

**Lunes
04
de abril**

Segundo de Secundaria Ciencias. Física

Kepler: figura de la revolución científica.

Aprendizaje esperado: *analiza la gravitación y su papel en la explicación del movimiento de los planetas y la caída de los cuerpos (atracción) en la superficie terrestre.*

Énfasis: *conocer las aportaciones de Johannes Kepler al estudio del movimiento de los planetas (las tres leyes de Kepler).*

¿Qué vamos a aprender?

Conocerás cómo se explicó el movimiento de los planetas con base en los estudios realizados por el astrónomo y matemático alemán Johannes Kepler en Europa a finales del siglo XVI y principios del XVII. Se destacarán las principales ideas que surgieron acerca del movimiento de los planetas antes de Kepler, así como las que él mismo propuso.

Revisarás las aportaciones de Kepler al estudio del movimiento de los planetas, explicaciones conocidas como las tres leyes de Kepler, las cuales fueron fundamentales en el cambio y avance del conocimiento científico acerca del universo.

¿Qué hacemos?

Posiblemente, te has preguntado cómo es el universo, al igual que tú, muchos seres humanos, desde la antigüedad se han hecho esas y otras preguntas al observar el Sol, la Luna y las estrellas. Desde cada cultura y a través de la historia se han hecho distintas representaciones del cosmos. Revisa algunas de ellas.

Como recordarás, una de las civilizaciones antiguas fue la maya, la cual tenía conocimiento de los cuerpos celestes y sus movimientos que datan de hace más de 2000 años. Sus conocimientos astronómicos se derivaron de largas jornadas dedicadas a la observación del firmamento, mediante la cual realizaron cálculos y obtuvieron datos de gran precisión. Cabe señalar que la sabiduría que tenían acerca de los astros estaba estrechamente vinculada con las creencias religiosas y ritos de su cultura, ya que estas regían la vida de los mayas.

Por su parte, los filósofos, matemáticos y astrónomos de la antigua Grecia, con base en sus razonamientos, trataron de explicar cómo eran los cuerpos celestes que observaban a simple vista. Uno de estos filósofos fue Parménides de Elea, quien vivió aproximadamente en el año 500 antes de nuestra era y fue de los primeros en proponer que el universo era una esfera finita de masa homogénea en la que no había espacios o vacíos y que, por lo tanto, no podía cambiar.

En esa misma época, Heráclito de Éfeso pensaba que la sustancia primordial del universo era el fuego y Empédocles afirmaba que el mundo era una esfera homogénea compuesta por agua, aire, tierra y fuego.

Una explicación del movimiento de los planetas que prevalecía en la antigüedad se basaba en la idea que postuló Aristóteles hace más de dos mil años, retomada por Ptolomeo en el siglo II de nuestra era, que proponía a la Tierra como el centro del universo y al Sol, los cinco planetas conocidos (Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno), la Luna y las demás estrellas moviéndose dentro de esferas centradas en nuestro planeta.

Este modelo vigente en Europa hasta el siglo XVI se conoció como sistema geocéntrico; consideraba al cosmos dividido en dos partes: el mundo supralunar situado por arriba de la Luna, donde se mueven los astros de manera circular y constante. Por otra parte, estaba el mundo sublunar, donde está la Tierra debajo de la Luna.

En la Europa del siglo XIV se creía que todo lo que había más allá del cielo era inmutable, es decir, que nunca cambiaba. En la época del renacimiento surge un nuevo interés por el conocimiento de la naturaleza, ejemplo de ello son las ideas acerca del universo que propuso el polaco Nicolás Copérnico a mediados del siglo XVI, las cuales modificaron la forma de concebir el universo en ese tiempo.

Copérnico se dedicó a obtener datos precisos de la ubicación de la Luna, el Sol y los planetas, así como en buscar un modelo matemático compatible con sus datos.

Con base en esos resultados sugirió una explicación acerca del movimiento de los astros conocidos, donde situaba a la Tierra girando alrededor del Sol y no al revés, como se aceptaba comúnmente. En este modelo es el Sol y no la Tierra el astro que ocupa el centro; por ello, se le conoció como sistema heliocéntrico.

El modelo de Copérnico fue aceptado por algunos científicos. Asimismo, propuso que la Tierra efectuaba tres movimientos uniformes independientes:

- 1) -La Tierra viaja en una gran órbita circular alrededor del Sol.
- 2) -La Tierra gira sobre un eje inclinado.
- 3) -La Tierra describe un movimiento cónico en su eje.

Años más tarde, Giordano Bruno aceptaba la teoría heliocéntrica de Copérnico, sin embargo, propuso una idea novedosa: “las estrellas semejaban al Sol y cada una debía formar parte de un sistema planetario similar al sistema solar”. De esta manera, Bruno concebía al Sol como otra estrella más del cosmos.

Un investigador que reflejó el libre vuelo de la fantasía del filósofo Bruno fue su contemporáneo Tycho Brahe.

Tycho sobresale como un astrónomo distinguido. Tuvo la suerte de ver una radiante estrella que no formaba parte del firmamento que él conocía muy bien, por lo que dedujo que se trataba del surgimiento de una nueva estrella, y este descubrimiento constituyó un argumento para poner en duda la inmutabilidad fundamental del cosmos, idea propuesta por Aristóteles, cientos de años atrás, y que aún prevalecía en la época.

Tycho Brahe realizó numerosas observaciones de los astros, mediante instrumentos que diseñó para medir su posición en el cielo. Sostuvo una idea diferente de la propuesta de Copérnico, al considerar que la Tierra permanecía inmóvil en el centro de la gigante esfera estelar y que en torno a ella circulaban la Luna y el Sol, en tanto que alrededor del Sol orbitaban los demás planetas.

Para ilustrar las aportaciones de Ptolomeo, Copérnico y Tycho Brahe observa el siguiente recurso audiovisual.

1. Las leyes de Kepler.

<https://www.youtube.com/watch?v=pJZox-Wo2og>

Revisa del tiempo 0:22 al 3:17.

La mayor contribución de Tycho a la astronomía fue su colección precisa y extensa de datos planetarios que enseñó a su ayudante Johannes Kepler, sin la cual no hubiera alcanzado conclusiones decisivas.

Brahe y Kepler se reunieron, por interés mutuo, ya que Brahe necesitaba del conocimiento y la habilidad matemática de Kepler para demostrar la exactitud del sistema planetario que elaboró. Kepler necesitaba el inmenso catálogo del registro de las observaciones de los astros que había realizado Brahe para verificar el modelo heliocéntrico propuesto por Copérnico, con el que estaba de acuerdo.

Al morir Tycho Brahe, Kepler pudo acceder a los registros que había hecho Brahe acerca de las posiciones de los planetas, obtenidos a simple vista con la ayuda de varios instrumentos de medición, pero sin utilizar un telescopio.

Con base en los datos de Brahe, Kepler identificó que los planetas del sistema solar conocidos hasta entonces (Mercurio, Venus y la Tierra) encajaban bastante bien en la descripción de órbitas circulares, pero no ocurría lo mismo con la órbita de Marte.

En vez de proponer correcciones a la órbita de Marte, como lo hizo el propio Copérnico, Kepler actuó como el gran matemático que era para resolver el caso.

Probó con distintas curvas intentando ajustarlas a la órbita que señalaban los datos de Brahe y descubrió que una elipse describía muy bien la órbita de Marte, con el Sol ligeramente a un lado del centro. A la nueva posición del Sol la llamó foco. Estaba claro que el Sol debía gobernar el sistema y que los planetas giraban en órbitas en forma de elipse.

En el siguiente video, observa con atención las propuestas de Kepler acerca del movimiento de los planetas.

2. Las leyes de Kepler.

<https://www.youtube.com/watch?v=pJZox-Wo2og>

Revisa del tiempo 3:16 al 5:41.

Ahora, se hará un repaso de las tres leyes que propuso Kepler para describir el movimiento de los planetas.

La primera ley se refiere a la forma de la órbita, al precisar que:

“La trayectoria de cada planeta alrededor del Sol es una elipse y el Sol se encuentra en uno de sus focos”.

Si bien Kepler concordaba con la teoría heliocéntrica de Copérnico, difería en que las órbitas de los astros no eran circulares sino elípticas, es decir, ovaladas.

Cabe señalar que la órbita de los planetas es más o menos elíptica; por ejemplo, la órbita de la Tierra es casi circular, en tanto que las de Marte y Mercurio son más elípticas.

En consecuencia, cada planeta al dar una vuelta completa alrededor del Sol tendría que ubicarse en un punto más cercano al Sol y en otro más distante.

La segunda ley se relaciona con la velocidad de los planetas en su trayectoria alrededor del Sol.

Se relaciona con la diferente velocidad en su movimiento. Otro de los desafíos que abordó Kepler fue la formulación de una relación entre la rapidez variable de un planeta y su posición en la órbita, la cual dice que un planeta se mueve de tal forma que una línea trazada desde el Sol a su centro “barre áreas iguales en intervalos de tiempo iguales”.

Esto significa que los planetas se mueven con velocidad creciente cuando pasan cerca del Sol, donde se ubican a menor distancia, y luego frenan gradualmente según van alejándose de la órbita.

Entonces, va hacia el Sol alcanzando una rapidez máxima en el punto de mayor aproximación; y, al pasar por su lado y alejarse, va frenando hasta alcanzar su mayor distancia y menor velocidad, reanudando el ciclo una vez más. Esto constituye su segunda ley, que dice:

“La línea que une al Sol con cualquier planeta abarca áreas de espacio iguales en intervalos de tiempo iguales”.

Kepler elaboró sistemas complicados de figuras geométricas para representar las órbitas de los planetas, que le dieran sentido a sus descubrimientos. Durante diez años de investigación se ocupó de buscar una relación matemática entre el tiempo que tarda un planeta en dar una vuelta completa en torno al Sol, es decir su periodo orbital y la distancia del planeta al Sol, esto es el radio de su órbita.

Lo que lo llevó a deducir una tercera ley.

“El cuadrado del periodo orbital de un planeta es directamente proporcional al cubo de su distancia promedio al Sol”.

Con base en los datos de Brahe, Kepler encontró que el cuadrado de un periodo, representado como (T) al cuadrado, es directamente proporcional al cubo de su radio orbital promedio, representado como r al cubo.

Esto significa que el cociente de T^2 entre r^3 es el mismo para todos los planetas.

Dado que es una relación matemática, si se conoce el periodo orbital de un planeta se puede calcular el promedio de su distancia al Sol.

Es interesante destacar que Kepler, a partir de las ideas de Copérnico, las mediciones obtenidas por Brahe y sus observaciones de los astros, hizo un análisis matemático de las órbitas planetarias y dedujo las leyes que llevan su nombre, relacionadas con la dinámica del sistema solar.

Su trabajo se considera de gran importancia en la astronomía, ya que contribuyó a revolucionar las ideas acerca del universo que fueron una base para avanzar en el conocimiento que construyeron posteriormente otros científicos acerca del funcionamiento del mismo.

Ahora, conoce un poco más acerca de la vida y obra de Johannes Kepler.

Nació el 27 de diciembre de 1571 en una población alemana y logró ingresar a la universidad, en la que estudió teología, griego, matemáticas, física y astronomía, entre otros cursos. En la clase de astronomía surgió su interés por las ideas de Copérnico. Kepler fue maestro de matemáticas, hacía predicciones astrológicas y al morir Brahe, con quien colaboraba, lo sustituyó en el puesto de Matemático Imperial en la corte de Praga, lo que le permitió realizar sus investigaciones acerca del movimiento de los planetas.

Para dar a conocer las conclusiones de sus investigaciones, escribió varias obras. Así, en 1597 hizo su primera publicación llamada Misterio Cosmográfico, en la que expuso su teoría acerca del arreglo armónico que suponía, tenían los astros al formar círculos y diversas figuras geométricas. En 1609 dio a conocer su libro llamado Astronomía Nueva, en el que presentaba sus dos primeras leyes.

En 1619 publica otras obras que reúnen sus ideas acerca de la armonía del cosmos que incluyen su tercera ley. En 1627 termina las “Tablas Rudolfinas” que inició con Brahe, las cuales fueron muy importantes para los astrónomos de su época, por la exactitud de los datos de más de mil estrellas, así como por desarrollar una forma de hacer los cálculos de las posiciones de los planetas, que permitieron dar validez al sistema heliocéntrico y las leyes que Kepler planteó.

Entabló comunicación por cartas con Galileo y reconoció el valor de sus observaciones al telescopio, como evidencias que apoyaban sus propuestas sobre el movimiento de los planetas, aunque Galileo no le prestó mucha atención.

En el aspecto humano, enfrentó dificultades de distinta índole, ya que tuvo que huir de la persecución religiosa, sufrió la muerte de su esposa e hijo, padeció problemas económicos y enfrentó las acusaciones de brujería atribuidas a su madre, entre otras.

Finalmente, durante un viaje que emprendió para tratar de cobrar un adeudo de su salario, Kepler padeció una enfermedad que acabó con su vida el 15 de noviembre de 1630.

Has concluido el tema del día de hoy.

El reto de hoy:

Con base en la información de esta sesión, elabora una reflexión escrita acerca de las principales aportaciones de Kepler y que representaron un cambio en las ideas sobre el cosmos que predominaban en su época.

¡Buen trabajo!

Gracias por tu esfuerzo.

Para saber más:

Lecturas

<https://www.conaliteg.sep.gob.mx/>