Este – Oeste

Norte del Este / Norte del Oeste / Sur del Este / Sur del Oeste



b) Venus: Azimut: _____ Altura: _____

Punto Cardinal:

Norte – Sur – Este – Oeste

Norte del Este / Norte del Oeste / Sur del Este / Sur del Oeste

c) Marte: Azimut: _____ Altura: _____

Punto Cardinal:

Norte – Sur – Este – Oeste

Norte del Este / Norte del Oeste / Sur del Este / Sur del Oeste

d) Júpiter: Azimut: _____ Altura: _____

Punto Cardinal:

Norte – Sur – Este – Oeste

Norte del Este / Norte del Oeste / Sur del Este / Sur del Oeste

e) Saturno: Azimut: _____ Altura: _____

Punto Cardinal:

Norte – Sur – Este – Oeste

Norte del Este / Norte del Oeste / Sur del Este / Sur del Oeste

f) Urano: Azimut: _____ Altura: _____

Punto Cardinal:

Norte – Sur – Este – Oeste

Norte del Este / Norte del Oeste / Sur del Este / Sur del Oeste

g) Neptuno: Azimut: _____ Altura: _____

Punto Cardinal:

Norte – Sur – Este – Oeste

Norte del Este / Norte del Oeste / Sur del Este / Sur del Oeste

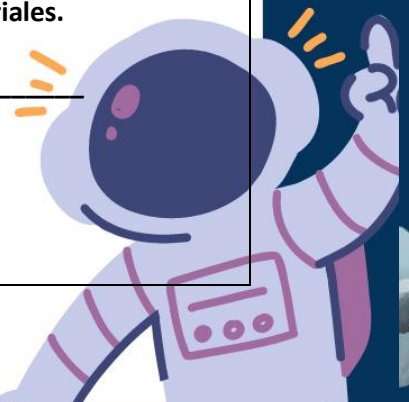
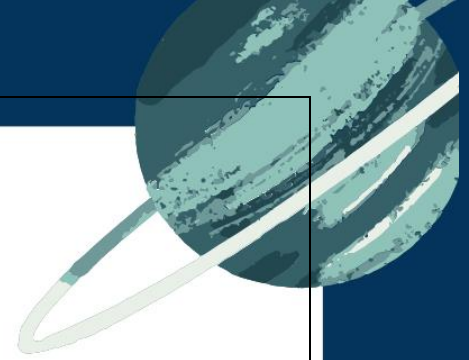
2. Respecto a la fecha y hora actual, buscar los planetas de nuestro sistema solar y determinar la posición en que se encuentran en la bóveda celeste en coordenadas Ecuatoriales.

a) Mercurio: Declinación: _____ Ascensión Recta: _____

Punto Cardinal:

Norte – Sur – Este – Oeste

Norte del Este / Norte del Oeste / Sur del Este / Sur del Oeste



b) Venus: Declinación: _____ Ascensión Recta: _____

Punto Cardinal:

Norte – Sur – Este – Oeste

Norte del Este / Norte del Oeste / Sur del Este / Sur del Oeste

c) Marte: Declinación: _____ Ascensión Recta: _____

Punto Cardinal:

Norte – Sur – Este – Oeste

Norte del Este / Norte del Oeste / Sur del Este / Sur del Oeste

d) Júpiter: Declinación: _____ Ascensión Recta: _____

Punto Cardinal:

Norte – Sur – Este – Oeste

Norte del Este / Norte del Oeste / Sur del Este / Sur del Oeste

e) Saturno: Declinación: _____ Ascensión Recta: _____

Punto Cardinal:

Norte – Sur – Este – Oeste

Norte del Este / Norte del Oeste / Sur del Este / Sur del Oeste

f) Urano: Declinación: _____ Ascensión Recta: _____

Punto Cardinal:

Norte – Sur – Este – Oeste

Norte del Este / Norte del Oeste / Sur del Este / Sur del Oeste

g) Neptuno: Declinación: _____ Ascensión Recta: _____

Punto Cardinal:

Norte – Sur – Este – Oeste

Norte del Este / Norte del Oeste / Sur del Este / Sur del Oeste

3. Respecto día actual

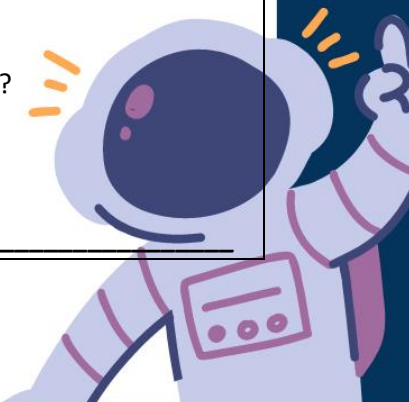
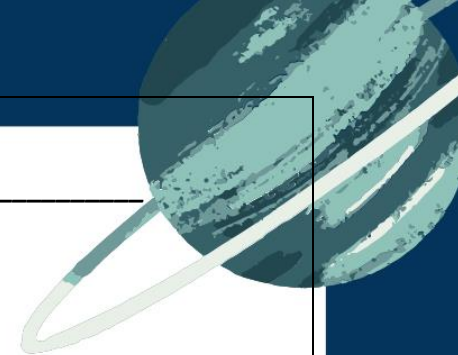
Fecha: 29/04/ 2023

a) ¿Qué planetas se encuentran hoy a las 15:30:00 o alguna conjunción planetaria?

Tener en cuenta en quitar la luminosidad del Sol en el Software Stellarium.

Sí - NO ¿Cuál/es? **Venus - Marte - Júpiter – Saturno**

Otro: _____



¿Mirando hacia dónde?

Norte – Sur – Este - Oeste - Cerca del cénit

Norte del Este / Norte del Oeste / Sur del Este / Sur del Oeste

b) ¿Puede verse planetas hoy a las 19:30:26 o alguna conjunción planetaria?

SÍ - NO ¿Cuál/es?: **Venus - Marte - Júpiter – Saturno**

¿Otro?:

¿Mirando hacia dónde?

Norte – Sur – Este - Oeste - Cerca del cénit

Norte del Este / Norte del Oeste / Sur del Este / Sur del Oeste

c) Ir a la ventana de Fecha y Hora en Stellarium y poner los datos de su nacimiento.

¿Pueden verse planetas o alguna conjunción planetaria?

SÍ - NO ¿Cuál/es? **Venus - Marte - Júpiter – Saturno**

¿Otro?:

¿Mirando hacia dónde?

Norte – Sur – Este - Oeste - Cerca del cénit

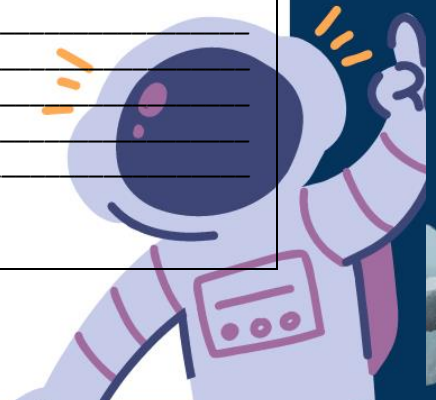
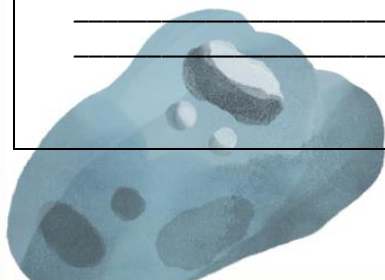
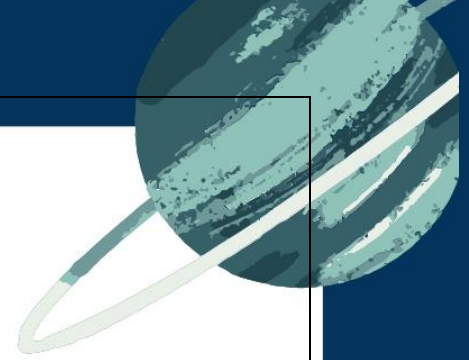
Norte del Este / Norte del Oeste / Sur del Este / Sur del Oeste

NO, entonces escribir algún cuerpo celeste que lo halla impresionado o llamado la atención, el día De nacimiento.

Cuerpos Celestes: _____

d) ¿Para observar planetas o alguna conjunción necesito un telescopio”? ¿Para observarlos qué necesito sí o no telescopio? ¿A simple vista se ven? ¿Cuáles?

Mercurio – Venus – Marte – Júpiter – Saturno – Urano – Neptuno



4. Mediante los siguientes datos de efemérides de conjunciones planetarias para el 2023 proporcionados por Stellarium, ir a la ventana de fecha y hora, luego ingrese los datos proporcionados y determinar que conjunción planetaria se está observando.

MARZO					
<i>Fecha y Hora</i>	<i>Separación</i>	<i>Elevación</i>	<i>Planeta 1</i>	<i>Planeta 2</i>	<i>Punto Cardinal</i>
<i>¿Observo algún otro planeta?</i>					
2023-03-30 16:06:10	+15°13'11.9"	+60°57'13.96"			Oeste
<i>¿Observo algún otro planeta?:</i>					
2023-03-30 16:06:10	+15°13'11.9"	+37°54'58.3"			Oeste
<i>¿Observo algún otro planeta?:</i>					
ABRIL					
<i>Fecha y Hora</i>	<i>Separación</i>	<i>Elevación</i>	<i>Planeta 1</i>	<i>Planeta 2</i>	<i>Punto Cardinal</i>
2023-04-09 13:36:46	+19°35'40.1"	+69°13'16.12"			Norte y Norte del Este
<i>¿Observo algún otro planeta?:</i>					
2023-04-22 08:39:34	+3°50'27.7"	+26°57'06.4"			Norte del Este y Norte
<i>¿Observo algún otro planeta?:</i>					
MAYO					
<i>Fecha y Hora</i>	<i>Separación</i>	<i>Elevación</i>	<i>Planeta 1</i>	<i>Planeta 2</i>	<i>Punto Cardinal</i>
2023-05-17 13:18:08	+6°11'43.5"	+49°07'36.71"			Oeste
<i>¿Observo algún otro planeta?:</i>					
JUNIO					
<i>Fecha y Hora</i>	<i>Separación</i>	<i>Elevación</i>	<i>Planeta 1</i>	<i>Planeta 2</i>	<i>Punto Cardinal</i>
2023-06-04 15:12:09	+2°43'01.7"	+16°43'09.8"			Oeste y Norte del Oeste
<i>¿Observo algún otro planeta?:</i>					
2023-06-04 19:12:09	+10°00'01.7"	+29°20'07.3"			Oeste y Norte del Oeste
<i>¿Observó algún otro planeta?:</i>					

FASE 4 – OBSERVACIÓN

1. Se estipulará el día de la observación con los profesores y directivos de la institución, será una actividad de 20min a 30 min, en las horas de la tarde, los horarios habituales de la institución.