

**Lunes  
28  
de marzo**

## **Segundo de Secundaria Ciencias. Física**

### *La revolución de Copérnico*

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

**Énfasis:** *conocer y reflexionar sobre las aportaciones de Nicolás Copérnico y la teoría heliocéntrica.*

#### **¿Qué vamos a aprender?**

En esta sesión, conocerás sobre la vida y aportaciones de Nicolas Copérnico, la teoría heliocéntrica y cómo afectó la forma en que se construye la ciencia actualmente. Además, estudiarás sobre los fenómenos relacionados con el movimiento de los cuerpos celestes, y las teorías que se desarrollaron a través de los años.

#### **¿Qué hacemos?**

Para comenzar, reflexiona en las siguientes preguntas:

¿Alguna vez te has preguntado cómo se mueven los planetas?

¿Dónde se ubican los astros en el universo o si algunos de ellos carecen de movimiento?

Ocurren muchas cosas a nuestro alrededor que suelen pasar desapercibidas hasta que se les presta un poco de atención, por ejemplo, pensar en cómo se mueven los astros.

La observación es el primer paso del método científico, y es muy importante para detectar las características del fenómeno que se está analizando. En el caso de los fenómenos relacionados con el movimiento de los cuerpos celestes, se podría observar de qué lado sale el Sol, y en cuál se oculta; cómo van cambiando las fases de la Luna o por qué siempre muestra una misma cara.

Otro fenómeno muy interesante es cuando ocurre una lluvia de estrellas o un eclipse. La mirada de la humanidad siempre ha estado en el cielo desde tiempos muy antiguos. Siempre han causado fascinación y asombro este tipo de fenómenos.

En busca de encontrar una explicación, las diferentes civilizaciones han transitado desde las explicaciones fantásticas hasta las construidas a través de la ciencia.

Todas las culturas han ideado su propia cosmogonía. Con sus creencias trataban de explicar no sólo el origen y evolución de universo, sino también fenómenos climáticos, como la lluvia y los vientos.

La ciencia, también da explicaciones acerca de los fenómenos naturales, pero sus métodos se basan en el estudio sistemático y en las evidencias comprobables.

Con ayuda del conocimiento científico y de los avances tecnológicos, la humanidad ha logrado encontrar explicaciones más completas, comprobables y confiables para comprender mejor el universo. Esto representó un cambio de paradigma, ya que las creencias que se encontraban vigentes no podían explicar de forma satisfactoria ciertos comportamientos de los cuerpos celestes, aunque en su momento fueron base del estudio de todo lo que nos rodea.

En sesiones anteriores has revisado algunas cosmogonías muy antiguas. Por ejemplo, los sumerios, que vivieron hace unos 6,000 años en la parte sur de Mesopotamia, su universo estaba conformado por dioses y diosas engendrados por el caos. La visión que tenían del cosmos se fue complicando al aumentar los conocimientos que tenían, tanto matemáticos como astronómicos.

Hace unos 4,000 años, los sacerdotes sumerios elaboraron mapas celestes y dividieron el cielo en constelaciones, además, se les atribuyen los primeros catálogos estelares.

Después, se podría decir que otro gran número de aportaciones al estudio del cielo fueron las que realizaron los caldeos, hace unos 2,500 años, asentados también en Mesopotamia. Ellos interpretaron que los cuerpos celestes habían sido colocados por los dioses para dar indicaciones a los humanos sobre su destino. Esta creencia hizo que se dedicaran grandes esfuerzos a la observación del cielo. Construyeron tablas planetarias donde se describían de forma muy detallada las trayectorias que seguían

los planetas que podían ver. Algunos planetas presentan un movimiento que es denominado como regresión.

Para un observador en la Tierra, el Sol y la Luna se mueven de manera regular, avanzando de este a oeste. Pero hay cinco cuerpos celestes que la mayoría del tiempo siguen este mismo patrón de movimiento, sin embargo, su trayectoria modifica su sentido en ciertos periodos, es decir, se aprecia que se mueven en dirección contraria, que retroceden. A esta variación en el movimiento de los planetas se le conoce con el nombre de retrogradación. Por ejemplo, en la siguiente imagen, puedes ver el movimiento de retrogradación de Marte.



Los otros planetas que presentan esta variación en su trayectoria aparente son Mercurio, Venus, Júpiter y Saturno. Sin embargo, sólo son movimientos aparentes, observados desde nuestro sistema de referencia, es decir, la Tierra.

Desde nuestro punto de vista parece que estamos inmóviles y todo lo demás se mueve a nuestro alrededor; es fácil suponer por qué la idea de que la Tierra era el centro del universo permaneció vigente tanto tiempo. Aunque sí existieron algunos pensadores que no estaban conformes con esa explicación.

Para saber de ellos, primero debes conocer sobre la antigua Grecia, cuna de grandes corrientes filosóficas que permean hasta nuestros días. En Grecia también dominaba el modelo geocéntrico, apoyado por dos personajes muy importantes, el primero, Aristóteles.

Aristóteles fue un filósofo que vivió en el siglo IV antes de nuestra era, y construyó su visión geocéntrica en las ideas de Platón. Según Platón, la Tierra debía tener una forma

esférica, ya que era la figura que se consideraba como perfecta. Además, todos los cuerpos celestes debían moverse en trayectorias circulares y con velocidad constante.

Todas estas aseveraciones estaban respaldadas más por ideas filosóficas que por observaciones. La idea de que cada planeta tenía su propia esfera que delimitaba su movimiento no explicaba las retrogradaciones.

Para resolver este problema, Aristóteles propuso que había un total de 55 esferas concéntricas, y que el movimiento de cada planeta estaba relacionado con un grupo de esferas.

Con la combinación de estas supuestas esferas se podían construir movimientos más complejos y parecía explicar de forma adecuada las regresiones planetarias. No obstante, había otro problema que esos modelos no podían resolver, que era la variación en el brillo de los planetas.

Debes saber que los planetas no tienen luz propia, puesto que no son estrellas. Si se observa un planeta en la noche, aunque aparezca como un punto brillante en el firmamento, esa luz que se percibe es la que reflejan del Sol. Entonces, si los planetas se movían en trayectorias más o menos constantes de forma circular, su luz no tendría por qué variar, ya que siempre se encuentran a la misma distancia de la Tierra.

Sin embargo, hubo pequeños intentos de tomar un rumbo diferente al geocéntrico, como el de Aristarco de Samos, un filósofo griego. Aristarco aplicó sus conocimientos geométricos a los cuerpos celestes, en particular, a los eclipses lunares. Según sus cálculos, determinó que el Sol era mucho más grande que la Tierra, y esta razón le hacía dudar que un cuerpo enorme pudiera girar alrededor de otro de menores dimensiones. Con esto en mente, propuso un sistema en donde el Sol era el centro del universo, y los demás planetas, exceptuando la Luna, giraban a su alrededor.

Desafortunadamente esa teoría no ganó popularidad, ya que, además, desafiaba ideas religiosas y quitaba protagonismo al ser humano.

A pesar de todos estos problemas, el modelo geocéntrico de Aristóteles era el aceptado hasta que llegó el astrónomo, geógrafo y matemático Claudio Ptolomeo. Propuso algunas modificaciones al modelo aristotélico, describiendo las trayectorias planetarias como círculos cuyo centro se desplazaba siguiendo otro círculo centrado en la Tierra. Tomando en cuenta todos estos movimientos, Ptolomeo era capaz de reproducir con precisión los movimientos aparentes de los cuerpos celestes, así como las variaciones de luminosidad. Y fue de este modo como este sistema se mantuvo vigente hasta el siglo XVI.

Las ideas de Ptolomeo prevalecieron muchos siglos, luego fueron tomando una mayor aprobación gracias al apoyo de la Iglesia, ya que el modelo geocéntrico coincidía con lo que decía la Biblia. Pensar diferente a la Iglesia era castigado, podían acusarte de

crímenes en contra de las creencias. Esto provocó que la ciencia tuviera un largo periodo de estancamiento.

Pero en el año de 1473, en Torun, Polonia, nació quien habría de debatir fuertemente el geocentrismo: Nicolás Copérnico. Copérnico nació en el seno de una familia adinerada de comerciantes. A la edad de 10 años quedó a cargo de su tío materno por la muerte de su padre. Su tío era canónigo en la catedral de Frauenburg, y posteriormente fue nombrado obispo. Bajo su tutela, Copérnico orientó su educación hacia la vida religiosa.

En 1491 ingresó a la Universidad de Cracovia, donde estudió latín, filosofía, matemáticas, astronomía, astrología, medicina y derecho. Durante su estancia en la universidad hizo amistad con algunos astrónomos.

Entre 1494 y 1496 complementó sus estudios en Italia, en la Universidad de Bolonia. Durante su estancia en Italia fue ayudante del astrónomo Domenico Maria Novara, quien era profesor de astronomía. A partir de 1512, Nicolás Copérnico se establece en Frauenburg, y a pesar de tener una vida muy activa relacionada con sus compromisos como canónigo, se avocó a sus estudios y observaciones astronómicas.

Desde muy joven estaba convencido de que la Tierra no estaba en el centro del universo, posiblemente alentado por la lectura de los trabajos de Aristarco de Samos.

Con sus observaciones buscaba acumular la evidencia suficiente que le permitiera calcular las órbitas de los cuerpos celestes, y así poder crear su propia versión de cómo era la dinámica de lo que conformaba el universo.

A pesar del tiempo invertido en observaciones, su teoría no era completamente el resultado de lo que veía, de hecho, su sistema no difería mucho del de Ptolomeo.

Copérnico estaba convencido de que los astros debían moverse en trayectorias circulares, recorridas a velocidad constante, tal y como lo decían sus antecesores griegos, pero no alrededor de la Tierra, sino del Sol. Además, también dotaba a nuestro planeta del movimiento de rotación sobre sí misma.

Esto representaba un conflicto teológico en lugar de práctico, ya que relegaba a la Tierra del lugar protagónico que había tenido hasta ese entonces. La ponía al mismo nivel que los demás planetas. Pero las órbitas circulares no describían fielmente el movimiento de los planetas; sin embargo, el colocar al Sol al centro del movimiento permitía explicar las retrogradaciones como una combinación del movimiento del planeta y el de la Tierra.

Entre 1506 y 1531 escribió todo lo que había teorizado al respecto del movimiento de los cuerpos celestes. En 1539 George Joachim, mejor conocido como Rheticus, empieza a trabajar con Copérnico. Y en 1540 publica una obra llamada Narratio Prima, en la que resume los resultados más importantes de las investigaciones de Copérnico.

El peso de la Iglesia provocaba muchas dudas en cuanto a la pertinencia de la publicación de los resultados a los que había llegado. Incluso sus ideas fueron expuestas al papa Clemente VII, pidiéndole que permitiera hacer públicos los descubrimientos alcanzados.

Animado por otros personajes pertenecientes a las altas esferas de la Iglesia católica, y por la aceptación del libro de Rheticus, Copérnico decide imprimir su obra. Se cree que recibió un ejemplar impreso de su obra el mismo día de su muerte, el 24 de mayo de 1543.

En el escrito titulado "*De revolutionibus orbium coelestium*", que en latín significa "Sobre los giros de los orbes celestes", aseguraba que la Tierra y otros planetas, contrario a la doctrina oficial del momento, giraban alrededor del Sol.

La idea fundamental de su trabajo fue buscar una disposición geométrica del sistema solar que permitiera una explicación más simple del movimiento de los planetas, basada sólo en movimientos circulares. Copérnico sustituyó la Tierra por el Sol como el centro del universo, lo que hoy en día se conoce como la teoría heliocéntrica.

La manera de pensar de Copérnico fue un cambio radical en la historia, un verdadero cambio de paradigma porque contradecía muchas ideas establecidas y aceptadas; pero tuvo razón. La Tierra es un planeta más, al igual que Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno, que eran los que se conocían hasta esos momentos, y todos giran alrededor del Sol.

A este movimiento que siguen los planetas alrededor del Sol hoy en día se le llama traslación. Por ejemplo, la Tierra tiene un movimiento de traslación que dura 365 días, equivalente a un año terrestre. Además, también poseen otro movimiento, el de rotación, por el cual giran sobre su propio eje, que en el caso de nuestro planeta tiene una duración de 24 horas, y es a lo que se le deben las variaciones entre el día y la noche.

Cabe destacar que, en la publicación original del libro de Copérnico se incluyó un prefacio anónimo en el que se mencionaba que, lo que ese escrito contenía era sólo una hipótesis matemática, y no necesariamente correspondía con la realidad.

Copérnico fue audaz, sin duda alguna proponer estas ideas en una época donde la religión imperaba era arriesgado. Sus ideas fueron fundamentales; hoy en día, después de tantos siglos, nos seguimos basando en la teoría heliocéntrica, pero ya no se cree que el Sol es el centro del universo.

Sus ideas se esparcieron y difundieron entre diversos grupos de personas, con una variedad de efectos. Aquella fue una época de muchos cambios, tanto en la forma de hacer astronomía como en la manera de pensar acerca del cosmos. También fue la base para el trabajo de otros científicos.

En 1551, poco después de la publicación de “Sobre los giros de los orbes celestes”, el astrónomo alemán Erasmus Reinhold utilizó la teoría heliocéntrica para rehacer todos los cálculos de los movimientos planetarios, y publicó una tabla con los nuevos datos que pronto sustituyeron a los que venían usando.

También en esa época, Michael Maestlin, otro astrónomo alemán, empezó a enseñar el sistema copernicano en la Universidad de Tubinga. Por supuesto que más y más personas conocieron su trabajo, y como no siempre se trata de que todos estén a favor de tus ideas, refutarlas también puede ser el inicio de un nuevo conocimiento.

Estos conceptos se oponían a las ideas establecidas y sobre todo a lo que se podía observar, ya que, desde nuestro sistema de referencia, vemos que los cuerpos celestes son los que se mueven mientras estamos fijos. Pero lo más escandaloso era que se oponían a las doctrinas de la Iglesia católica.

Para establecer la reforma calendárica de 1582, que se realizó durante el papado de Gregorio XIII, se utilizaron las Tablas Pruténicas, que contenían datos sobre antiguas posiciones de los astros. Estas posiciones se calcularon utilizando el modelo heliocéntrico de Copérnico. Aunque la Iglesia recalca que sólo era un artilugio matemático para guardar las apariencias, pero no significaba que eso era lo que realmente ocurría en el universo.

Sin embargo, los astrónomos de años posteriores como Giordano Bruno y Galileo Galilei tomaban como verdadero el sistema heliocéntrico. Esta rebeldía ante lo que estipulaban los religiosos, los llevaría a sufrir encarcelamientos, presiones para retractarse de sus descubrimientos, y en el caso de Giordano Bruno, la muerte en la hoguera.

Al final, el modelo geocéntrico con una Tierra estática seguiría vigente en los países católicos hasta el siglo XVIII. El libro de Copérnico permaneció en la lista de los libros prohibidos de la Inquisición hasta el año 1835.

Nicolás Copérnico no sólo es considerado el Padre de la astronomía moderna, sino que su trabajo marca el fin del conocimiento antiguo y medieval, dando lugar a una nueva forma de hacer ciencia, alejada de los dogmas religiosos y las creencias populares.

Un dato curioso, aunque un poco tétrico, es que sus restos permanecieron perdidos por mucho tiempo. En 2005, un grupo de arqueólogos encontró lo que parecían ser sus restos mortales, enterrados en la catedral de Frauenburg. En particular, se localizó un cráneo que, según el análisis especializado, había pertenecido a un hombre que se había roto la nariz y tenía una cicatriz sobre el ojo izquierdo. Estos rasgos habían sido representados en los retratos que se conocen de Copérnico.

Con ayuda de la ciencia forense se pudo comprobar que estos restos en realidad sí pertenecían al Padre de la astronomía moderna, ya que se hizo una comparación de

ADN entre el cráneo y unos cabellos encontrados en uno de sus libros. Además, con ayuda de expertos, se pudo reconstruir el rostro que tendría Nicolás Copérnico al momento de morir.

En mayo de 2010 sus restos fueron sepultados en un segundo funeral en la misma catedral donde fueron encontrados, pero en esta ocasión sí recibió los honores que merecía. No cabe duda de que todas las ciencias han avanzado mucho desde los tiempos de Copérnico.

Has concluido la sesión. Si deseas saber más del tema, puedes consultar tu libro de texto de Física.

### **El reto de hoy:**

Investiga más sobre la teoría heliocéntrica y sobre las aportaciones de Copérnico. Además, escribe y responde la siguiente pregunta en tu cuaderno:

¿Cuál piensas que es la importancia de las ideas de Nicolás Copérnico y cómo afectaron la forma en que se construye la ciencia actualmente?

**¡Buen trabajo!**

**Gracias por tu esfuerzo.**

### **Para saber más:**

Lecturas

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