

# **El cielo al alcance de todos**

## **Guía práctica para el astrónomo aficionado**

Javier Argüello

Premio de Divulgación Científica 'Matilde Hidalgo' 2022

# *El cielo al alcance de todos. Guía práctica para el astrónomo aficionado*

© Javier Argüello

---

La obra *El cielo al alcance de todos. Guía práctica para el astrónomo aficionado*, de Javier Argüello, ganó el Premio 'Matilde Hidalgo' de Divulgación Científica 2022, de la Sede Nacional de la Casa de las Culturas y se imprimió con el apoyo de la Prefectura de Pichincha.

---

Fernando Cerón Córdova  
**PRESIDENTE DE LA SEDE NACIONAL**

David Larriva Regalado  
**DIRECTOR DE PUBLICACIONES Y EDITORIAL**

**EDICIÓN:**  
Diego Yépez  
Celia María Salgado

**CORRECCIÓN DE ESTILO:**  
Celia María Salgado

**DISEÑO GRÁFICO Y DIAGRAMACIÓN:**  
Tania Dávila López  
Natalia Monard Guzmán

**DISEÑO DE PORTADA:**  
Fernando Murgueitio

Primera Edición  
ISBN: 978-9942-34-096-2

**IMPRESIÓN:** Fondo Editorial CCE



Casa de las Culturas Ecuatoriana Benjamín Carrión  
Avs. Seis de Diciembre N16-224 y Patria  
www.casadela cultura.gob.ec  
Quito-Ecuador



# **El cielo al alcance de todos**

## **Guía práctica para el astrónomo aficionado**

Javier Argüello

Recuerda mirar arriba, a las estrellas, y no abajo,  
a tus pies. Intenta encontrar el sentido a lo que  
ves, y pregúntate qué es lo que hace que el  
universo exista. Sé curioso. Y por muy difícil que  
te parezca la vida, siempre hay algo que puedes  
hacer y en lo que puedes tener éxito. Lo único  
que cuenta es no rendirse.

Stephen Hawking

# P R Ó L O G O

*If the doors of perception were cleansed  
every thing would appear to man  
as it is, Infinite. For man has closed himself up,  
till he sees all things thro' narrow chinks of his cavern.*

William Blake

El estudio del cosmos, su observación minuciosa, se ha permeado en todas las culturas humanas, desde la Prehistoria. Antes de que existiese el Ecuador, se erigieron en nuestra región los observatorios astronómicos —periodo preincaico— de Tulipe o Cochasquí. *El cielo al alcance de todos*, libro mediante el que Javier Argüello Dávila ganó en la Categoría de Divulgación Científica del Premio de Publicación y Difusión 'Benjamín Carrión', ofrece una panorámica sobre el fenómeno de la observación astronómica, y también es una guía práctica para el científico aficionado.

A través de una prosa sencilla, que busca también incidir en la mente de los lectores procaces, nos adentramos en la teoría geocéntrica del Claudio Ptolomeo (100 d. C., 170 d. C.), la cual planteaba que la Tierra es el centro del universo; en el heliocentrismo de Nicolás Copérnico (1473-1543), quien aseveró que el Sol es el eje; en el advenimiento de la visión universal de Giordano Bruno (1548-1600); en las leyes de Isaac Newton (1548-1600), que generaron el surgimiento de la física moderna; en la teoría de la relatividad general de Albert Einstein (1879-1955) y su planteamiento sobre la indisolubilidad del espacio-tiempo, en la infinitud cuántica de Max Planck (1858-1947). El lector, tras absorber la historia de la astronomía, será capaz de posicionar su lugar en el universo.

Siguiendo la escuela de divulgadores como Carl Sagan, Stephen Hawking o Eduard Punset, Argüello nos lleva a recorrer las inmediaciones de nuestro

sistema solar, para que transitemos los planetas sobre la nave de la imaginación, y nos maravillamos —por ejemplo— con la fusión nuclear, la que genera la energía del Sol y al unísono permite la existencia de todas las formas de vida terrestres, en un universo que tiene 14 000 millones de años.

De igual forma, explicaciones al alcance de toda la gente nos muestran los ingenios mecánicos necesarios para efectuar la exploración astronómica. Ha sido el aporte de un sinnúmero de mentes, enfocadas en acrecentar las posibilidades del conocimiento, las que han propiciado el surgimiento de las maravillas técnicas contemporáneas como los telescopios *Hubble* y *James Webb*, cuya resolución y sensibilidad nos están revelando, por vez primera, el origen del universo.

El astrolabio sirvió a la civilización helenística para determinar la altura y posición de los cuerpos celestes. Con esta obra, el lector ecuatoriano dispone de un manual práctico para divisar las estrellas. Estamos en el centro del planeta, es momento de derruir las barreras mentales que nos aquejan, para contemplar las cosas tal cual son: infinitas.

Diego Yépez  
Editor Fondo Editorial CCE\*

---

\* Los editores respetan la versión del autor sobre la temática del presente libro de divulgación científica, cuyos contenidos son producto de su larga experiencia e investigación en el campo de la astronomía.

# P R E F A C I O

¿Quién no se ha maravillado con la observación del cielo nocturno en una noche clara y serena? El brillo de las estrellas, el calor del sol, la suave luz de la Luna, el misterioso movimiento de los planetas sobre la bóveda celeste, fueron las interrogantes perpetuas en la inquieta mente de los humanos, las cuales convergen en esta pregunta: ¿A qué obedece toda la magia celestial que se esconde en las profundidades del cosmos?

La observación astronómica se remonta —en la noche de los tiempos— a los inicios de la Prehistoria, hace 2 500 000 años a. C., cuando el primitivo hombre de las cavernas elevó la vista al cielo y se maravilló ante el eterno espectáculo que se dibuja en la bóveda celeste. No existe otra ciencia más apasionante y compleja que la astronomía, actividad que ha influenciado de manera notable en la conducta integral de los humanos.

La génesis de esta ciencia se establece en el instante mismo del nacimiento del universo, cuando la energía vagaba en un espacio reducido a una microscópica partícula y el reloj cósmico marcaba el primer segundo del tiempo. Un sórdido y descomunal estruendo, seguido de una centelleante y cegadora luz, rompe esta frágil membrana que comienza a expandirse a velocidades vertiginosas. Alcanza la velocidad de la luz y da origen a la creación más sublime del cosmos: el universo conocido.

«La Gran Explosión», fenómeno conocido con el término inglés de *Big Bang*, es el inicio de esta extraña singularidad que los humanos tratamos de interpretar desde tiempos inmemoriales y cuyo conocimiento apenas llega a englobar una milésima parte del misterio encerrado en la fenomenología cósmica.

Hoy, en el primer tercio del siglo *xxi*, hemos alcanzado a comprender algunos aspectos del origen de esta pompa de jabón que vaga por un espacio vacío y misterioso, cuyo fin y desenlace no podemos ni estamos capacitados de predecir. Solo sabemos que estamos aquí por alguna causa desconocida

que la madre naturaleza nos tiene asignada. El presente texto no tiene otro propósito que el de despertar la conciencia colectiva de la población, la que, en su mayoría y por diversas causas, no accede a estas ramas del conocimiento humano, en una época en la que la tecnología y la ciencia son y forman parte del diario vivir.

La observación y el estudio del cielo y del universo no pueden ni deben limitarse a los grandes centros de investigación de los países desarrollados, los que compiten por conquistar otros mundos con propósitos económicos. Vivimos en un planeta frágil que, día a día, recibe las agresiones de una civilización voraz. Se extrae riquezas de sus entrañas y se ensucia la biosfera con gases venenosos, producto de la quema de combustibles fósiles, por parte de una industria que contamina la atmósfera con residuos fluorocarbonados, con gases letales que —tras calentar las capas altas de una burbuja vital— convulsionan la geografía del planeta, ocasionan cientos de catástrofes y truncan millones de vidas.

El ensayo que usted —querido lector— porta en sus manos, tiene como propósito enriquecer su conocimiento al respecto; es una guía científica fácil de los fenómenos celestes. Su contenido se enfoca en los conceptos básicos. Evitaremos abundar en fórmulas matemáticas o en conceptos puramente teóricos para brindar un documento de divulgación apto para todos los públicos y, de manera muy especial, al alcance de infantes y jóvenes.

Salvemos al planeta, cuidemos nuestro hábitat, protejamos a esta bella esfera, nuestra propia nave espacial que se mueve acompañada de una familia planetaria que gira en torno a una estrella y esta —a su vez— rota en la Vía Láctea, galaxia compuesta de 100 mil millones de estrellas, de entre las tantas que pueblan el universo.

**Javier Argüello Dávila**

# BREVE INTRODUCCIÓN A LA CIENCIA DE LAS ESTRELLAS

Desde sus orígenes, el humano elevó la vista al cielo y contempló con emoción e incredulidad las maravillas de la bóveda estrellada. Hablo de aquellos seres del Paleolítico Superior<sup>1</sup>, momento del devenir de la humanidad conocido como la Edad de Piedra, cuyo actor principal en el escenario de un planeta hostil era el hombre de Cromañón. Su curiosidad lo llevó a un momento de reflexión y cuestionamiento para tratar de entender los fenómenos celestes. Bajo un cielo repleto de fenómenos perceptibles a simple vista, como el movimiento aparente de las estrellas, el cambio constante del día y la noche, el tránsito de los planetas, la caída de las estrellas fugaces y, a veces, el paso de un cometa, surgen las primeras preguntas que llegarán a ser contestadas miles de años más tarde por sus descendientes.

Al principio, este ser inteligente e inquieto no comprende la fenomenología del cosmos y se limita a observar y a disfrutar de la noche, al calor de una fogata. En la medida en que transcurre el tiempo, le otorga al cosmos una connotación divina que perdurará por muchos siglos. El Sol se convierte en el eje de su vida: esfera caliente y brillante que ilumina el entorno, luego desaparece de pronto y sume el ambiente en una oscuridad aterradora. Pero aquel pavor desaparece cuando por el Levante los rojos y lilas del amanecer reconstituyen su llegada. Vislumbra luego un cuerpo perlado que crece en el transcurso de los días

---

<sup>1</sup> El Paleolítico Superior es el último periodo del Paleolítico. Se extiende aproximadamente entre los años 40-30 000 a. C. y el 12-10 000 a. C. Se caracteriza por la preponderancia de las industrias líticas. El hombre de Cromañón es una denominación para un grupo de Homo sapiens que se asentó en Europa durante este periodo (N. del E.).

hasta convertirse en una esfera plateada que ilumina las noches: la Luna. Entonces se crea una alianza inseparable entre estos dos astros que se convertirán en padre Sol y madre Luna, objetos cósmicos a los que comienza a adorar.

Las personas, sin embargo, ya no reparan solo en esas dos esferas; ahora tratan de identificar unos cuerpos que se diferencian de las estrellas fijas en vista a sus movimientos anuales erráticos: ¡los planetas! Nuevos actores que pasan a formar parte de la mecánica celeste. En este proceso de observación, descubren que los movimientos del cielo guardan una valiosa información que puede ser aplicada en su diario vivir. Miden el tiempo, crean un calendario y esquematizan una técnica relacionada al inicio de la agricultura. El cambio de las estaciones en las latitudes superiores de la Tierra hace prever los tiempos de siembra y cosecha, de abundancia y escasez, de protección contra los crudos inviernos boreales y australes, hasta los tórridos y calientes veranos producidos por el desplazamiento del eje terrestre y el movimiento aparente del Sol por la eclíptica.

Este conocimiento se transmite de generación en generación. Nutre la memoria colectiva de la humanidad, en un proceso de evolución sistémica y progresiva que hace de la persona el ser vivo más pujante entre los cientos de miles de especies vivientes sobre la superficie planetaria. Por lo tanto, se convierte en un ser que tiene noción de sí mismo y capacidad de pensamiento y reflexión. Ha descubierto el fuego, ha inventado la rueda, ha dominado los metales, domestica animales para su comodidad. Al mismo tiempo descubre que es un ser que marca territorio como cualquier especie viviente; cambia su estatus de nómada a sedentario<sup>2</sup>, se adueña de su hábitat y lo defiende hasta con su vida. Se agrupa y comienza una nueva etapa: la del *Homo sapiens*. El humano erguido que camina sobre sus dos extremidades y comienza a reflexionar sobre los fenómenos de la naturaleza. Han transcurrido miles de años, pero es un tiempo relativamente corto el de su existencia frente a la edad de la Tierra, la que supera los 4 000 millones de años, y frente al advenimiento de la

---

<sup>2</sup> Se cree que el proceso por el cual los seres humanos comenzaron a dejar de ser nómadas para convertirse en sedentarios comenzó con el mesolítico, hace aproximadamente diez mil años en Oriente Medio (N. del E.).

vida que data de hace 3 500 millones de años, cuando los primeros protozoos respiraban sobre un planeta que aún no tenía nombre.

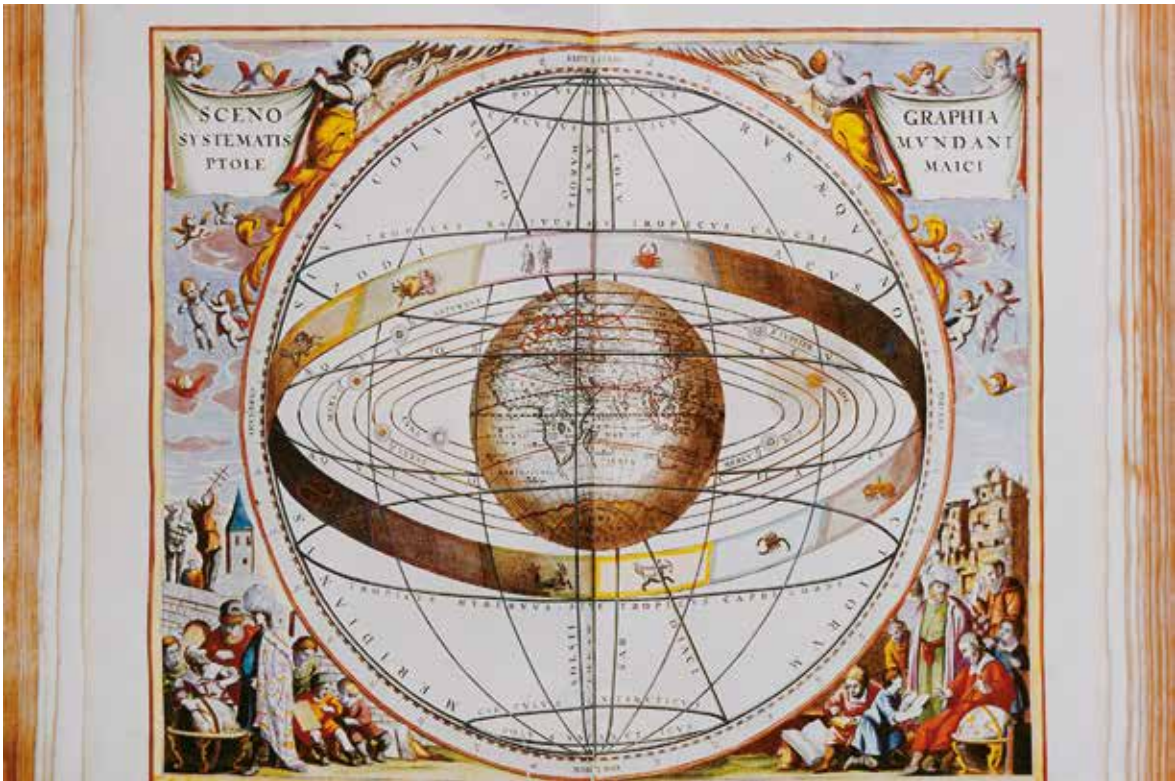
Su devenir no es mayor a los 10 mil años, cuando la capacidad mental le permitió descubrir su verdadero potencial y comenzó a dar forma a un proceso consciente para explicar los fenómenos naturales. Entonces supo que hay día y hay noche, luz y oscuridad; comenzó a comprender las razones del movimiento de la esfera celeste y de los complicados movimientos de la Luna, el Sol y las estrellas; tomó conciencia del cambio de las estaciones y de los múltiples fenómenos que visualizaba en el cielo. ¡La historia de la astronomía empezó!

En el transcurso de esta obra describiremos los aspectos más relevantes del estudio del cosmos para comprender y estudiar la ciencia más antigua de la humanidad: la astronomía. Comenzaremos con un recuento de las más importantes teorías que gestaron las directrices de la ciencia moderna, desde las mentes de sabios, filósofos y pensadores que entregaron su tiempo y su vida al estudio del cosmos.

## EL UNIVERSO DE PTOLOMEO

Entre los más sobresalientes astrónomos de la Antigüedad destaca Claudio Ptolomeo, griego de Alejandría quien vivió del año 100 al 175 d. C. Nació en Egipto y fue un hombre sin fronteras. Se convirtió en uno de los más grandes exponentes del período grecorromano durante el siglo II d. C. La teoría geocéntrica, atribuida a su genio, orquestó el conocimiento científico por un período de tiempo que superó los catorce siglos.

Muchas fueron las ideas de las personas pretéritas, quienes plantearon teorías disparatadas que hoy nos causan hilaridad y asombro. Como aquella, por ejemplo, que describe a un planeta constituido por una semiesfera sostenida por cuatro elefantes que apuntan a los cuatro puntos cardinales, paquidermos que además estaban anclados al lomo de una tortuga gigante que nadaba en un mar de leche. Los egipcios creían, en cambio, que el planeta era una enorme caja rectangular en cuya tapa superior residían los astros: Sol, Luna y estrellas, y en la tapa inferior vivían los humanos su existencia mundana y terrena.



**FOTOS 1 y 2. Concepciones antiguas del universo.** Dos propuestas diferentes: Claudio Ptolomeo y su teoría Geocéntrica (la Tierra como centro del universo); y, Nicolás Copérnico, con su revolucionaria teoría del Heliocentrismo, el Sol como centro del universo.

Foto, cortesía archivo AEAA.

Entre tantas extrañas teorías y criterios, Claudio Ptolomeo ubicó a la Tierra en el centro del universo, mientras que el Sol, la Luna y los planetas conocidos hasta esa época (Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno) orbitaban a su alrededor. Cálculos matemáticos muy precisos le llevaron a determinar con exactitud los movimientos de los astros. Según suponía Ptolomeo, después de la órbita de Saturno se encontraban las estrellas fijas, las cuales completaban una vuelta a la Tierra en 24 horas. El sabio iba más allá: elaboró un catálogo de estrellas fijas y calculó la distancia de la Tierra a la Luna en 59 radios terrestres. La teoría geocéntrica se convirtió en un enunciado «candado» que afectaría el conocimiento científico hasta bien entrado el siglo XVI, cuando se cerró su ciclo de prevalencia (Ver Fotos 1 y 2).

## EL UNIVERSO DE NICOLÁS COPÉRNICO

Mil cuatrocientos años después, con el advenimiento del Renacimiento europeo (siglos XV y XVI), nació en Thorn, Polonia, en el año de 1473, el sabio Nicolás Copérnico, cuyos conceptos científicos y teóricos marcaron el fin de una época oscurantista, donde habían prevalecido arcaicas nociones religiosas y filosóficas que limitaron el surgimiento de nuevas propuestas sobre la configuración del universo. Con el científico polaco nació la nueva astronomía, apalancada en una teoría original y casi apegada a la realidad.

Nicolás Copérnico comenzó sus estudios universitarios en la Universidad de Cracovia y también estudió en las universidades de Bolonia, Padua y Ferrara. Durante sus estudios universitarios profundizó en matemáticas, astronomía, medicina, filosofía, griego, literatura y derecho.

El año de 1507 es fundamental para la historia de la ciencia, pues Copérnico publicó su monumental obra *De Revolutionibus Orbium Coelestium* (*De las revoluciones del orbe celeste*), en donde descartó la teoría de Ptolomeo. Enunció su teoría heliocéntrica, la cual sostiene que el Sol es el centro del universo conocido y que los planetas, incluida la Tierra, giran en órbitas circulares alrededor del Sol. La idea de las órbitas circulares sería replanteada, años más tarde, por el astrónomo Johannes Kepler, quien hizo una corrección a la

famosa teoría y aseguró que las órbitas planetarias no son circulares como aseverase Copérnico, sino más bien elípticas. Esto motivó el surgimiento de las tres Leyes de Kepler sobre el movimiento de los planetas, abordadas en su monumental obra *Harmonices mundi* (*La armonía del mundo*) en 1619.

La teoría heliocéntrica llevó a la Tierra y a los planetas a un plano secundario. Detrás de estos puso a la esfera celeste y sus miles de estrellas que tienen un carácter finito.

## EL UNIVERSO DE GALILEO

El origen de la ciencia moderna debió esperar hasta 1564, cuando nació en la ciudad italiana de Pisa el célebre físico y astrónomo Galileo Galilei. Caballero de una familia noble de Florencia, aplicó métodos revolucionarios para la época y consolidó la investigación científica. Sus trabajos, especialmente de mecánica, le llevaron a inventar múltiples aparatos e ingeniosos artificios, como la balanza hidrostática<sup>3</sup>. Entre sus descubrimientos más icónicos está el estudio de la ley de la gravedad o de la caída de los cuerpos, más tarde retomado por el inglés Sir Isaac Newton.

Al perfeccionar el anteojo astronómico inventado por un holandés<sup>4</sup>, fundó la astronomía física o de observación, que hasta esa época era puramente teórica y matemática. Con su austero anteojo de 23 aumentos observó la Luna y los planetas, y determinó que nuestro satélite natural es una esfera rugosa llena de cráteres y amplias llanuras bautizadas como mares y altas montañas. El sabio bosquejó las primeras imágenes de la Luna en sus históricos apuntes. Constató que Venus presenta fases, parecidas a las del satélite terrestre. En

---

<sup>3</sup> La balanza hidrostática fue inventada en 1585 para estudiar el empuje ascensional de los fluidos sobre cuerpos inmersos en ellos y determinar experimentalmente densidades de sólidos y líquidos (N. del E.).

<sup>4</sup> El anteojo astronómico fue inventado por el óptico holandés Hans Lippershey en 1608 en Middleburgo, Países Bajos. Inventó un instrumento en forma de tubo, provisto de lentes, con el cual se conseguía ver los objetos lejanos como si estuvieran próximos (N. del E.).

Júpiter logró divisar cuatro satélites que giraban a su alrededor y conformaban una especie de sistema solar en miniatura: Ío, Europa, Ganimedes y Calisto son «las lunas galileanas», fácilmente visibles en la actualidad, incluso con un pequeño telescopio escolar. Con esta observación, Galileo confirmó y reafirmó el principio heliocéntrico enunciado por Copérnico.

La imagen de Saturno, el último planeta observable para esa época, apareció en el ocular de su antejo como una esfera difusa rodeada de dos manchas en forma de orejas, por lo que muchos se dieron en llamarlo el «planeta de las orejas». Pero estas manchas realmente resultaron ser un hermoso sistema de anillos de rocas y hielo que se extiende miles de kilómetros y circunda el planeta.

## LA ASTRONOMÍA MODERNA

Galileo Galilei falleció en 1642. Un año más tarde, nació otro genio de las Matemáticas, de la Física y del estudio del universo: Isaac Newton. Sus vastos conocimientos en las ciencias exactas lo llevaron a inventar el cálculo infinitesimal y el célebre binomio matemático que lleva su nombre<sup>5</sup>. Desde Galileo hasta Newton habían pasado en la historia de la ciencia nombres como Johannes Kepler; Giovanni Doménico Cassini<sup>6</sup>, estudioso de los fenómenos de la luz y de los movimientos de los planetas mayores: Júpiter y Saturno; Edmund Halley<sup>7</sup>, descubridor del famoso cometa que lleva su nombre; y, una pléyade de científicos.

---

<sup>5</sup> El binomio de Newton es una fórmula general para expandir la potencia  $n$ -ésima de un binomio. También se le denomina teorema del binomio. El cálculo infinitesimal es una rama de las matemáticas que estudia el cambio y la continuidad (N. del E.).

<sup>6</sup> Giovanni Domenico Cassini (1625-1712) fue un astrónomo, geógrafo e ingeniero italiano naturalizado francés. Descubrió cuatro satélites de Saturno y la división de los anillos de Saturno que lleva su nombre (N. del E.).

<sup>7</sup> Edmund Halley (1656-1742) fue un astrónomo, matemático y físico inglés conocido por calcular la órbita del cometa Halley. Fue amigo de Isaac Newton y miembro de la Royal Society (N. del E.).

Newton, en la Física, hizo un estudio pormenorizado de la descomposición de la luz blanca; tras hacerla pasar por un prisma descubrió que se descomponía en los siete colores fundamentales, los mismos del arco iris.

En astronomía, su aporte más valioso fue aplicar el principio de la reflexión de la luz en la elaboración del telescopio. Hizo pasar la luz de un objeto en el espacio (estrella) hacia un espejo cóncavo-parabólico pulido y brillante; a su vez, la luz se reflejó en un espejo secundario para terminar en el ojo del observador. Hoy, los astrónomos aficionados y los amantes de la observación del cielo disfrutan de esta técnica, inventada hace 500 años y que recibió el nombre de telescopio newtoniano.

Isaac Newton quedó registrado en los libros científicos por su trabajo más importante, el cual inauguró el estudio de la formación y existencia del cosmos. En su obra cumbre, *Philosophiæ naturalis principia mathematica* (*Principios Matemáticos de la Filosofía Natural*, 1687), plasma la ley de la gravitación universal, dando inicio así a la Física Clásica.

Sus tres famosas leyes: la inercia, la proporcionalidad de la fuerza y la aceleración, y el principio de la acción y reacción, son ahora los pilares fundamentales de la exploración espacial, el transporte aéreo y todo cuanto tiene que ver con el movimiento.

## EL UNIVERSO DE LA RELATIVIDAD Y EL QUANTUM

Cuando escuchamos estos términos nos da la impresión de estar hablando en palabras mayores o en un idioma que no comprendemos. Estos conceptos, no obstante, son los pilares de la ciencia contemporánea. Aquello que vemos, sentimos y palpamos cuando nos desplazamos en un medio de transporte, encendemos un horno de microondas, nos comunicamos por un teléfono celular, o escribimos en la computadora, todo esto y mucho más es el resultado de la aplicación de la relatividad y el quantum<sup>8</sup>.

---

<sup>8</sup> Un quantum es la unidad mínima de energía emitida mediante radiación electromagnética en física cuántica. Esta rama de la física estudia las características y comportamientos de partículas a nivel atómico y subatómico (N. del E.).

Albert Einstein (Ulm, Baviera, 1879) cambió los conceptos de la Física Clásica propuestos por Newton. Su teoría de la relatividad demuestra la imposibilidad de separar la relación entre el espacio y el tiempo, lo que se resume en una ecuación matemática que engloba la esencia del comportamiento de la materia y la energía:  $E=mc^2$  <sup>(9)</sup>.

Einstein recibió el Premio Nobel de Física en 1921 por su explicación del efecto fotoeléctrico<sup>9</sup>. La teoría de la relatividad general<sup>10</sup>, publicada en 1915, cuestiona la noción del espacio euclidiano y establece la existencia de una curvatura en el espacio-tiempo, lo que modifica la teoría de Newton.

También formuló el principio de que la velocidad de la luz, en un sistema rectilíneo uniforme, es invariable. En febrero de 1950 publicó la teoría del campo unificado, la cual explica la combinación de los fenómenos electromagnéticos y gravitatorios. He generalizado estas teorías, para que las personas —infantes, jóvenes o adultas—, profundicen si desean aprender algo más.

Si bien las teorías de Albert Einstein tienen una relación muy próxima a los grandes conglomerados en el cosmos y a sus misterios, la fenomenología universal no termina ahí. ¿Dónde queda aquello que es infinitamente pequeño? Aquí viene la relación con la mecánica cuántica<sup>11</sup>. Su estudio se lo debemos a Max Planck (Kiel, Alemania, 1858), quien obtuvo —por su descubrimiento— el Premio Nobel de Física en 1918. La relatividad general nos ayuda a comprender los fenómenos macro, la física cuántica nos introduce a teorías que todavía no explican el comportamiento de la estructura atómica.

---

<sup>9</sup> El efecto fotoeléctrico es el fenómeno en el que los electrones son expulsados de la superficie de un metal al incidir sobre él una radiación electromagnética (N. del E.).

<sup>10</sup> La teoría general de la relatividad o relatividad general es una teoría del campo gravitatorio y de los sistemas de referencia generales, publicada por Albert Einstein. Propone que la propia geometría del espacio-tiempo se ve afectada por la presencia de materia, resultando en una teoría relativista del campo gravitatorio (N. del E.).

<sup>11</sup> La mecánica cuántica es una rama de la física que estudia la naturaleza a escalas espaciales pequeñas, como los sistemas atómicos y subatómicos. Esta teoría se basa en la observación de que todas las formas de energía se liberan en unidades discretas o paquetes llamados cuantos. La mecánica cuántica proporciona el fundamento de la fenomenología del átomo, de su núcleo y de las partículas elementales (N. del E.).

La mecánica cuántica y la teoría de la relatividad se interrelacionan entre sí, y se alían al principio de incertidumbre y a la singularidad<sup>12</sup>; ambos conceptos están relacionados con el estudio del origen del universo.

La constante de Planck es una constante fundamental en la física que juega un papel central en la teoría cuántica. La teoría de la relatividad y la mecánica cuántica son dos teorías fundamentales en la física moderna que describen diferentes aspectos del universo. Aunque estas teorías parecen contradictorias en algunos aspectos, ambas son necesarias para entender el universo en su totalidad. La búsqueda de una teoría unificada<sup>13</sup> que pueda reconciliar estas dos teorías es uno de los mayores desafíos en la física actual.

## EL UNIVERSO DE EDWIN HUBBLE

El científico y astrónomo norteamericano Edwin Powell Hubble nació en 1889. Fue el director del Observatorio de Mount Wilson, y un brillante estudioso del cielo nocturno, desde su imponente telescopio. Realizó un trabajo que ha revolucionado a la astronomía moderna. Una noche, mientras contemplaba el cielo, entendió que aquellas nubes difuminadas del firmamento eran grandes islas estelares: conglomerados cósmicos que contenían miles de millones de estrellas o soles. Explicó, además, que el universo extragaláctico se expande de manera vertiginosa, y sistematizó un catálogo de galaxias y nebulosas que permitieron diferenciarlas entre sí; el cual, desde 1924, se utiliza hasta la actualidad.

Hubble propone, mediante su teoría, que cuanto más lejos se encuentran las galaxias de nosotros se alejan a mayor velocidad. Muchas de

---

<sup>12</sup> El principio de incertidumbre de Heisenberg establece que no es posible conocer con precisión simultánea la posición y el momento de una partícula. Por otro lado, una singularidad es un punto en el espacio-tiempo donde las leyes conocidas de la física no se aplican y se caracteriza por tener una densidad y una curvatura infinita del espacio-tiempo (N. del E.).

<sup>13</sup> La teoría unificada de campos trata de englobar dos teorías de campo previamente consideradas diferentes. Esto implicaría que sería posible describir las interacciones fundamentales entre las partículas elementales en términos de solo un campo (N. del E.).

ellas, inclusive, alcanzan la velocidad de la luz (300 000 kilómetros por segundo). A esta teoría se la conoce como la constante o la ley de Hubble. Una de las referencias para su estudio fue la galaxia de Andrómeda, isla estelar ubicada en la constelación del mismo nombre, del hemisferio boreal, distanciada de nosotros 2,3 millones de años luz. Es visible para el astrónomo aficionado, a través de su pequeño telescopio, como una tenue neblina, durante la noche oscura y sin luna.

En el presente, y durante casi 30 años desde su lanzamiento, se halla a 530 kilómetros sobre la atmósfera terrestre el telescopio espacial homónimo, con su espejo de 2,40 metros de diámetro. Casi tres millones de hermosas imágenes de la más alta calidad —de galaxias y nebulosas de brillantes colores—, han sido captadas por el ingenio óptico-mecánico y electrónico, por mediación de sus instrumentos que evitan la interferencia atmosférica de la Tierra.

## NUESTRO SISTEMA SOLAR

En las clases de Geografía y de Ciencias Naturales que nos imparten nuestros maestros en las aulas de la escuela y el colegio, nos acostumbramos a mirar las imágenes del sistema planetario o solar. Muestran una familia muy unida de ocho planetas y un planeta, muy cercanos entre sí puesto que no respetan la escala. En la realidad, sin embargo, se encuentran muy alejados uno del otro. Orbitan nuestra estrella, y en conjunto abarcan una extensión de 11,8 mil millones de kilómetros.

Son parte de nuestro sistema solar cuatro planetas sólidos, cuatro gigantes planetas gaseosos, un planeta frío y lejano, cientos de miles de asteroides, brillantes y opacos cometas que orbitan el Sol, y pequeños asteroides y meteoros.

En las primeras décadas del siglo pasado, las imágenes planetarias apenas eran ilustraciones imaginarias de artistas gráficos; solo podían tomar como referencia a las fotografías, casi sin definición, tomadas por los grandes observatorios instalados alrededor del mundo (Ver Foto 3).

A partir del 12 de abril de 1961, arrancó otra etapa histórica cuando la disuelta Unión Soviética —actual Rusia— mandó su primer emisario