



Estrategia didáctica para la enseñanza del Movimiento de los planetas de grado decimo

Maribel Montero González

Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de Ciencias, Departamento de Física
Bogotá, Colombia
2018

Estrategia didáctica para la Enseñanza del movimiento de los planetas de grado decimo

Maribel Montero González

Tesis para optar al título en:

Licenciada en física

Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de Ciencias, Departamento de
Ciencias y tecnología
Bogotá Colombia
2018

« Si pudieras ver la Tierra iluminada cuando estuvieras en un lugar tan oscuro como la noche, la verías más espléndidas que la Luna.»

Galileo Galilei

Agradecimientos

Agradezco a todos mis profesores del departamento de física que fueron quienes colocaron su grano de arena para mi formación como docente y aquellos amigos que ayudaron a que esto fuera posible.

Y en especial a esa persona que a pesar de todas las dificultades que se han presentado siempre ha estado ahí incondicionalmente.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL Realizando lo humano	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 3	

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Estrategia didáctica para la enseñanza del movimiento planetario en grado decimo
Autor(es)	Maribel Montero González
Director	No aplica
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2018. 60 p
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional.
Palabras Claves	PLANETAS; OBSERVACIÓN; MODELOS; DESARROLLO DE HABILIDADES; ORBITA ELIPSES Y FUERZAS DE ATRACCIÓN.

2. Descripción

Este trabajo está enfocado sobre el sistema solar, con el fin de introducir a los estudiante de cómo se generó toda la parte histórica sobre el movimiento de los planetas, para ello se realizara un análisis conceptual del movimiento de los planetas partiendo desde el modelo Geocéntrico y modelo heliocéntrico, también se proponen dos actividades relacionadas con el tema como guía para ayudar al profesor y al estudiante en la enseñanza_ aprendizaje del movimiento de los planetas esto con el fin de que el alumno logre comprender mejor el entorno en el cual está sumergido. Muchas veces el estudiante tiene ideas erróneas debido a que se les dificulta comprender conceptos básicos de astronomía, a pesar que estos conceptos han sido explicados una y otra vez pero aun así los estudiantes construyen sus propias ideas acerca del universo. Aunque como maestros podemos ayudarles pero no hay que olvidar que ellos deben tener el interés. Los alumnos deben hacer sus propias observaciones, manipular modelos y explorar sus propias teorías. Si se busca que nuestros estudiantes continúen con aspiraciones científicas más allá del salón de clase tenemos que pensar que el proceso no sea solo educativo, sino también divertido.

3. Fuentes

Alvarenga, B. G. (1975). *Física General*. Brazil: Tec- cien.

Chabas, D. J. (1978). *Los planetas (Capítulo 5)*. Universidad de varcelona: Reverte. S.A. delar, B.

(1975). *Sistema Solar*. España: Scientific American.

Kuhn, T. (1978). *La revolución Copernicana*. Buenos Aires: Orbis, S. A.

Portilla, J. G. (2001). *El Movimiento de los cuerpos Celestes*. Bogota: Universidad Nacional. varios

(Torrence V. Johnson, R. B. (1999). *Sistemas Solares. Investigacion Ciencias*, 66-87. Zemansky, S.

(1998). *Ley de la Gravitacion de newton*. Mexico: Addison Wesley Longman.

4. Contenidos

El trabajo está dividido en 3 capítulos:

1. Capítulo: Se mostrara al lector sobre la motivación del presente trabajo y las implicaciones que tiene el documento en pro de la enseñanza de la física, se establecerá *el problema investigación, pregunta problema, los objetivos, justificación y antecedentes*

2. Capítulo: Se aborda el marco teórico la cual se utilizara de base para las construcciones de las guías de aprendizaje. Se plantean aspectos importantes sobre las contribuciones realizadas por Kepler, Newton y herramientas de carácter didáctico que el estudiante utilizara para comprender la bóveda celeste.

3. Capítulo: Finalmente se presenta la estrategia didáctica para la enseñanza de la bóveda celeste y especialmente el movimiento orbital de los planetas.

5. Metodología

Por medio de una estrategia didáctica y con ayuda del docente se pretende que el estudiante por medio del aprendizaje significativo y colaborativo le sea posible realizar todas las actividades propuestas en la estrategia didáctica del sistema planetario y que ese conocimiento logre llevarlo a la práctica de su vida cotidiana. Con el fin que el alumno pueda aclarar dudas y hacerse preguntas, como por ejemplo como está conformado el sistema solar.

6. Conclusiones

Bajo las herramientas pedagógicas como la carta celeste y la observación es posible crear una guía que oriente en la formación del estudio sobre el movimiento planetario y en la mejora de las prácticas observacionales.

Utilizando como herramienta pedagógica el programa en **Python** es posible guiar al estudiante en la comprensión de las trayectorias orbitales de los planetas donde el estudiante con la ayuda del docente evidencie los puntos del afelio, perihelio y la forma geométrica de la gráfica siendo esto una herramienta en la innovación de la física.

Elaborado por:	Montero González, Maribel
Revisado por:	No aplica

Fecha de elaboración del Resumen:	22	08	2018
--	----	----	------

Contenido

Agradecimientos	IV
Lista de figuras	VI
Lista de tablas	VII
Lista de símbolos y abreviatura	1
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1.2. PREGUNTA PROBLEMA	4
1.3. Objetivos	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. JUSTIFICACIÓN	5
1.5. ANTECEDENTES	5
2. Marco teórico	7
2.1. Fundamentación histórica	7
2.2. La revolución científica	8
2.2.1. La revolución científica cambio la idea que se tenía del universo . . .	8
3. Estrategia para la enseñanza del movimiento orbital de los planetas	
3.1. Estrategia didáctica para la observación de la bóveda celeste	
3.1.1. Carta celeste.....	19
3.2. Movimiento orbital de los planetas usando python.....	19
4. Resultados Previos, Análisis y Conclusiones	31
A. Anexo: Elipse	32
B. Anexo: Fuerza gravitacional	35
C. Anexo: Programa	36
D. Anexo: Clasificación de Planetas	38
Bibliografía	48

Lista de Figuras

Figura 2-1 . Representación de una elipse y las secciones de áreas que describen una trayectoria.	9
2-2 . Representación de una elipse y las secciones de áreas que describen una trayectoria.	11
2.3. Representación gráfica de las fuerzas que actúan entre dos masas	14
3.1. Carta celeste hemisferio norte.....	20
3.3. Esquema gráfico del sistema solar	25
3.4. Órbita de la Tierra.....	26
3.5. Órbita de Marte	22
3.6. Movimiento orbital de los planetas.....	28
3.7 . Movimiento orbital de los planetas, perihelio y afelio de marte	28

Lista de Tablas

3.1. Datos obtenidos para la órbita de la Tierra	29
3.2. Datos obtenidos para la órbita de los planteas	30
3.3. Tabla de Valores para la excentricidad y el semieje mayor de los planetas.....	26

Introducción

Los trabajos realizados por Nicolás Copérnico nos conllevaron a comprender el mundo de una nueva forma, a salir de una idea geocéntrica y dirigirnos a un modelo heliocéntrico en el cual los planetas se mueven alrededor del sol. Las contribuciones establecidas por Kepler reforzaron los trabajos establecidos por Copérnico, al establecer geométricamente la forma en la que los planetas se mueven, estableciendo el concepto de perihelio y afelio; estos trabajos son de gran importancia ya que contribuyen a las nuevas investigaciones desarrolladas en el campo de la astronomía. Alvarenga (1975).

En la enseñanza de la física especialmente en el campo de la astronomía hay conceptos que no son fácilmente asimilados por los estudiantes, esto se debe inicialmente a la metodología que utiliza el docente para implementar sus clases y a la baja utilización de las herramientas didácticas y matemáticas que se utilizan para mejorar el aprendizaje en el campo de la astronomía.

Por tal razón es que se pretende hacer una profundización y un planteamiento del tema para llevarlo al aula de clase, con el fin de motivar a los estudiantes y promover con ello la comprensión de los conceptos como el movimiento de los planetas, trayectorias y características de las orbitas planetarias, se abordaran los conceptos a partir de las tres leyes de movimiento de Newton y las tres leyes de Kepler esto involucrado en la construcción de una estrategia didáctica para el aprendizaje que orienten tanto al docente como al estudiante.

Para una mejor Comprensión del tema, se plantea estrategias didáctica utilizando guías de aprendizaje basadas en observación y recursos de herramientas de programación que permitan tanto al docente mejorar el proceso de aprendizaje y a los estudiantes dominar los conceptos y aplicarlos en sus futuras practicas investigadoras.

La estrategia didáctica está teniendo en cuenta un planteamiento formal *de las leyes tres leyes de Kepler, las tres leyes del movimiento y ley de Gravitación universal* de Newton, que dan un marco sobre el comportamiento de los cuerpos en el espacio, esto se abordara desde la mecánica clásica. La propuesta planteada en este trabajo toma como eje central el movimiento de los planetas, tema que no se le da la suficiente importancia a nivel de secundaria.

La idea de plantear esta propuesta surgió durante las practica realizadas en el Colegio República de Colombia, nace por la inquietud que tienen los estudiantes de grado decimo respecto al movimiento de los planetas. La problemática de fondo es la forma como se está enseñando el tema en el aula de clase ya que se basan en textos metódicos y repetitivos; sin embargo los trabajos desarrollados sobre el movimiento de los planetas se encuentran enmarcados en un formalismo físico matemático inmerso en la mecánica clásica, por ello el aprendizaje en el estudio de la mecánica celeste puede generar dificultad ya que su proceso de meta cognición puede resultar algo complejo generando un desinterés en este tópico de la física. Este trabajo de grado pretende hacer un desarrollo de esta temática con la

intención de presentarla incluyendo procedimientos tanto físicos, históricos y teóricos que conduzcan a un proceso meta cognitivo que logre contextualizar todo el formalismo teórico y disciplinar a un nivel más elemental de los que pueden presentarse en los textos o artículos que están dirigidos a un grupo de personas dentro de un ámbito puramente disciplinar, lo cual permite reflexionar respecto al material didáctico utilizado, medios audiovisuales y estrategias pedagógicas .

El objetivo de este proyecto es realizar una profundización del tema y plantear una propuesta de aula determinando los elementos que permitan tener una imagen clara respecto al estudio del sistema solar, en los textos utilizados en bachillerato se plantea una explicación que no se ve relacionada con el entorno en el cual vive el estudiante, por lo que es necesario que se le enseñe de una forma clara para que asimile mejor los conceptos relacionados con el movimiento de los planetas.

El trabajo está dividido en 3 capítulos:

1. Capítulo: Se mostrara al lector sobre la motivación del presente trabajo y las implicaciones que tiene el documento en pro de la enseñanza de la física, se establecerá el problema de investigación , pregunta problema, los objetivos, Justificación y antecedentes

2. Capítulo: Se aborda el marco teórico la cual se utilizara de base para la construcción de las guías de aprendizaje. Se plantean aspectos importantes sobre las contribuciones realizadas por Kepler, Newton y herramientas de carácter didáctico que el estudiante utilizara z para comprender de la bóveda celeste.

3. Capítulo: Finalmente se presenta la estrategia didáctica para la enseñanza de la bóveda celeste y especialmente el movimiento orbital de los planetas.

1

1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Si la enseñanza de las ciencias se basan en discursos metódicos sin fundamento histórico en el cual solo se aborde un formalismo matemático sin antes darle un valor al conocimiento y sus implicaciones en el proceso de desarrollo, dejando de lado las historia de cómo se ha desarrollado la astronomía, es posible llegar a generar desinterés y por ende baja comprensión en el tema a estudiar.

La astronomía es una ciencia que como divulgadora tiene una amplia acogida de público, con mayor razón se debe aprovechar este interés para ayudar a los estudiantes a comprender teorías tales como la ley de gravitación universal y las leyes de Kepler, que se hacen necesarias para la comprensión del sistema planetario. para ello es necesario asimilar algunos conceptos básicos de la astronomía tales como trayectoria, órbita, periodo, frecuencia, elipse, fuerza de atracción entre masas, que con frecuencia se les dificulta en el aprendizaje de esta ciencia en parte se presenta este problema porque los alumnos no comprenden los enunciados básicos de astronomía, esto se evidencio en las practicas realizadas para el curso de grado decimo , por otro lado la enseñanza de la misma se realiza de una forma muy teórica, sin tener en cuenta todas las dimensiones y tiempos que superan la escala humana y sin dejar ver las relaciones entre ciencia y sociedad Delar (1975).

Por esta razón es que se plantea una estrategia didáctica de enseñanza a partir de guías respecto al movimiento de los planetas, esta propuesta nace a partir del papel que desempeñan los docentes y estudiantes en el proceso de enseñanza - aprendizaje; en cuanto el rol desempeñado por el docente, él debe ser una guía que proporcione la ayuda necesaria para que el estudiante asimile el conocimiento de una forma más significativa. El papel del estudiante, es estar dispuesto a recibir el conocimiento que se da por parte del maestro, asimilarlo y ponerlo en práctica mediante las actividades sugeridas por parte del docente. La observación astronómica construye una buena oportunidad para conocer el cosmos, así como también podemos conocer algunos instrumentos que son utilizados para la observación del universo por ejemplo, los binoculares , el telescopio, la carta celeste etc.

Proponiendo un acercamiento a las técnicas de observación de la bóveda celeste, para ubicar los planetas y sus movimientos relativos con respecto al fondo de estrellas aparentemente fijas que componen la galaxia, se busca cautivar al estudiante para poder abordar más fácilmente el tema en la parte teórico práctica.

La observación puede hacerse a ojo desnudo ó utilizando algunos instrumentos tales como binoculares y telescopios, en ambos casos se necesita de una guía para la ubicación de los astros en la bóveda celeste. Se podría acudir a una carta celeste impresa y la elaboración de una guía para su correcta utilización.

Se debe tener en cuenta que es un tema que hace parte de los estándares de educación [17] y que se debería desarrollar con suficiente profundidad. tampoco hay que dejar de lado el avance significativo en cuanto al desarrollo tecnológico de la humanidad en los tiempos actuales ya que esto nos permite diseñar estrategias de aprendizaje.

1.2. PREGUNTA PROBLEMA

Teniendo en cuenta lo dicho anteriormente surge la siguiente pregunta:

¿Cómo construir una estrategia didáctica para la enseñanza del movimiento orbital de los planetas, para estudiantes de bachillerato?

Siendo necesario construir guía que orienten al docente y al estudiante en procesos de enseñanza - aprendizaje.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar una estrategia didáctica para la enseñanza del movimiento orbital de los planetas utilizando la carta celeste y simulación en Python

1.3.2. Objetivos específicos

- Mostrar los estudios del movimiento orbital de los planetas partiendo de las contribuciones realizadas por Kepler.
- Construir la propuesta para el aprendizaje del movimiento de los planetas utilizando como principal herramienta la carta celeste.
- Analizarlas respuesta de un grupo de estudiante frente al modelo heliocéntrico.

1.4. JUSTIFICACIÓN

El objetivo de esta propuesta es el de innovar estrategias que promuevan el interés en los estudiantes de grado decimo. Para el estudio de las trayectorias orbitales que siguen los planetas, se busca desarrollar en los estudiantes un aprendizaje activo, promoviendo herramientas didácticas que faciliten tanto la práctica docente como la comprensión de los estudiantes en este campo específico de la física. Se considera que es importante para un estudiante de grado decimo tener conocimiento de su ubicación y el entorno que lo rodea físicamente para que el estudiante pueda dar una explicación de los fenómenos naturales que acontecen en su entorno,

1.5. ANTECEDENTES

Con el fin de encontrar respuestas referentes para la construcción de la propuesta se hizo una búsqueda bibliográfica en cuanto a documentos de representación de tesis de la universidad Pedagógica, repositorio de la universidad Nacional y la Universidad de Valencia.

- Cárdenas, J (2006). Movimiento de los planetas a través de un software educativo (tesis de pregrado). Universidad pedagógica nacional, Bogotá Colombia.

Se creó un software educativo como herramienta pedagógica para el aprendizaje de las leyes clásicas que explican el movimiento de los planetas.

- Fonseca, A (2008). Movimiento aparente de los astros como una propuesta para la enseñanza de las ciencias en grado quinto (tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá Colombia

Este trabajo está enfocado en abordar en forma simultánea el movimiento de los astros, como puntos cardinales, la noche, las estaciones del año, las constelaciones, los eclipses y el movimiento de los cuerpos celestes.

Palomar, R (2013). Enseñanza y aprendizaje de la astronomía en el bachillerato Universidad de Valencia, España

El autor hace referencia sobre las dificultades que tienen los estudiantes con el aprendizaje en la astronomía y propone una solución para dicha problemática.

- Bayona, W (2013).Propuesta didáctica para la enseñanza de las leyes de Kepler por medio de un aprendizaje colaborativo (tesis de maestría).universidad nacional de Colombia .consiste en construir una propuesta didáctica para enseñanza las leyes de Kepler con la ayuda de un club de astronomía y talleres, fomentando el aprendizaje colaborativo.
- Loera, D (2014). Diseño de una estrategia didáctica para la enseñanza del aprendizaje del movimiento planetario con la utilización de una aula virtual (tesis de maestría), universidad nacional, Bogotá Colombia.
Diseño un aula virtual como herramienta pedagógica implementar herramientas pedagógicas que generan impacto, en la comprensión de las leyes de Kepler para entender el movimiento de los planetas.

2

Marco teórico

2.1. Fundamentación histórica

Muchas han sido las ideas que la humanidad ha ido proyectando desde el comienzo del estudio de la astronomía. Empezando por el sentido común de que la Tierra se encuentra en el centro del universo. Las antiguas civilizaciones enfocaron la astronomía a la utilización de algunos mitos para poder predecir el tiempo de la siembra y la recolección de cosechas de los productos que servían para su supervivencia al igual que la caza de animales silvestres. Estas aproximaciones hacia los cielos también han quedado reflejadas en los diferentes modelos cosmológicos, unas de las ideas fundamentales para explicar el comportamiento de los planetas fueron propuestas por Copérnico y Kepler.

Copérnico quien pasaba horas haciendo observaciones, entre más observa más incongruente le parecía la teoría de Ptolomeo, quien decía que la tierra era un globo inmóvil en torno al cual giraban todos los astros del firmamento portilla (2001). Este es el hecho principal que lleva a Copérnico a cuestionar la no coherencia que había entre los datos proporcionados por las observación astronómicas que cada día era más precisas y la predicción de dicho sistema para el movimiento de los planetas. La idea que se tenía que todos los astros debían girar con un movimiento circular uniforme entorno a la tierra era la razón por la cual el modelo Geocéntrico no se ajustaba al resultado de las observaciones. Además por medio de las observaciones Copérnico se dio cuenta que mercurio y venus salía siempre al horizonte algunas veces en la mañana y tras en la tarde, los planetas marte, júpiter y Saturno cada uno describía un círculo completo en la bóveda celeste de oeste a este pero las trayectorias no eran constante, en cada revolución había un momento en el que desaceleraban, pareciendo que daban marcha atrás y viajaban en sentido contrario, marte lo hacía una vez por cada vuelta, Júpiter con un círculo mayor doce veces y Saturno treinta veces por cada revolución. Para explicar este comportamiento Ptolomeo había propuesto el siguiente modelo (geocéntrico) que consistía en círculos grandes y otros pequeños llamados (deferentes y epiciclos); según Ptolomeo los planetas se movía en la circunferencia mayor, pero a medida que se fueron ampliando las observaciones, el modelo propuesto por Ptolomeo no se ajustaba, entonces fue cuando Copérnico introdujo una radical de la modificación de la teoría, que cambiaría por completo la idea que se tenía del universo.

2.1. La revolución Científica

2.1.1. La revolución Científica cambio la idea que se tenía del universo

El problema que tenía los astrónomos en el siglo XVI era el de dar una explicación sobre el movimiento de los planetas, el sol y la luna sobre la esfera celeste donde se encontraban las estrellas fijas. El modelo Geocéntrico no fue olvidado fácilmente, motivo por el cual se mantuvo vigente por casi 20 siglos, desde Aristóteles hasta que Nicolás Copérnico publicó su libro en el año 1543 el cual tituló las revoluciones de las esferas celestes donde expone el modelo Heliocéntrico. Copérnico plantea una idea que ya había sido propuesta por un astrónomo griego llamado Aristarco en el siglo IV a. c la idea que se plantaba era la del modelo Heliocéntrico, afirmaba que todos los planetas incluyendo la tierra giran en torno al sol en orbitas circulares. El modelo propuesto por Copérnico no tuvo una aceptación inmediata, pero dejó un legado importante para que astrónomos como Kepler, Tycho y Galileo empezaron a investigar sobre la visión del universo Kuhn (1978).

Copérnico defendía en su obra la idea de que el sol estaría en reposo y los planetas incluyendo la tierra giraban en torno a él en órbitas circulares (Teoría Heliocéntrica) pero este modelo no tuvo éxito por considerar que un sistema en el que el sol se considera inmóvil y la tierra pasaba a ser un planeta en movimiento era totalmente contrario a la filosofía Aristotélica y a la filosofía de la iglesia. Temiendo por parte de la inquisición, Copérnico se abstuvo por muchos años de publicar su libro.

La teoría de Copérnico encontró contradicciones por parte de Tycho Brahe. Quien tenía un observatorio en Uraniborg y propuso un sistema planetario entre el modelo de Ptolomeo y Copérnico. En el modelo de Tycho la tierra se encontraba en el centro del sistema y el sol giraba alrededor de la tierra, arrastrando los planetas que giraban en torno al sol, Tycho tenía contradicciones con el modelo de Copérnico debido a que las observaciones hechas por el mismo a las estrellas no encajaban con el modelo copernicano, al seguir manteniendo la tierra inmóvil y como centro del sistema el modelo de las esferas perfectas seguía siendo inconsistente Kuhn(1978)

Según portilla (2001). Lasas principales a portaciones al modelo Heliocéntrico es preciso mencionar a Johannes Kepler (1571 1630); quien defendía el modelo Heliocéntrico copernicano pero que con algunas modificaciones logro eliminar el complicado sistema de epiciclos que daban origen a una serie de variaciones de excentricidades en las órbitas de los planeta, para sus estudios tomo como referencia la órbita del planeta Marte, Kepler ensayo una y otra vez con combinaciones de círculos que usaba para calcular las órbitas, se vio obligado a rechazar este sistema al no obtener resultados acordes con las observaciones hechas por Tycho, siendo obligado a cambiar el sistema de órbitas circulares por diferentes tipos de óvalos con los cuales duro experimentando por un tiempo de 10 años, introduciendo una modificación fundamental nacen las dos primeras leyes:

Primera ley de Kepler: (Ley de las órbitas)

Los planetas se mueven alrededor del sol describiendo órbitas elípticas estando el sol en uno de los focos de la elipse portilla (2001)

Segunda ley (ley de las áreas)

Los planetas barren área igual en tiempos iguales

La segunda ley de Kepler nos dice que las órbitas de los planetas barren áeas iguales en tiempos iguales.

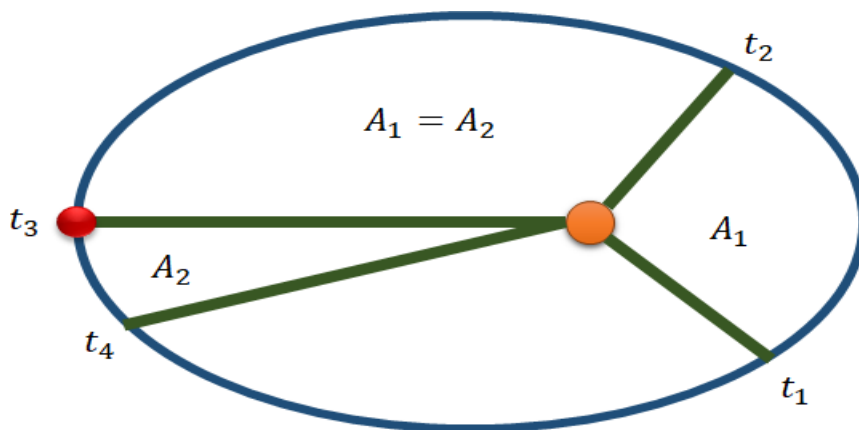


Figura 2-1.: Representación de una elipse y las secciones de áreas que describen una trayectoria.

DEFINICION DE LA ELLIPSE

Una elipse es el lugar geométrico de un punto que se mueve en un plano de tal manera que la suma de sus distancias a dos puntos fijos de ese plano, es siempre igual a una constante, mayor que la distancia entre los dos puntos Chavas (1978). Con centro en (0,0)

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1, \quad b = a \sqrt{1 - e^2}$$

Kepler tropezó con un problema, el movimiento uniforme que debía seguir los planetas no se cumplían ya que la trayectoria no era circular sino elíptica y lo solucionó asignándole a la posición de la trayectoria un radio vector que une al sol con un planeta y que barre áreas iguales en tiempos iguales solucionado así el problema de la uniformidad denominando esta como su segunda ley de Kepler, se interesó por la velocidad de los planetas y comprobó que ellos se mueven más rápidamente cuando están más cercanos al sol, esto es cuando están en perihelio, que cuando están en el afelio esta variación de la velocidad la llamo ley de las áreas. Segunda Ley de Kepler “La recta que une un planeta al sol, barre iguales áreas en tiempos iguales” [5]

La forma de expresar matemáticamente esta ley es $A_i \propto t$, donde A_i es el área que barre un planeta en su órbita y t el tiempo en el cual lo hace. Introduciendo una constante de

Proporcionalidad tenemos $A = kt$.

La figura **2-2** muestra una trayectoria elíptica donde t_1 y t_2 representan el tiempo que tarda un planeta en recorrer dicha longitud de arco, el área mostrada y los tiempos son iguales área que describe el planeta al moverse del intervalo de tiempo t_3 a t_4 .

Lo que significa la ecuación es si $t_2 - t_1 = t_4 - t_3$ se cumple que $A_1 = A_2$. Para ver la relación matemática consultar anexo (A).

La relación entre las distancias que une un planeta con el sol y el tiempo que tarda en describir su órbita, esto lo logro 10 años después de sacar las dos primeras leyes.

Tercera ley de Kepler :

“Los cuadrados de los periodos de revoluciono de los planetas son proporcionales a los cubos de los radios de sus órbitas Jim Bell (2013)

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM} \quad t^2 = k, k \text{ es la constante de Kepler, T periodo orbital M, masa del cuerpo central y G Constante de gravitación universal.}$$

Peython :

Para que el estudiante comprenda un poco más las leyes de Kepler y la ley de gravitación universal de Newton, se propone hacer una simulación en Python y una estrategia didáctica utilizando la carta celeste. Python es un lenguaje de programación que permite varias formas de programar: como programación orientada a objetos etc

Carta celeste

Una carta celeste es un mapa del cielo donde aparecen representadas las constelaciones, esta se diseña de acuerdo con la ubicación geográfica del observador. Más adelante se encuentra con más detalle lo que es una carta celeste.

Las tres leyes del movimiento de Newton son:

Primera ley de la inercia: todo cuerpo tiende a permanecer en su estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme al menos que una fuerza externa actúe sobre él.

Newton pasó a cuantificar la cantidad de cambio de la velocidad que se observaría al aplicar una fuerza dada $F = ma$ donde la masa es la cantidad de materia que tiene un objeto, la masa proporciona información para determinar la cantidad de inercia de un cuerpo. Para una fuerza constante aplicada a objetos más masivos la resultante del vector aceleración será más pequeña que al aplicar la fuerza a objetos menos masivos.

Segunda ley de Newton (ley de la fuerza)

Newton pasó a cuantificar la cantidad de cambio de la velocidad que se observaría al aplicar una fuerza dada.

$$\dot{F} = m\dot{a} \quad (2-9)$$

Donde la masa es la cantidad de materia que tiene un objeto, la masa proporciona información para determinar la cantidad de inercia de un cuerpo. Para una fuerza constante aplicada a objetos más masivos, la resultante del vector aceleración será más pequeña que al aplicar la fuerza a objetos menos masivos.

La fuerza $\dot{F}$ que actúa sobre un cuerpo de masa m_1 constante debido a la interacción

(Que origina dicha fuerza) es igual a la derivada temporal de la cantidad de movimiento Lineal.

Tercera ley de newton:

Por cada fuerza de acción sobre un objeto hay una fuerza igual pero opuesta por el objeto. Para toda fuerza existe una fuerza igual pero en sentido contrario a la primera.

Newton basándose en las tres leyes del movimiento de él mismo y en los trabajos realizados por Kepler y Galileo, desarrollo la dinámica del movimiento de los planetas y descubrió una de las leyes fundamentales de la Naturaleza: la ley de la gravitación universal, “Toda partícula de materia en el universo atrae a todas las demás partículas con una fuerza que es directamente proporcional a las masas de las partícula se inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que la separa” Zemansky (1998)

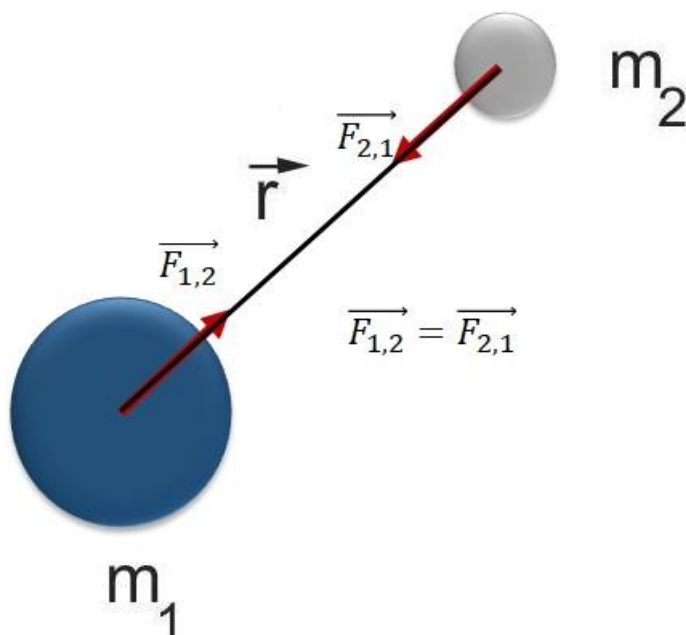


Figura 2-2.: Representación gráfica de las fuerzas que actúan entre dos masa.

La ecuación que describe el movimiento planetario está basada por los trabajos de Isaac Newton con la ecuación

$$\vec{F}_g = \frac{-Gm_1m_2}{r^2} \quad (2-11)$$

Donde $\vec{F}_g$ es la magnitud de la fuerza gravitatoria que actúa sobre cualquiera de las

Partículas, m_1 y m_2 son sus masas, r es la distancia que hay entre ellas, G es una constante física llamada constante gravitatoria.

G relaciona la fuerza gravitatoria entre dos cuerpos con su masa y su distancia entre ellos, y es una constante universal porque tiene el mismo valor para dos cuerpos cualquiera sin importar donde estén. La fuerza gravitatoria siempre actúa sobre la línea que une a dos partículas, formando un par de acción reacción, sucede de la misma forma cuando las masa de las partículas son distintas, las fuerzas de interacción tienen la misma magnitud, de esta ley concluyo que la interacción que hace que los objetos caigan en la tierra es la misma que hace que los planetas se mantengan en órbita alrededor del sol, de ahí nace la mecánica Celeste que es la encargada de estudiar el movimiento de los objetos en el espacio como los planetas.

La teoría heliocéntrica de Copérnico cambiaría radicalmente las ideas vigentes, razón por el cual encontró una fuerte oposición tanto científica como ideológica, la cual fue atacada por muchos años debido a que rompía con el modelo Geocéntrico, este era coherente en lo religioso como en lo social: Una de las cosas en las cuales se apoyaba este modelo era que las

Observaciones efectuadas a simple vista encajaban perfectamente con el modelo Geocéntrico.

Una de las disciplinas de la ciencia más apasionante para el ser humano es la astronomía es por esta razón que el hombre desde la antigüedad se ha valido de esta para entender el universo. La astronomía es apasionante para casi todas las personas, además de tener una gran relación con otras áreas del conocimiento especialmente con la física.

Para tener una buena comprensión de la ciencia debe haber un interés, no es raro ver que algunos estudiantes se interesen más que otros, siendo esto una dificultad para el docente a la hora de enseñar la física, dado el concepto que tienen los alumnos de esta ciencia, muchos la ven aburrida a pesar de la alta aplicabilidad que tiene.

Para poder llegar hasta el punto del conocimiento que hoy en día se tiene a sido necesario pasar por toda una serie de hipótesis, observaciones y experimentos para ver como en este proceso se ha pasado de un universo centrado en la tierra al modelo heliocéntrico y posteriormente este sistema muchísimo más grande llamado la galaxia de la vía láctea y al conocimiento que hoy en día se tiene de un universo formado por miles de millones de galaxias.

A partir de los obstáculos que se han presentado a lo largo de la historia de la ciencia, puede extraerse valiosa información sobre las dificultades que encuentran los estudiantes para comprender el funcionamiento del sistema solar, así como conceptos básicos de la física como fuerzas centrales, energía, elipse y circunferencia.

Una de las motivaciones para la construcción de material didáctico fue la experiencia obtenida durante la práctica docente en el colegio República de Colombia, en el cual se realizaron tres preguntas a los estudiantes de décimo grado, con relación al sistema solar con el fin de indagar sobre el conocimiento previo que tienen los estudiantes sobre la conformación del sistema solar, la dinámica y la posición de los objetos que lo conforman.

Las preguntas fueron:

¿Por qué los planetas se mantienen en órbita alrededor del sol?

¿Si los planetas giran alrededor del sol en una órbita elíptica en qué lugar se encuentra el sol?

¿Cuál es la razón real por la cual los astronautas en órbita en la estación espacial se sienten sin peso?

Más adelante en el capítulo cuatro se realizara un análisis de las respuestas dadas por el grupo de estudiantes.

I.ED Republica de Colombia

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA.

Facultad de ciencias y tecnología

Departamento de física

Nombre: Pedro Soto Cárdenas

Curso: 1006 Fecha: Junio / 4 / 2015

¿Cuál es la razón real por la cual los astronautas en órbita en la estación espacial se sienten sin peso?

No existe gravedad en el espacio a menos que este en un planeta o tengan gravedad artificial lo cual no es posible hasta ahora "la masa de mover sin peso"

¿Por qué los planetas se mantienen en órbita alrededor del Sol?

Al rodear del sol existen orbitas magnéticas las cuales en realidad son campos magnéticos por los cuales los cuerpos celestes "los planetas" giran alrededor de el centro que origina un campo debido a fuerzas externas del celeste. El sol es compuesto de una galaxia y en el espacio hay infinitas galaxias.

¿Si los planetas giran alrededor del sol en una órbita elíptica en qué lugar se encuentra el sol?

En el centro de las fuerzas magnéticas en el centro de ellas y de las orbitas.

I.ED Republica de Colombia

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA.

Facultad de ciencias y tecnología

Departamento de física

Nombre: Sebastián Pacheco Cervera

Curso: 1006 Fecha: 4 / Jun / 2015

¿Cuál es la razón real por la cual los astronautas en órbita en la estación espacial se sienten sin peso?

La razón es que en el espacio no hay gravedad y por eso se siente sin peso.

¿Por qué los planetas se mantienen en órbita alrededor del Sol?

Por que hay una orbita eliptica la cual hace que los planetas se mantengan en orbita.

¿Si los planetas giran alrededor del sol en una órbita elíptica en qué lugar se encuentra el sol?

En el centro ya que todos los planetas giran alrededor de el.

I.ED Republica de Colombia
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA.
Facultad de ciencias y tecnología
Departamento de física
Nombre: Huigel Nito Gomez, Brayon Velez, Jesus Sandoval
Curso: 1006 Fecha: 016-06-04

¿Cuál es la razón real por la cual los astronautas en órbita en la estación espacial se sienten sin peso?
es porque mientras están en la órbita a la tierra los astronautas alcanzan una gravedad cerca de 0.

¿Por qué los planetas se mantienen en órbita alrededor del Sol?
por que los planetas se atraen consigo mismos elípticamente por la gravedad del sol y del planeta tierra.

¿Si los planetas giran alrededor del sol en una órbita elíptica en qué lugar se encuentra el sol?
se encuentran en uno de los focos o orbitas de entre la tierra y la luna atrayéndose entre si

I.ED Republica de Colombia
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA.
Facultad de ciencias y tecnología
Departamento de física
Nombre: Andrea Jaramillo
Curso: 1006 Fecha: 04/06/15

¿Cuál es la razón real por la cual los astronautas en órbita en la estación espacial se sienten sin peso?
Porque en el espacio no hay gravedad.

¿Por qué los planetas se mantienen en órbita alrededor del Sol?
Fuerza de gravedad.

¿Si los planetas giran alrededor del sol en una órbita elíptica en qué lugar se encuentra el sol?
En el centro.

3

Estrategia didáctica para la enseñanza del movimiento orbital de los planetas

Para motivar al estudiante de bachillerato en el conocimiento del movimiento planetario, se propone la elaboración de una estrategia didáctica, que le permita al estudiante determinar visualizar las orbitas planetarias.

El estudiante establecerá un punto de referencia en la práctica observacional y partiendo de ello evidenciara el movimiento de uno de los planetas o satélites artificiales en cualquier época del año. Esta observación se efectuara en horario nocturno, teniendo en cuenta noches despejadas y con baja contaminación lumínica, dicha observación se puede hacer a ojo limpi , o con ayuda de instrumentos astronómico tales como binoculares, telescopios y cartas celestes.

Con ayuda de Las cartas celestes el estudiante podrá afianzar sus destrezas en la práctica observacional, partiendo de ello el docente deberá introducir una guía introductoria al manejo e interpretación adecuada de la carta celeste.

3.1. ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA OBSERVACIÓN DE LA BÓVEDA CELESTE

3.1.1. Carta celeste

Una carta celeste es un mapa del cielo donde aparecen representadas las constelaciones, esta se diseña de acuerdo con la ubicación geográfica del observador.

Están hechas para un lugar específico sobre la superficie de la tierra por diferentes autores, en ese caso se utilizara un diseño hecho por la asociación colombiana de estudios Astronómicos ACDA / 98 las fechas están calculadas para la longitud de Bogotá las cero horas de tiempo oficial de la república de Colombia, la carta está hecha para el hemisferio norte y sur.

Un ejemplo de las cartas celestes se muestra en las figuras **3-1** y **3-2**. En las cartas se encuentra en el borde las fechas establecidas en meses y días, hay nos encontramos en el hemisferio norte la fecha en la cual se va a observar se pone hacia arriba, hacia el Zenit, obteniendo la posición del cielo a las cero horas; bajo las recomendaciones por la Asociación Colombiana de Estudios Astronómicos ACDA [15], si la observación la realizamos antes de las 12 de la noche, debemos girar hacia el oriente el número de horas que falte para la media noche, indicadas por las líneas radiales; por el contrario si es después de las 12 de la noche debemos girar hacia el occidente tanto espacios radiales como horas que hayan transcurrido. Este mismo proceso se aplica para el hemisferio sur.

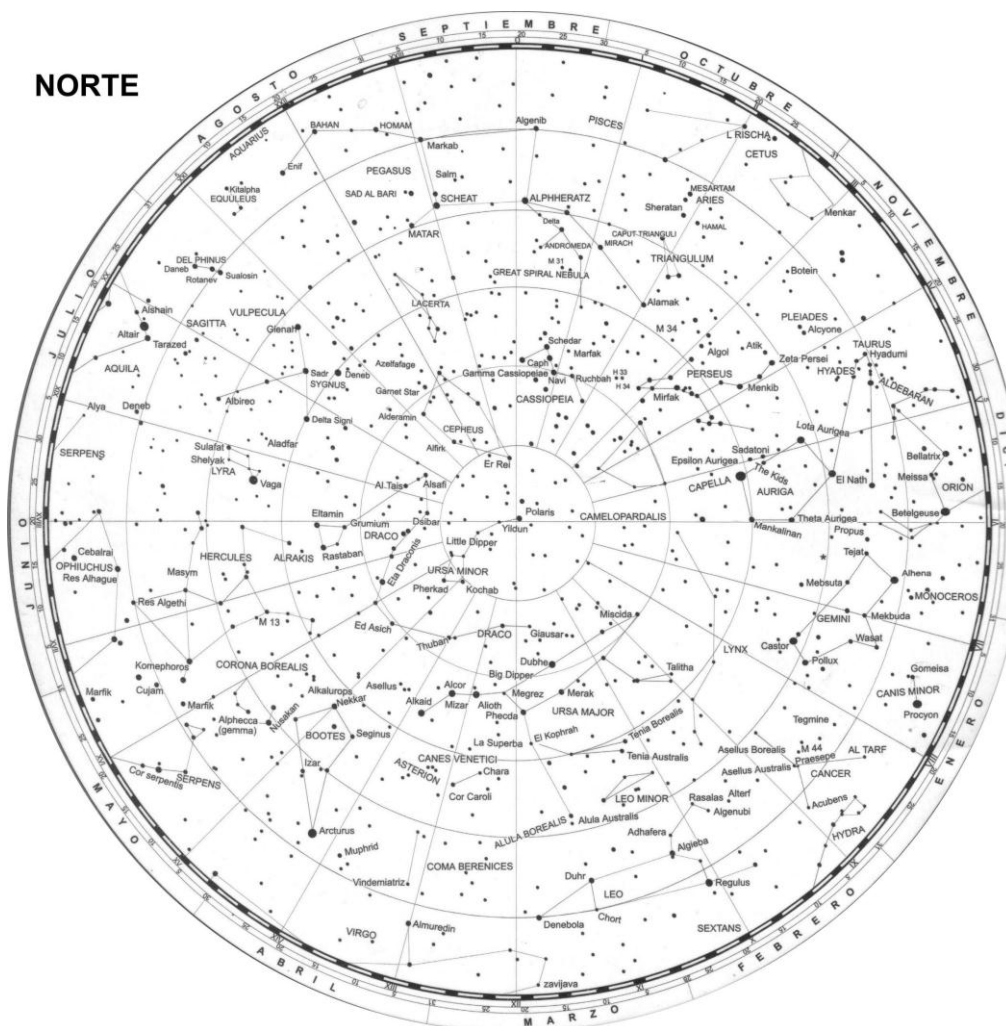


Figura 3-1.: Carta celeste hemisferio norte [14]

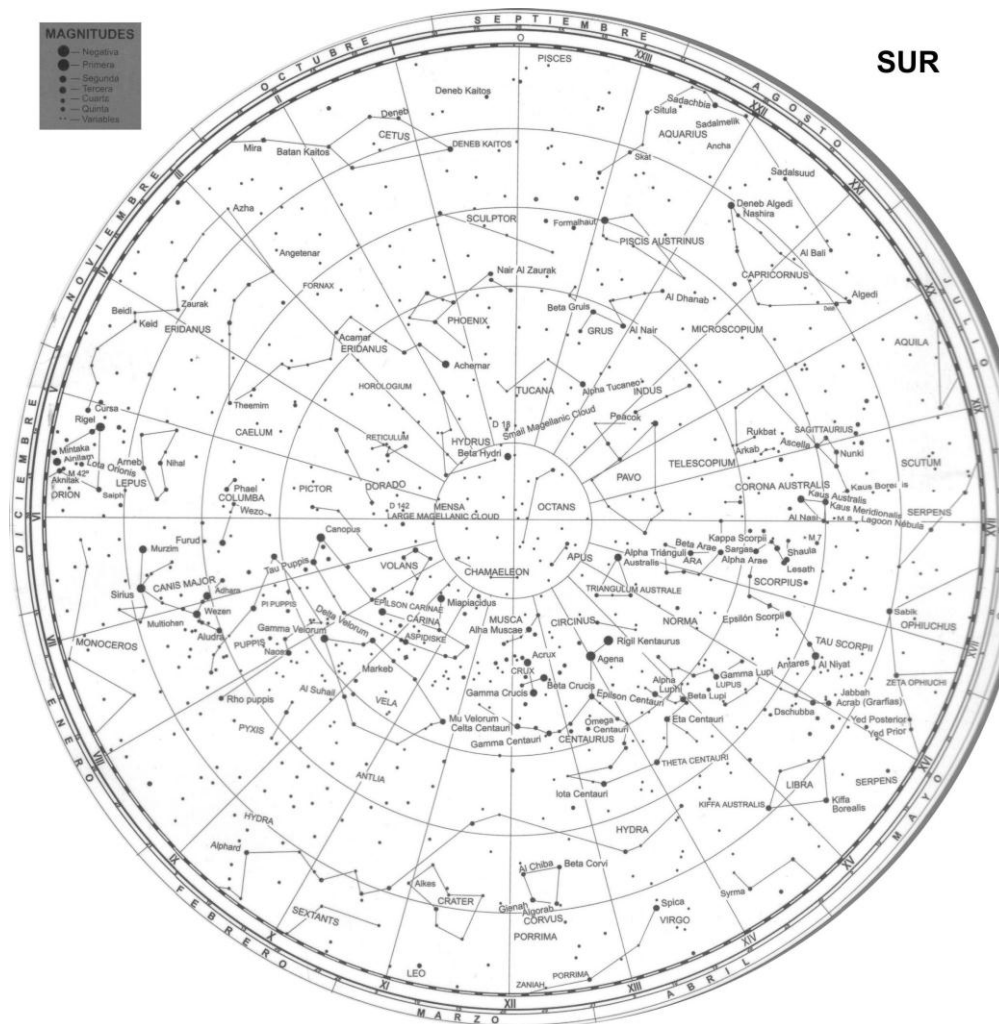


Figura 3-2.: Carta celeste hemisferio sur [14]

También figura en la carta los cuatro puntos cardinales, para orientar por encima de la cabeza orientándola según sea el punto cardinal escogido para observar. Es un elemento importante en el equipo Astronómico, las verticales del mapa representan la distancia en horas, minutos y segundos.

OBJETIVO: Ubicar las principales constelaciones y planetas presentes en la bóveda celeste para una fecha y hora determinada.

Materiales a utilizar

- Carta celeste
- Brújula

- Linterna pequeña con iluminación de color rojo
- Guía suministrada para el docente

Procedimiento:

1. Con ayuda del docente los estudiantes determinaran los puntos cardinales realizando el siguiente ejercicio, si no tenemos a mano una brújula podemos realizar el siguiente ejercicio, estando de pie con las manos extendidas y las palmas de las manos hacia adelante, de tal forma que la mano derecha este apuntando hacia donde sale el sol (oriente), y la mano izquierda hacia donde se oculta (occidente), luego se cierran los ojos y se llevan al frente los brazos encontrándose las palmas de la mano, a continuación se abre los ojos y en la dirección de los brazos al frente encontrara el norte y por su puesto a la espalda estará el sur.
2. Uso de la carta celeste para cada hemisferios
3. Se coloca el hemisferio norte de la carta celeste hacia el norte. En el borde se encontraran las fechas: meses y días en cinco en cinco
4. La fecha en la cual se va a observar, se pone hacia arriba, hacia el zenit; de esta forma tendremos la posición del cielo a las cero horas del tiempo oficial de Colombia. La visibilidad queda limitada por el horizonte.
5. Si la observación la realizamos antes de la doce de la noche, debemos girar hacia el oriente el números de horas que falte para la media noche indicada por las líneas radiales; si es después de las doce de la noche, debemos girar hacia el occidente tantos espacios radiales como horas hayan transcurrido.
6. Igualmente se procede para el Hemisferio sur.

Nota: cada división en forma radial corresponde a 1 hora y cada división circular, corresponde a 10 grados de declinaciones.

Una vez que el estudiante entienda como usar la carta celeste realizara la siguiente actividad.

Con una explicación previa del docente y basándose en el diagrama de las constelaciones, el estudiante reconocerá las constelaciones en el firmamento una vez que se familiarice con estas y pueda ubicarlas en la carta celeste. Se toma un planeta que este sobre el horizonte relacionando su ubicación con respecto a las constelaciones que estén cercas de él a una hora específica, una vez ubicado el planeta y las constelaciones se le hará un seguimiento periódico de su posición con respecto a dicha constelación.

El docente podrá realizar la actividad con sus estudiantes periódicamente durante 8 días con

el fin de que los estudiantes evidencien el cambio de posición del desplazamiento con respecto a una constelación. es decir, el estudiante debe ubicar primero que todo una constelación la cual tomara como punto de referencia, luego de ello ubicara un planeta y le realizara seguimiento evaluando su trayectoria.

Seguido de la práctica observacional

Pregunta	Tú respuesta
¿Cómo utilizo la carta celeste para iniciar su observación ?	
¿Qué punto de referencia tomo en la bóveda celeste?	
Registre las fechas y tiempos que realizo de observación detalladamente	
¿Qué trayectoria describe el Planeta que observo?	

Estrategia didáctica.

Una estrategia didáctica es la acción planificada por el docente con el objetivo de que el estudiante logre la construcción del Aprendizaje y se alcance los objetivos planeados. La estrategia didáctica, en un sentido estricto, es un procedimiento organizado, formalizados y orientados a la obtención de una meta claramente establecida. Su aplicación en la práctica diaria requiere del perfeccionamiento y técnicas cuya elección detallada y el diseño son responsabilidad del docente.

Elementos de la estrategia, técnicas y actividades

ESTRATEGIA	TÉCNICAS	ACTIVIDADES
Auto aprendizaje Colaborativo	• Solución de problemas por parte del docente. • Colaboración a los estudiantes de cómo realizar una observación	• Identificación de algunas constelaciones • Ubicar un planeta • Solución de preguntas
Auto aprendizaje	• Observación • Técnicas de preguntas • Lecturas de preguntas	• Discusión grupal de pregunta del uso de la carta celeste • Lectura de libros • Formulación de preguntas
Aprendizaje utilizando guías	• Manejo de un software educativo y la carta celeste	• Identificación de las órbitas • Orden de los planetas con relación al sol
Evaluación del aprendizaje	• Analizar objetivos propuestos en cada una de las actividades planeadas	• Planificación y ejecución de la evaluación con el fin de mejorar el proceso de la enseñanza.

Aprendizaje colaborativo

Según Díaz barriga (199). El aprendizaje colaborativo se caracteriza por la igualdad, que debe tener cada

Individuo en el proceso del aprendizaje y la mutualidad, entendida como la conexión, profundidad y direccionalidad que alcanza la experiencia, siendo esta una variable en función del nivel de competitividad existente, la distribución de responsabilidades la planificación conjunta y el intercambio de experiencias.

Aprendizaje significativo

Ausubel (118), el primer paso para la enseñanza debe ser averiguar los conocimientos previos de los estudiante para así saber la lógica hay detrás de la forma de pensar y actuar del estudiante, para Ausubel la enseñanza es un proceso por el cual se ayuda al estudiante a que siga aumentando y perfeccionando el conocimiento que ya tiene y pueda asimilar para ponerlo en práctica.

En las páginas (30, 32) se da cuenta de cómo se desarrollan las actividades que ponen en práctica las estrategias del Aprendizaje colaborativo y Aprendizaje significativo.

3.2. Movimiento orbital de los planetas usando python

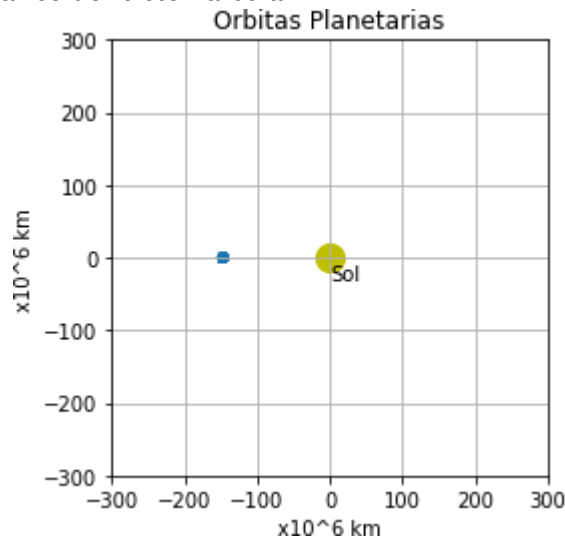
Basados en código de programación python y con ayuda de las herramientas de Sol-

veOrbit y los paquetes matplotlib, math. Se busca que el docente posea un recurso visual ante los estudiantes para que ellos puedan evidenciar la diferente trayectoria que siguen los planetas alrededor del sol. Los estudiantes podrá ingresar al programa y establecer que planeta desean ver, evidenciar la forma geométrica de la órbita y analizar la información correspondiente al radio.

La figura **3-3** indica el esquema grafico coordenado del sistema solar, el estudiante puede realizar los cálculos de las distancias radiales de los planetas utilizando la siguiente ecuación.

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

Figura 3-3.: Esquema grafico del sistema solar



Calculo de la trayectoria de la tierra a = semieje mayor de la elipse en unidades astronómicas, una unidad astronómicas es la distancia media entre la tierra y el sol.

Con θ = Anomalía verdadera (grados) y 1 u. $a = 149597870$

Se obtiene la tabla para el planeta Tierra, en la cual se muestra las variaciones radiales con respecto a las variaciones en θ como se evidencia en la tabla **3-1**

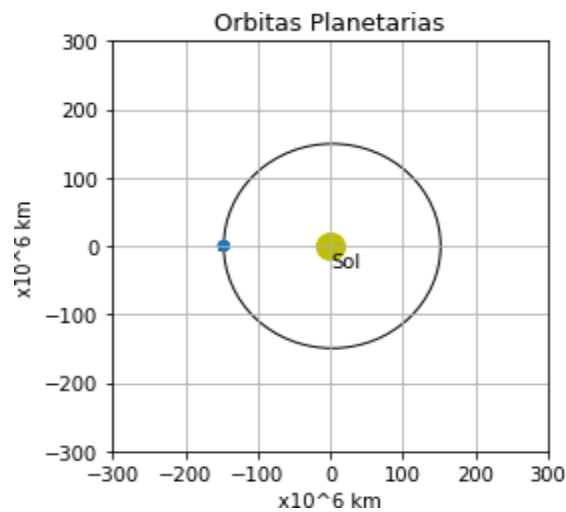


Figura 3-4. Órbita de la tierra

Tabla de valores para la excentricidad y el semieje mayor

Planeta	excentricidad	Semieje mayor
Mercurio	0,2056921	0,3871009
Venus	0,0067470	0,7233309
Tierra	0,0167348	0,9999868
Marte	0,0934789	1,5235726
Júpiter	0,0488689	5,2044210
Saturno	0,0564861	9,5825510
Urano	0,00456617	19,2012300
Neptuno	0,011253	30,0476200

Para Marte se obtiene realizando el mismo procedimiento anteriormente ejecutado para la tierra, se obtiene la tabla **3-2**, y la figura **3-5** se muestran las trayectorias orbitales de la tierra y de marte, esto con el fin de que el estudiante realice un seguimiento visual de las diferencia de las órbitas dentro del programa y luego la verifique con los datos determinados en la tabla.

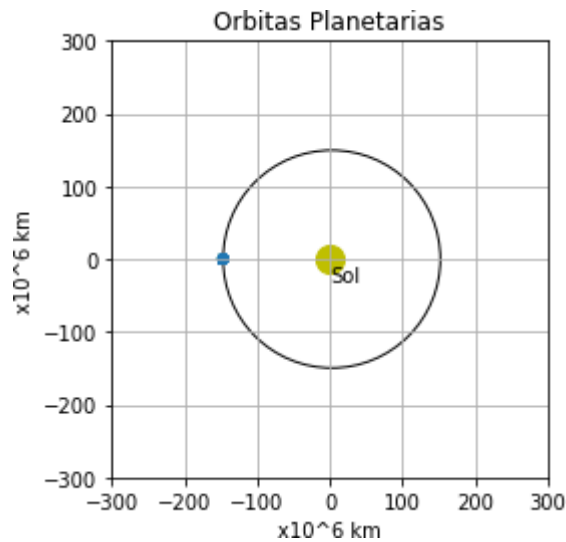


Figura 3-5.: Órbita de la Marte

Con las actividades anteriormente mencionadas el estudiante ya ha afianzado conceptos sobre las técnicas y herramientas básicas de observación y las trayectorias de los planetas. Seguido el estudiante podrá interactuar con el programa, en el cual puede observar las órbitas de otros planetas como se observa en la figura 3-6, o determinar

Distancias específicas como el perihelio y el afelio como se muestra en la figura 3-7.

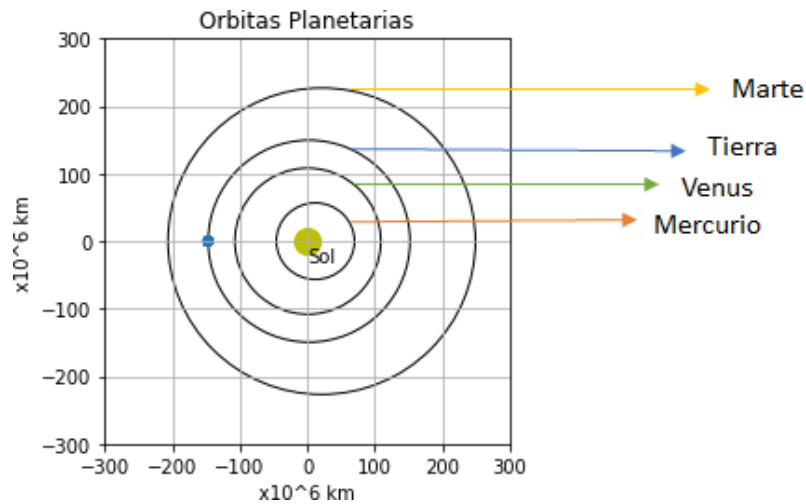


Figura 3-6.: Movimiento orbital de los planetas

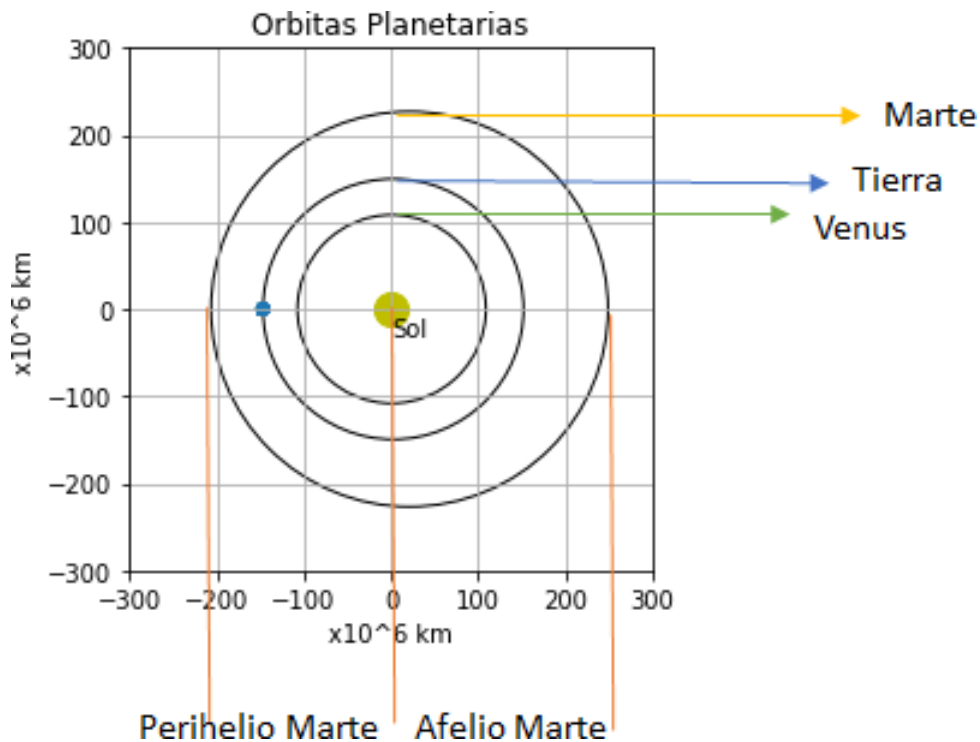


Figura 3-7.: Movimiento orbital de los planetas, perihelio y afelio de marte

Con base al análisis de las gráficas mostradas por el programa los estudiantes deberán discutir las siguientes preguntas:

- ¿Menciona los planetas del sistema solar?
- ¿Están todos los planetas a la misma distancia del sol? Justifique su respuesta
- ¿Cuándo los planetas están más alejado del sol?
- ¿Qué es excentricidad?
- ¿Quién propuso la forma actual en la que orbitan los planetas?
- ¿Dibuja la trayectoria que siguen los planetas?

θ (Grados)	r (u. a)
0	0.98325
15	0.98380
30	0.98542
45	0.98801
60	0.99141
75	0.99539
90	0.99971
105	1.00406
120	1.00814
135	1.01168
150	1.01441
165	1.01613
180	1.01672
195	1.01613
210	1.01441
225	1.01168
240	1.00814
255	1.01168
270	0.99971
285	0.99540
300	0.99141
315	0.98802
330	0.98543
345	0.98380
360	0.98325

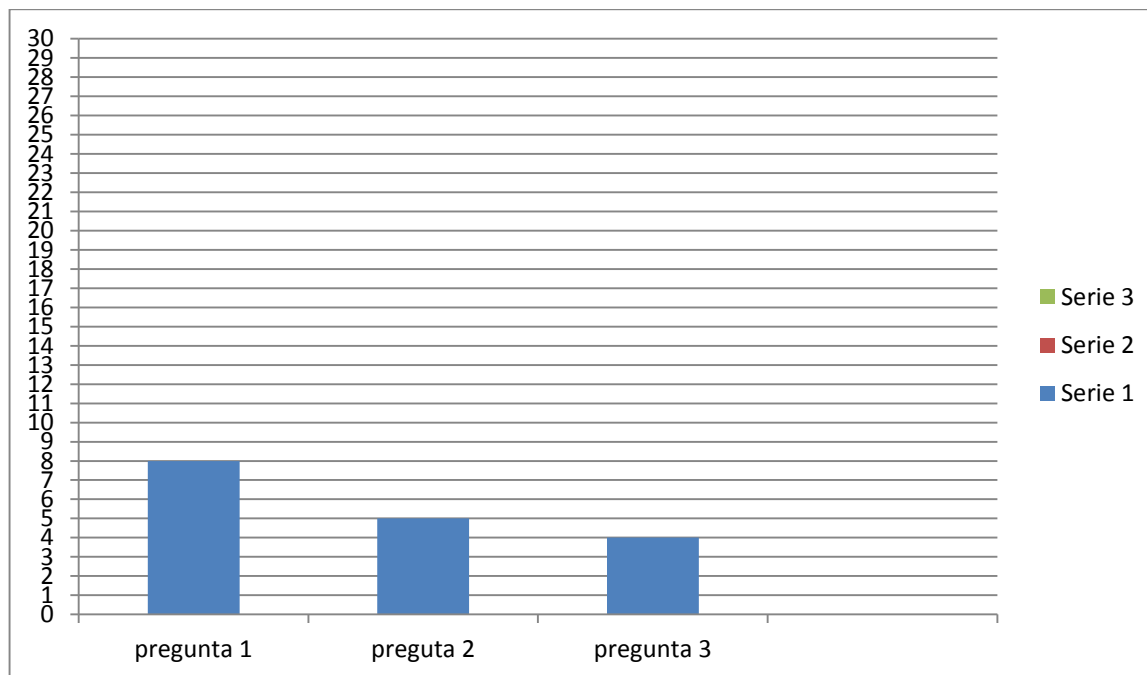
Tabla 3-1.: Datos obtenidos para la órbita de la Tierra.

θ (Grados)	r (u.a)
0	1.38115
15	1.38518
30	1.39715
45	1.41662
60	1.44282
75	1.47458
90	1.51025
105	1.54770
120	1.58430
135	1.61715
150	1.64329
165	1.66016
180	1.66599
195	1.66016
210	1.64329
225	1.54770
240	1.58430
255	1.54770
270	1.51025
285	1.47458
300	1.44282
315	1.41662
330	1.39715
345	1.38518
360	1.38115

Tabla 3-2.: Datos obtenidos para la órbita de los planetas.

4. Resultados previos, análisis y conclusiones

Teniendo en cuenta la estrategia didáctica planteada anteriormente en las páginas (30,31), para efectos de este trabajo de grado se alcanzó a realizar a un grupo 30 de estudiantes del colegio república de Colombia tres preguntas ya mencionada anterior mente con el fin de saber los preconcepto que tienen los estudiantes sobre el sistema sola .A los cuales dan una respuesta que no están de acorde con las teorías físicas. Las preguntas que se realizaron no serán tenidas en cuenta para una calificación, solo se quiere saber qué ideas erróneas tienen los estudiantes sobre el movimiento planetario.



Haciendo un análisis de las preguntas que se les realizaron a los estudiantes teniendo en cuenta las leyes de Kepler, teoría copernicana y la ley de gravitación de Newton se puede evidenciar del grafico que los conceptos aprendidos por los estudiantes son erróneos.

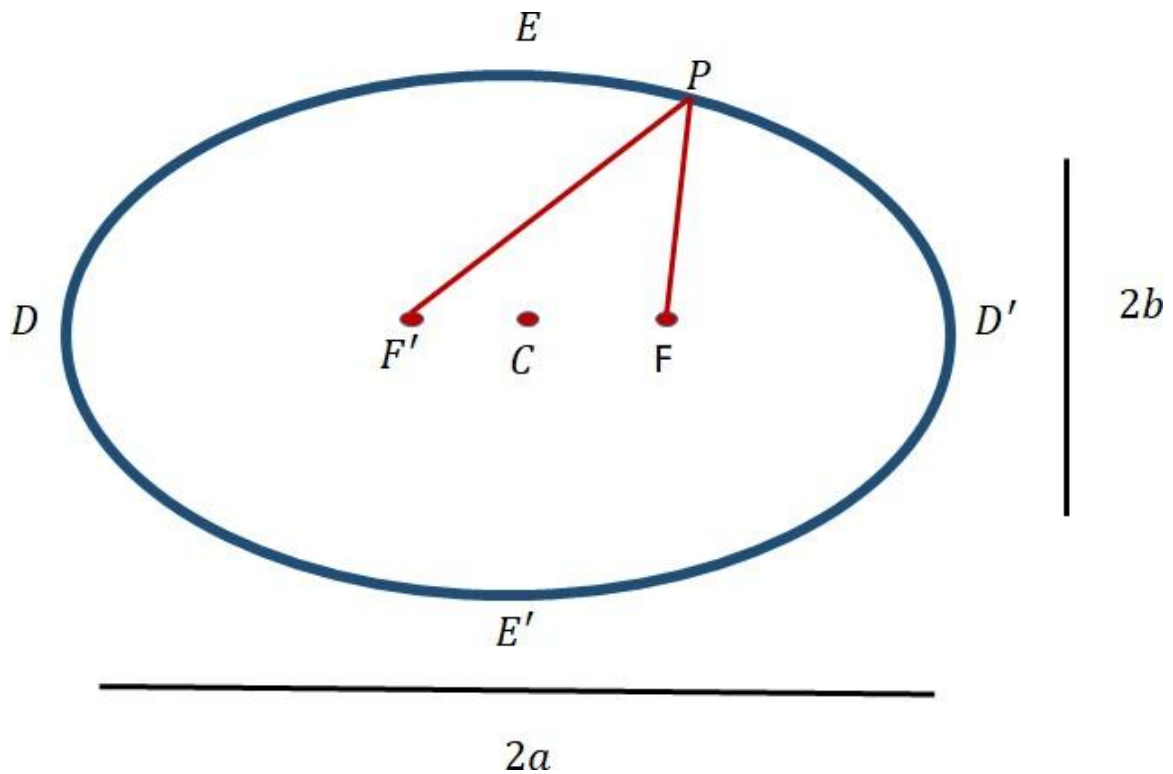
De los treinta estudiante 8 respondieron correctamente, 5 correctamente y 4 correctamente

- Lo que se puedo observar es que el número de respuestas es muy bajo, teniendo en cuenta el resultado delas respuestas se planteó la estrategia didáctica para ayudar tanto al docente como al estudiante en el proceso de enseñanza aprendizaje, con el fin de mejor la comprensión del sistema planetario.

- Bajo las herramientas pedagógica , como la carta celeste y la observación es posible crear una guía que oriente en la formación del estudio del movimiento de los planetas y en la mejora de las practicas observacionales.
- Utilizando como herramienta el programa de python es posible guiar al estudiante en la Comprensión de las trayectorias orbitales de los planetas, donde el estudiante con la guía del docente evidencia los puntos de afelio, perihelio y la forma geométrica de la gráfica siendo esto una herramienta de innovación en la enseñanza de la física .



Anexo: Elipse



La distancia de D a D^j es el eje mayor de la elipse por lo cual el semieje mayor es

$$CD = CD^j = \frac{DD^j}{2} \quad (\text{A-1})$$

La imagen A representa una elipse donde a es el semieje mayor y E, E^j es el eje menor de la elipse, en relación con el punto central C se obtiene

$$CE = CE^j = \frac{EE^j}{2} \quad (\text{A-2})$$

Obteniendo la definición de la elipse, se deduce que

$$PF + PF^j = ct \quad (\text{A-3})$$

$$PF + PF^j = 2a \quad (A-4)$$

$$EF^j = EF = E^j F^j = E^j F = a \quad (A-5)$$

La excentricidad de la elipse está dada por

$$e = \frac{CF}{CD^j} = \frac{CF^j}{CD} = \frac{CF}{a} \quad (A-6)$$

$$b = a \sqrt{1 - e^2} \quad (A-7)$$

con:

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

$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ esta es la ecuación de una elipse con centro en 0,0

$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ ecuación de la elipse con centro en el origen y el eje mayor sobre el eje

x Como el sol se encuentra en uno de los focos de la elipse, necesitamos la ecuación de la Elipse referida al foco efectuando una transformación de traslación de coordenadas de C a F sobre el eje x. multiplicamos la anterior ecuación por b^2 tenemos

$$a^2(1 - e^2) + \frac{x^2 b^2}{b^2} \quad (A-8)$$

$$(1 - e^2) + y^2 = a^2(1 - e^2) \quad (A-9)$$

$$(1 - e^2)(x^2 + 2aex + a^2e^2) + y^2 = a^2(1 - e^2) \quad (A-10)$$

$$\Delta x^2 + 2aex + a^2e^2 - e^2x^2 - 2ae^3x = a^2 - a^2e^2 \quad (A-11)$$

$$x^2 + y^2 + 2aex - e^2x^2 - 2ae^3x = a^2 - 2a^2e^2 + a^2e^4 \quad (A-12)$$

$$x^2 + y^2 = a^2 - 2a^2e^2 + a^2e^4 - 2aex - 2ae^3x + e^2x^2 \quad (A-13)$$

$$x^2 + y^2 = 2aex(1 - e^2) + a^2(1 - 2e^2 + e^4) + e^2x^2 \quad (A-14)$$

$$x^2 + y^2 = a^2(1 - e^2)^2 - 2aex(1 - e^2) + e^2x^2 \quad (A-15)$$

$$r^2 = a(1 - e^2) - ex^2 \quad (A-16)$$

$$r^2 = a(1 - e^2) - (ex \cos \theta)^2 \quad (A-17)$$

$$r + er \cos \theta = a(1 - e^2) \quad (A-18)$$

De donde finalmente tenemos $r = \frac{a(1-e^2)}{1+e \cos \theta}$ s el radio vector distancia que hay del centro del sol al centro del planeta la ecuación final es la de una elipse con coordenadas polares con origen en el foco F. Para $\theta = 0$

$$r = \frac{a(1 - e^2)}{1 + e \cos \theta} \quad (A-19)$$

$$r = \frac{a(1 - e^2)}{1 + e} \quad (A-20)$$

Entonces tenemos la ecuación $r = a (1 - e)$ el planeta en Perihelio punto en la órbita de un planeta, asteroide, cometa en el cual este se encuentra a la menor distancia, posible del centro del sol [2]. Si $\theta = 180$

$$r = \frac{a (1 - e^2)}{1 + e \cos 180} \quad (\text{A-21})$$

$$r = \frac{a (1 + e)(1 - e)}{1 - e} \quad (\text{A-22})$$

$r = a (1 + e)$ planeta en afelio: punto de la órbita de un planeta, asteroide o sonda espacial en el cual este se encuentra a la mayor distancia posible del sol.



Anexo: Fuerza gravitacional

$F = m_g a$ en este caso $a = a_c$ aceleración centrípeta tomado f como la fuerza dada por la ley de la gravitación.

$\frac{GM_s m_p}{r^2} = m_p a_c$ con M_s masa del sol, m_p masa del planeta.

$$\frac{GM_s m_p}{r^2} = \frac{v^2}{r} \quad (\text{B-1})$$

$$v^2 = \frac{GM_s}{r} \quad (\text{B-2})$$

Al relacionar la velocidad del planeta con el periodo se obtiene la siguiente expresión

$$v = \frac{\text{Desplazamiento}}{\text{tiempo}}$$

$$V = \frac{2\pi r}{T} \quad (\text{B-3})$$

$$\frac{2\pi r}{T} = \frac{GM_s}{r} \quad (\text{B-4})$$

$$\frac{4\pi^2 r^2}{T^2} = \frac{GM_s}{r} \quad (\text{B-5})$$

$$4\pi^2 r^3 = GM T^2 \quad (\text{B-6})$$

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM} = k \quad (\text{B-7})$$

Para una órbita elíptica r se reemplaza por el radio descrito en la expresión A-20, quedando en función del semieje mayor a y el ángulo θ barriendo alrededor del foco de la elipse.



Anexo: Programa

El programa utilizado posee los valores constantes de la masa del sol en Kg, la constante de gravitación, y a partir de ello determinan los parámetros de gravitación estándar, la excentricidad, los semiejes mayor y menor

```
import matplotlib.pyplot as plt
from matplotlib.patches import Ellipse, Circle

EPSILON = 1e-12
def solve_bisection(fn, xmin, xmax, epsilon = EPSILON):
    while True:
        xmid = (xmin + xmax) * 0.5
        if (xmax - xmin < epsilon):
            return xmid
        fn_mid = fn(xmid)
        fn_min = fn(xmin)
        if fn_min * fn_mid < 0:
            xmax = xmid
```

Con variación del ángulo θ podemos determinar la distancia heliocéntrica bajo la ecuación asociada a r expresada en sus ejes coordenados x , y .

```
def SolveOrbit(rmax, rmin, t):
    epsilon = EPSILON
    Msol = 1.9891e30
    G = 6.6740831e-11
    mu = G * Msol
    eps = (rmax - rmin) / (rmax + rmin)
    p = rmin * (1 + eps)
    a = p / (1 - eps**2)
    P = sqrt(a**3 / mu)
    M = (t / P) % (2 * pi)
    def fn_E(E):
        return M - (E - eps * sin(E))
    E = solve_bisection(fn_E, 0, 2 * pi)
```

Implementar ecuaciones de elipse para generar los valores necesarios para trazar una elipse, utilizando solo las distancias máxima (m) y máxima (M) del planeta desde el sol.

Las ecuaciones devuelven '2a' (el ancho de las elipses) y '2b' (la altura de las elipses) [16]

```
def fn_E(E):
    return M - (E-eps*sin(E))
E = solve_bisection(fn_E, 0, 2*pi)
def fn_theta(theta):
    return (1-eps)*tan(theta/2)**2 - ((1+eps)*tan(E/2)**2)
theta = solve_bisection(fn_theta, 0, pi)
if (E > pi):
    theta = 2*pi - theta
r = a * (1 - eps * cos(E))
return theta, r

def DrawPlanet(name, rmax, rmin, t):
    SCALE = 1e9
    theta, r = SolveOrbit(rmax * SCALE, rmin * SCALE, t)
    x = -r * cos(theta) / SCALE
    y = r * sin(theta) / SCALE
    planet = Circle((x, y), 8)
    ax.add_artist(planet)
```

D

DESCRIPCIÓN FÍSICA DE CADA UNO DE LOS PLANETAS

La palabra planeta viene del griego planetas que significa “errante” esto se debe a que en la antigüedad se había identificado algunos objetos celestes que a diferencia de las estrellas “fijas” se caracterizan por poseer movimiento, deambulan a través de las constelaciones, estos objetos eran Mercurio, Venus, el sol, La luna, Marte, Júpiter y Saturno con el tiempo a estos objetos se les dio el nombre de objetos o cuerpos celestes, que giran alrededor del sol. El telescopio permitió descubrir otros objetos en el sistema solar: el planeta Urano, Neptuno y Plutón -Caronte el cual no es un planeta.

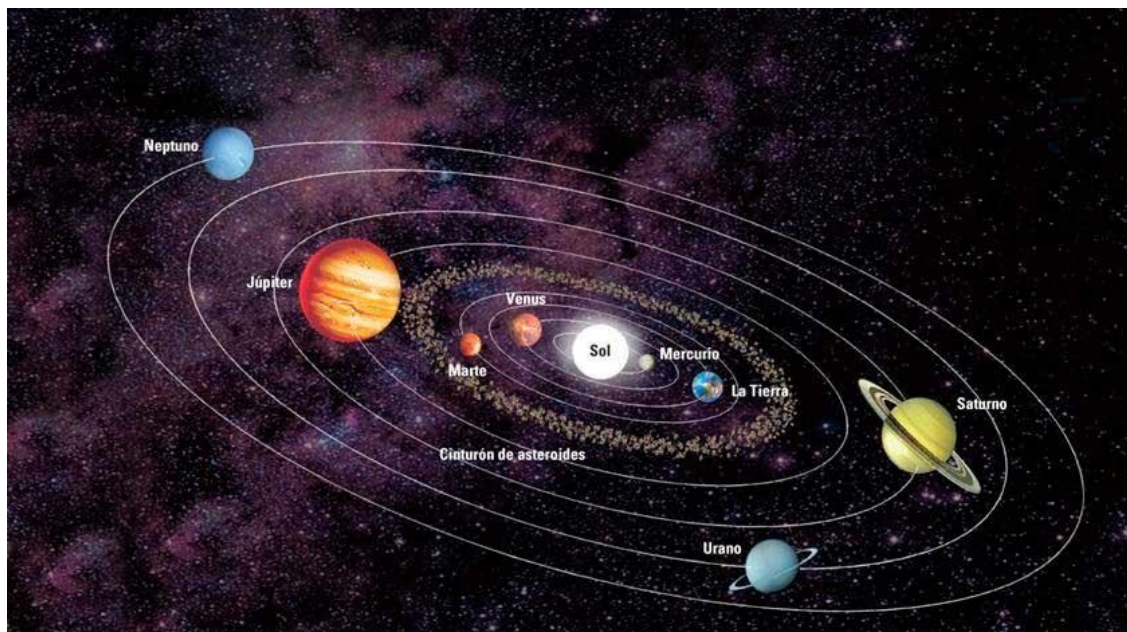


Figura 2-4.: Foto mercurio [8]

Mercurio

Es el planeta más cercano al sol se representa en la figura **2-5**, los dos cuerpos se encuentran separados por una distancia media de 58 millones de kilómetros, Mercurio es el planeta más pequeño del sistema solar su radio es de 2439km, no tiene satélites naturales debido a su escaso tamaño y cercanía al sol, la atmósfera es inexistente. Mercurio tiene una amplia diferencia de temperatura entre el día y la noche durante el día llega a tener una temperatura de 400 y en la noche baja a -170 tiene un periodo de rotación muy lento es de 59 días terrestres, tiempo que tarda en dar una revolución en torno al sol es de 88 días terrestres Torres(1999).



Figura 2-5.: Foto mercurio [8]

VENUS

Visto desde la tierra venus es el cuerpo celeste más brillante **2-6**, después del sol y la luna bajos los reflejos del sol. Es un planeta que en tamaño masa es muy parecido a la tierra se encuentra a una distancia al sol de 0.72 u. a y su radio se de 6052 km. Al igual que mercurio es un planeta que, por estar más cerca al sol que la tierra se puede observar al anochecer o al amanecer. El planeta siempre está cubierto por una espesa capa de nubes que impide cualquier observación de su superficie. Por esta razón fue difícil conocer su periodo de rotación, en 1962 por fin se conoce su periodo de rotación, el planeta gira muy lento, para realizar una vuelta entorno a su eje se demora 243 días terrestres, venus tiene la atmosfera más densa de todo los demás planetas.



Figura 2-6.: Foto venus [8]

TIERRA

Lo que hace diferente del resto de los planetas es el estar saturada de vida. La abundancia de agua líquida fue contundente para la evolución del planeta, esto ayudo a moderar la temperaturas, erosiono las rocas, disolvió los minerales y favoreció complejas reacciones química algunas de las cuales crearon la primera célula hace cerca de cuatro mil millones de años se representa en la figura **2-7**, no hace más de 600 millones de años que empezó a proliferar los animales macroscópico debido a una acumulación de oxígeno en la atmosfera realizada por la fotosíntesis .

La tierra se encuentra situada a una unidad astronómica (1u.a), del sol. Su órbita es casi una circunferencia, con una excentricidad de 0.016, el periodo de rotación es de 56^m4^s . El eje de rotación del planeta está inclinado con respecto a la norma al plano de su órbita en unos 23.5 grados.

El planeta tierra está compuesto por Nitrógeno(N_2) en un 78 % y de oxígeno (O_2) en un 21 %, bióxido de carbono, oxígeno cerca del 70 % de la superficie del planeta está cubierta por agua. Los océanos contienen un 97 % de agua que hay en la tierra. El 3 % esta como Agua no salina, $\frac{3}{4}$ partes está atrapada en forma de hielo en las zonas polares. El agua es

trasportada por medio de un ciclo hidrológico el cual trasfiere el agua desde los océanos a los continentes a través de la atmosfera y regresa a los océanos anos sobre y por debajo de la superficie continental.



Figura 2-7.: Foto tierra [8]

Marte

De todos los planetas del sistema solar es el que presenta mayor semejanza con la tierra. Tiene un radio que es la mitad del radio terrestre. El planeta tiene un periodo de rotación muy parecido al de la tierra (24^h37^m) marte se encuentra situado a 1.52u.a.del sol y posee la mayor excentricidad de todos los planetas terrestres (0.093) se representa en la figura **2-8**. Visto desde la tierra marte es un planeta exterior, quiere decir que presenta la configuración con respecto al sol, y es posible observarlo durante toda la noche en el momento que se encuentra más cerca de la Tierra .

El planeta tiene una atmosfera muy delgada comparada con la tierra. La presión en la superficie oscila entre 0,0006 y 0,01atmosfera. Está conformada principalmente de bióxido de carbono (CO_2) alcanzando un 95.3 % Nitrógeno (N_2) en un 2.7 % y Argón en un 1.5 % y cantidades mucho mayores de oxígeno, monóxido de carbono, vapor de agua y gases nobles.

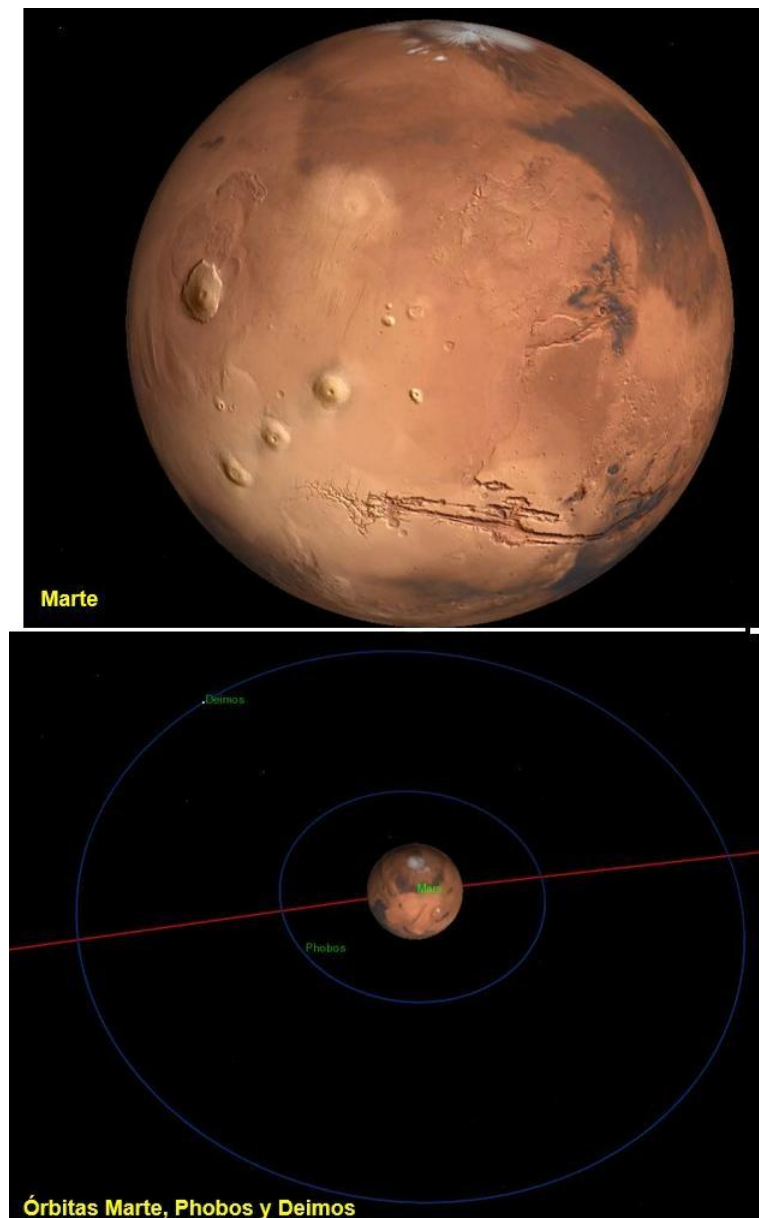


Figura 2-8.: Foto marte y su órbita [8]

Júpiter

Júpiter es el cuerpo celeste sin incluir al sol más grande del sistema solar. Está situado a 5.2 unidades astronómicas del sol y su periodo de traslación en torno de este equivale a 11.86 años terrestres. Júpiter se representa en la figura 2-9. Júpiter a pesar de su gran tamaño (11.2 veces el radio terrestre) es el planeta que posee el periodo de rotación más corto: de tan solo 9h 55m con una masa 2.5 veces más masivo que todos los demás planetas juntos, pero comparado con el sol, llega solo a ser 1/1050 de la masa de este. El planeta tiene

Una composición parecida al del sol, está conformado por hidrógeno en un 78 % y helio. Su densidad es de $1.333 \frac{gr}{cm^3}$

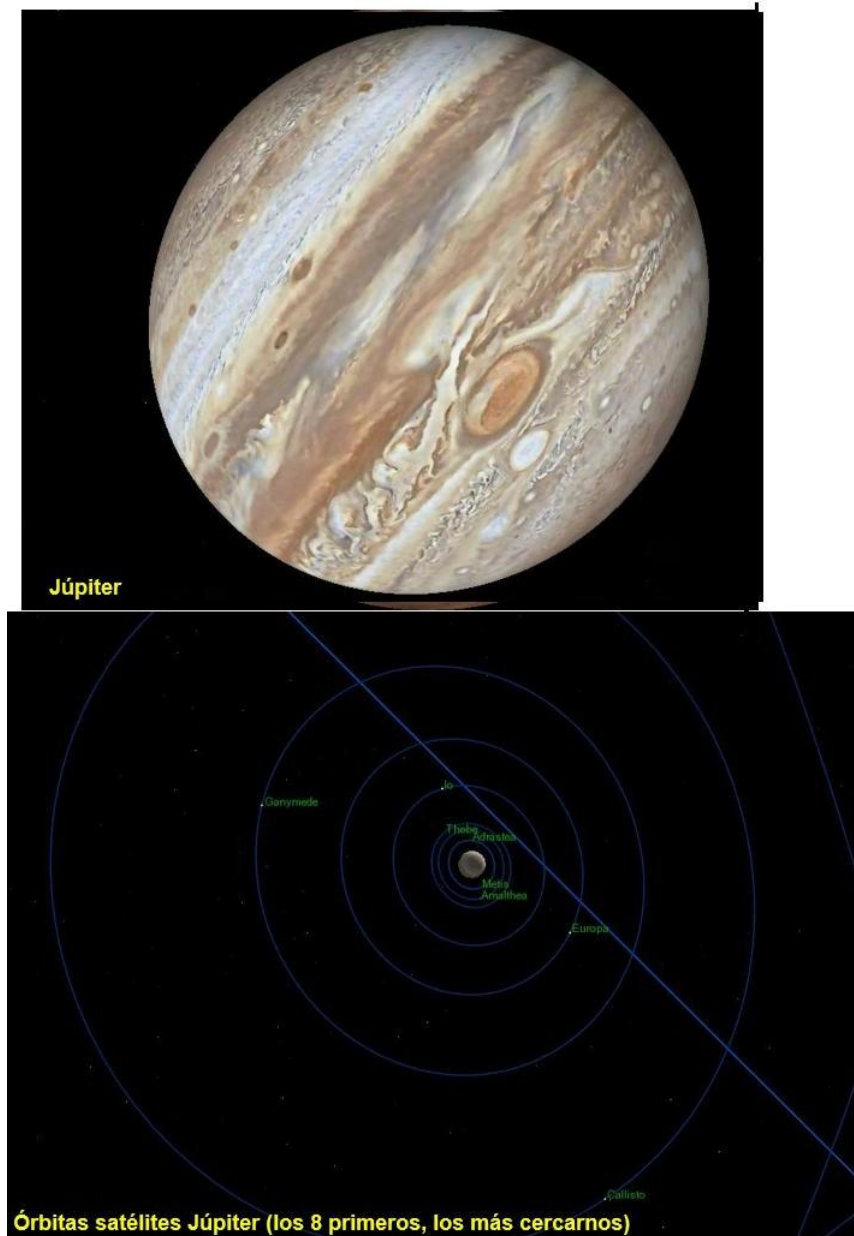


Figura 2-9.: Foto Júpiter y su órbita [8]

Saturno

Saturno es el sexto planeta más lejano en orden de distancia al sol. Ambos cuerpos se encuentran separados por 9.5.u.a. Es el segundo planeta más grande del sistema solar su radio ecuatorial es de 6300km, esto, es 9.8 veces más grande que el radio terrestre. Y una

masa cerca de 9.8 veces la masa de la Tierra, una de sus características más notable son sus anillos lo hace más vistoso a la hora de ser observado a través de un telescopio. Saturno es similar a Júpiter, en el sentido que es un planeta gaseoso y de periodo de rotación muy corto, de 10,6 horas se representa en la figura **2-10**. Saturno es el planeta más achatado del sistema solar, el radio en los polos es 10 % menos que el radio ecuatorial. El planeta está compuesto principalmente de hidrogeno. La atmosfera revela que el hidrogeno molecular constituye un 91. % en masa, el hielo constituye un 6 % Torres (199). Saturno, posee un significativo número de satélites actualmente se han descubierto 30, siendo el más grande la Luna Titán, es ligeramente más grande que mercurio.

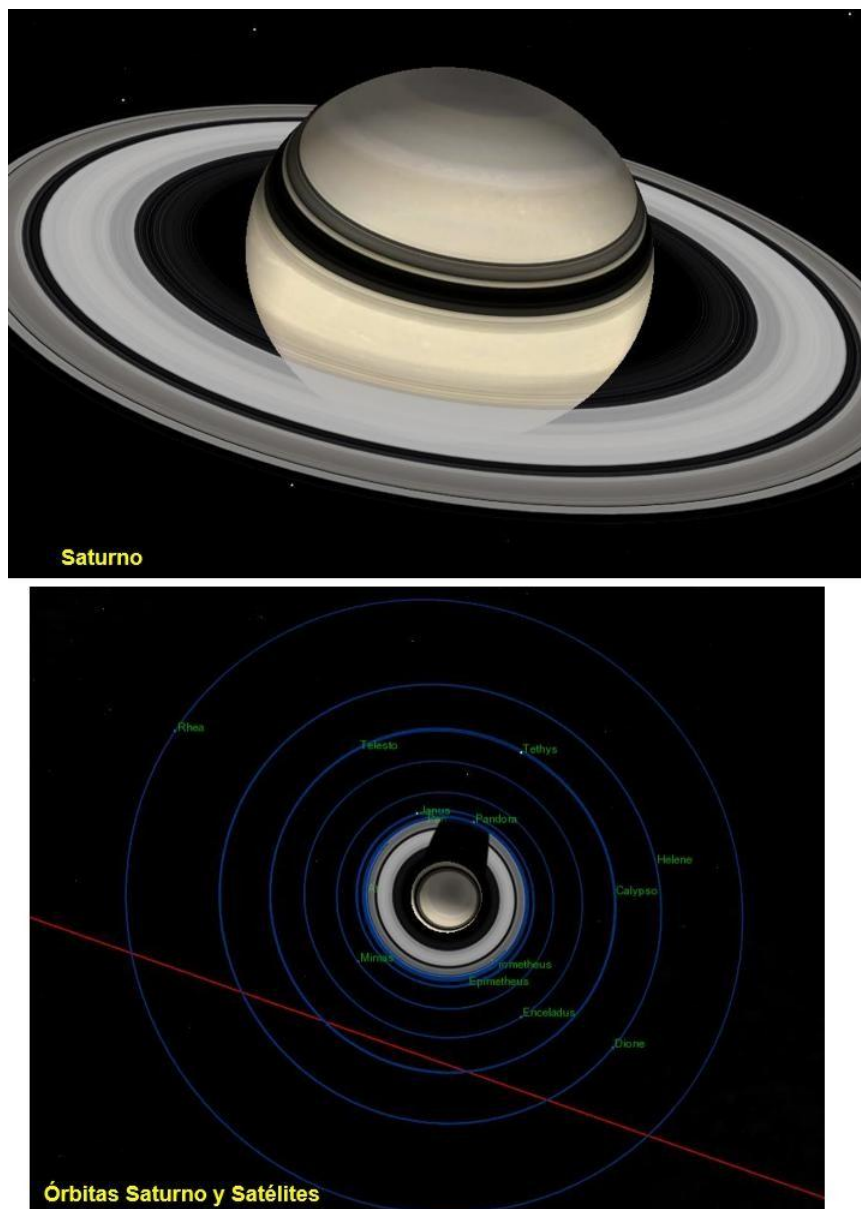


Figura 2-10.: Foto Saturno y sus órbitas

Urano

Está ubicado a una distancia del sol de unas 19 u. a., Urano es el tercer planeta más grande del sistema solar, y por ser un planeta gaseoso puede considerarse como un hermano de Júpiter y Saturno. Tiene también un gran número de satélites y un sistema complejo de anillos. Una de sus características más interesantes de este planeta es que su eje de rotación se encuentra inclinado 98° con respecto al plano de su órbita, lo que hace que gire “acostado” se representa en la figura 2-11. Esto implica que los polos de Urano estén sometidos a largos periodos continuos de luz ó oscuridad [3].

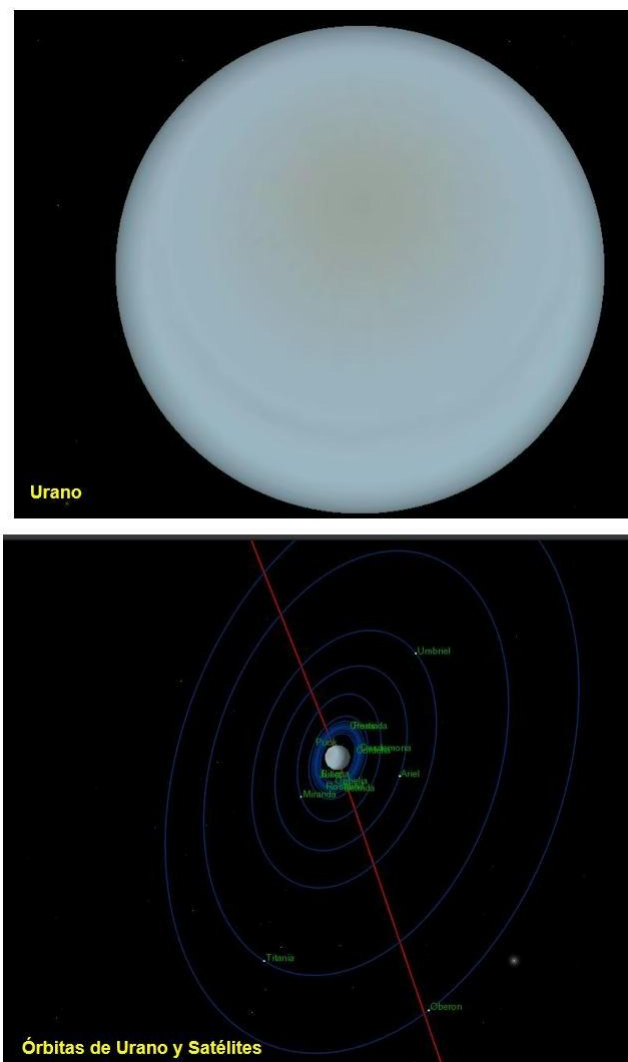


Figura 2-11.: Foto Urano y su órbitas [8]

El planeta posee un periodo de rotación de unas 17.3 horas ocasionando que el radio en el ecuador de (25560km) sea 23 % mayor que el radio polar. Al igual que en Júpiter y en

Saturno, el Hidrogeno molecular y el helio son los principales constituyentes de la atmosfera Urano pose un número significativas de Lunas, se han descubierto cerca de 21.

Neptuno

Este planeta Neptuno posee una distancia media al sol de 30 u. a. y describe una órbita en torno de este en 165 años. Es también un planeta gaseoso, con un radio que es tan solo el 35 % del radio de Júpiter. El planeta tiene un eje de rotación que está inclinado 29.6° con respecto a su plano orbital y realiza una revolución sobre su eje en 16.1y helio horas se representa en la figura **2-12**. La atmosfera de Neptuno está constituida principalmente de hidrogeno, con cantidades pequeña de metano y una temperatura de -213°C [9].

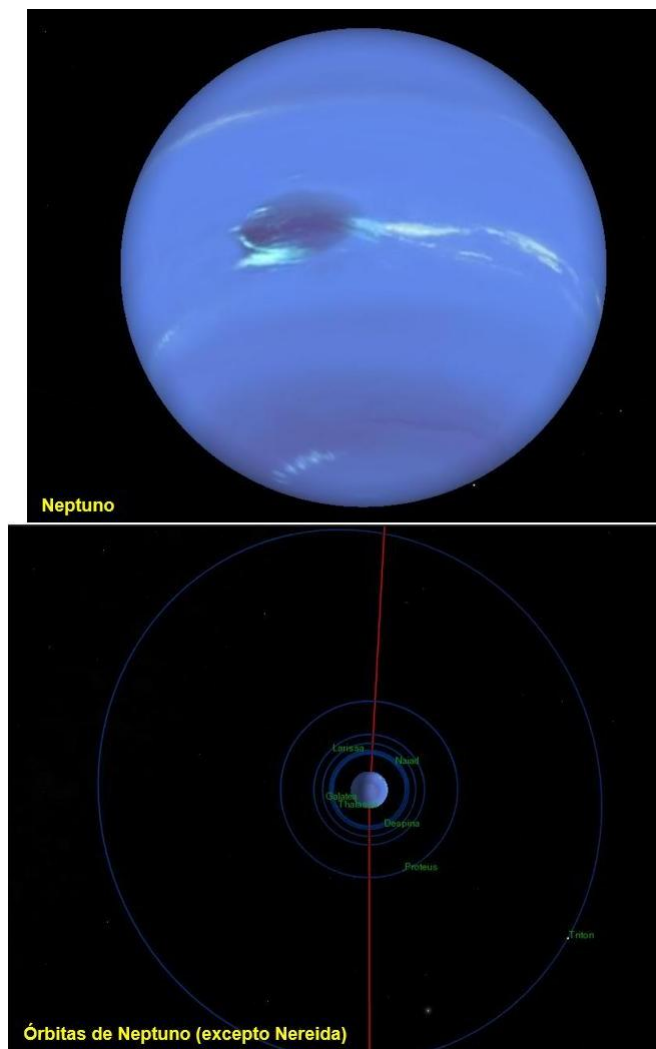


Figura 2-12.: Foto Neptuno y su órbita [8]

Bibliografía

- [1] Chavas, D. J. (1978), Los planetas (Capítulo 5). Universidad de Barcelona: Reverte. S.A.
- [2] Delar , B. (1975). Sistema Solar. España: Scientific American.
- [3] Kuhn, T. (1978). La revolución Copernicana. Buenos Aires: Orbis, S. A.
- [4] Portilla, J. G. (2001). El Movimiento de los cuerpos Celestes. Bogotá: Universidad Nacional.
- [5] Tórrense V. Johnson, R. B. (1999).Sistemas Solares. Investigación Ciencias, 66-87.
- [6] Zemansky , S. (1998). Ley de la Gravitación de newton. México: Addison Wesley Longm
- [7] <http://www.gifmania.com/Gif-Animados-Espacio/Imagenes-Astronomia/Planeta>
- [8] Puerta, G.R (2003). Ciencia Explicada Astronomía: Printer Latinoamericana. Bogotá.
- [9] Jim Bell. (2013). El libro de la Astronomía
- [10] Koestler, A (1963). Los Sonámbulos , editorial universitaria de Buenos Aires, Buenos Aires
- [11] <http://www.astronomynotes.com/gravapp/st.htm>
- [12] Portilla, J .G (2001). Astronomía para todos, Editorial observatorio Astronómico Nacional.
- [13] Alvarenga, B. G. (1975), Física General .BRAZI :Tec-Cien.