

LA ASTRONOMÍA 1

La **astronomía** (del latín *astronomĭa*, y este del griego ἄστρονομία) es la ciencia que se ocupa del estudio de los cuerpos celestes del universo, incluidos los planetas y sus satélites, los cometas y meteoroides, las estrellas y la materia interestelar, los sistemas de materia oscura, estrellas, gas y polvo llamados galaxias y los cúmulos de galaxias; por lo que estudia sus movimientos y los fenómenos ligados a ellos. Su registro y la investigación de su origen viene a partir de la información que llega de ellos a través de la radiación electromagnética o de cualquier otro medio. La astronomía ha estado ligada al ser humano desde la antigüedad y todas las civilizaciones han tenido contacto con esta ciencia. Personajes como Aristóteles, Tales de Mileto, Anaxágoras, Aristarco de Samos, Hiparco de Nicea, Claudio Ptolomeo, Hipatia de Alejandría, Nicolás Copérnico, Tycho Brahe, Johannes Kepler, Galileo Galilei, Christiaan Huygens o Edmund Halley han sido algunos de sus cultivadores.

Es una de las pocas ciencias en las que los aficionados aún pueden desempeñar un papel activo, especialmente en el descubrimiento y seguimiento de fenómenos como curvas de luz de estrellas variables, descubrimiento de asteroides y cometas, etc.

Etimológicamente, la palabra "astronomía" proviene del latín *astronomĭa*, que a su vez proviene del griego *αστρονομία* ('astronomía' compuesto por *ἄστρον* 'astron' «estrella» y seguido de *νόμος* 'nomos' «regla, norma»). La mayor parte de las ciencias utilizan el sufijo griego *λογία* ('logía' «tratado, estudio»), como por ejemplo cosmología y biología. De hecho, "astronomía" debía propiamente haberse llamado "astrología", pero esta denominación ha sido usurpada por la pseudociencia que hoy en día es conocida con dicho nombre. Por ello no debe confundirse la astronomía con la astrología. Aunque ambas comparten un origen común, son muy diferentes. Mientras que la astronomía es una ciencia estudiada a través del método científico, la astrología moderna es una pseudociencia que sigue un sistema de creencias no probadas.

Para ubicarse en el cielo, se agruparon las estrellas que se ven desde la Tierra en constelaciones. Así, continuamente se desarrollan mapas (cilíndricos o cenitales) con su propia nomenclatura astronómica para localizar las estrellas conocidas y agregar los últimos descubrimientos.

Aparte de orientarse en la Tierra a través de las estrellas, la astronomía estudia el movimiento de los objetos en la esfera celeste, para ello se utilizan diversos sistemas de coordenadas astronómicas. Estos toman como referencia parejas de círculos máximos distintos midiendo así determinados ángulos respecto a estos planos fundamentales. Estos sistemas son principalmente:

- **Sistema altacimutal**, u **horizontal** que toma como referencias el horizonte celeste y el meridiano del lugar.
- **Sistemas horario y ecuatorial**, que tienen de referencia el ecuador celeste, pero el primer sistema adopta como segundo círculo de referencia el meridiano del lugar mientras que el segundo se refiere al círculo horario (círculo que pasa por los polos celestes).

- **Sistema eclíptico**, que se utiliza normalmente para describir el movimiento de los planetas y calcular los eclipses; los círculos de referencia son la eclíptica y el círculo de longitud que pasa por los polos de la eclíptica y el punto γ .
- **Sistema galáctico**, se utiliza en estadística estelar para describir movimientos y posiciones de cuerpos galácticos. Los círculos principales son la intersección del plano ecuatorial galáctico con la esfera celeste y el círculo máximo que pasa por los polos de la Vía Láctea y el ápice del Sol (punto de la esfera celeste donde se dirige el movimiento solar).

La **astronomía de posición** es la rama más antigua de esta ciencia. Describe el movimiento de los astros, planetas, satélites y fenómenos como los eclipses y tránsitos de los planetas por el disco del Sol. Para estudiar el movimiento de los planetas se introduce el movimiento medio diario que es lo que avanzaría en la órbita cada día suponiendo movimiento uniforme. La **astronomía de posición** también estudia el movimiento diurno y el movimiento anual del Sol. Son tareas fundamentales de la misma la determinación de la hora y para la navegación el cálculo de las coordenadas geográficas. Para la determinación del tiempo se usa el *tiempo de efemérides* ó también el *tiempo solar medio* que está relacionado con el tiempo local. El tiempo local en Greenwich se conoce como Tiempo Universal.

La distancia a la que están los astros de la Tierra en el de universo se mide en unidades astronómicas, años luz o pársecs. Conociendo el movimiento propio de las estrellas, es decir lo que se mueve cada siglo sobre la bóveda celeste se puede predecir la situación aproximada de las estrellas en el futuro y calcular su ubicación en el pasado viendo como evolucionan con el tiempo la forma de las constelaciones.

Para observar la bóveda celeste y las constelaciones más conocidas no hará falta ningún instrumento, para observar cometas o algunas nebulosas solo serán necesarios unos prismáticos, los grandes planetas se ven a simple vista; pero para observar detalles de los discos de los planetas del sistema solar o sus satélites mayores bastará con un telescopio simple. Si se quiere observar con profundidad y exactitud determinadas características de los astros, se requieren instrumentos que necesitan de la precisión y tecnología de los últimos avances científicos.

El telescopio fue el primer instrumento de observación del cielo. Aunque su invención se le atribuye a Hans Lippershey, el primero en utilizar este invento para la astronomía fue Galileo Galilei quien decidió construirse él mismo uno. Desde aquel momento, los avances en este instrumento han sido muy grandes como mejores lentes y sistemas avanzados de posicionamiento.

Actualmente, el telescopio más grande del mundo se llama Very Large Telescope y se encuentra en el observatorio Paranal, al norte de Chile. Consiste en cuatro telescopios ópticos reflectores que se conjugan para realizar observaciones de gran resolución.

Se han aplicado diversos conocimientos de la física, las matemáticas y de la química a la astronomía. Estos avances han permitido observar las estrellas con muy diversos métodos. La información es recibida principalmente de la detección y el análisis de la radiación electromagnética (luz, infrarrojos, ondas de radio), pero también se puede obtener información de los rayos cósmicos, neutrinos y meteoros.

Estos datos ofrecen información muy importante sobre los astros, su composición química, temperatura, velocidad en el espacio, movimiento propio, distancia desde la Tierra y pueden plantear hipótesis sobre su formación, desarrollo estelar y fin.

El análisis desde la Tierra de las radiaciones (infrarrojos, rayos x, rayos gamma, etc.) no solo resulta obstaculizado por la absorción atmosférica, sino que el problema principal, vigente también en el vacío, consiste en distinguir la señal recogida del "ruido de fondo", es decir, de la enorme emisión infrarroja producida por la Tierra o por los propios instrumentos. Cualquier objeto que no se halle a 0 K (-273,15 °C) emite señales electromagnéticas y, por ello, todo lo que rodea a los instrumentos produce radiaciones de "fondo". Hasta los propios telescopios irradian señales. Realizar una termografía de un cuerpo celeste sin medir el calor al que se halla sometido el instrumento resulta muy difícil: además de utilizar película fotográfica especial, los instrumentos son sometidos a una refrigeración continua con helio o hidrógeno líquido.

La radioastronomía se basa en la observación por medio de los radiotelescopios, unos instrumentos con forma de antena que recogen y registran las ondas de radio o radiación electromagnética emitidas por los distintos objetos celestes.

Estas ondas de radio, al ser procesadas ofrecen un espectro analizable del objeto que las emite. La radioastronomía ha permitido un importante incremento del conocimiento astronómico, particularmente con el descubrimiento de muchas clases de nuevos objetos, incluyendo los púlsares (o magnetares), cuásares, las denominadas galaxias activas, radiogalaxias y blázares. Esto es debido a que la radiación electromagnética permite "ver" cosas que no son posibles de detectar en la astronomía óptica. Tales objetos representan algunos de los procesos físicos más extremos y energéticos en el universo.

Este método de observación está en constante desarrollo ya que queda mucho por avanzar en esta tecnología.

Gran parte de la radiación astronómica procedente del espacio (la situada entre 1 y 1000 μm) es absorbida en la atmósfera. Por esta razón, los mayores telescopios de radiación infrarroja se construyen en la cima de montañas muy elevadas, se instalan en aeroplanos especiales de cota elevada, en globos, o mejor aún, en satélites de la órbita terrestre.

La astronomía ultravioleta basa su actividad en la detección y estudio de la radiación ultravioleta que emiten los cuerpos celestes. Este campo de estudio cubre todos los campos de la astronomía. Las observaciones realizadas mediante este método son muy precisas y han realizado avances significativos en cuanto al descubrimiento de la composición de la materia interestelar e intergaláctica, el de la periferia de las estrellas, la evolución en las interacciones de los sistemas de estrellas dobles y las propiedades físicas de los cuásares y de otros sistemas estelares activos. En las observaciones realizadas con el satélite artificial Explorador Internacional Ultravioleta, los estudiosos descubrieron que la Vía Láctea está envuelta por un aura de gas con elevada temperatura. Este aparato midió asimismo el espectro ultravioleta de una supernova que nació en la Gran Nube de Magallanes en 1987. Este espectro fue usado por primera vez para observar a la estrella precursora de una supernova.

Se cree que la emisión de rayos x procede de fuentes que contienen materia a elevadísimas temperaturas, en general en objetos cuyos átomos o electrones tienen una gran energía. El descubrimiento de la primera fuente de rayos x procedente del espacio en 1962 se convirtió en una sorpresa. Esa fuente denominada *Scorpio X-1* está situada en la constelación de Escorpio en dirección al centro de la Vía Láctea. Por este descubrimiento Riccardo Giacconi obtuvo el Premio Nobel de Física en 2002.

Los rayos gamma son radiaciones emitidas por objetos celestes que se encuentran en un proceso energético extremadamente violento. Algunos astros despiden *brotes de rayos gamma* o también llamados BRGs. Se trata de los fenómenos físicos más luminosos del universo produciendo una gran cantidad de energía en haces breves de rayos que pueden durar desde unos segundos hasta unas pocas horas. La explicación de estos fenómenos es aún objeto de controversia.

Los fenómenos emisores de rayos gamma son frecuentemente explosiones de supernovas, su estudio también intenta clarificar el origen de la primera explosión del universo o *big bang*.

El Observatorio de Rayos Gamma Compton —ya inexistente— fue el segundo de los llamados *grandes observatorios espaciales* (detrás del telescopio espacial Hubble) y fue el primer observatorio a gran escala de estos fenómenos. Ha sido reemplazado recientemente por el satélite Fermi. El observatorio orbital INTEGRAL observa el cielo en el rango de los rayos gamma blandos o rayos X duros.

A energías por encima de unas decenas de GeV, los rayos gamma solo se pueden observar desde el suelo usando los llamados telescopios Cherenkov como MAGIC. A estas energías el universo también puede estudiarse usando partículas distintas a los fotones, tales como los rayos cósmicos o los neutrinos. Es el campo conocido como Física de Astropartículas.

Los astrónomos teóricos utilizan una gran variedad de herramientas como modelos matemáticos analíticos y simulaciones numéricas por computadora. Cada uno tiene sus ventajas. Los modelos matemáticos analíticos de un proceso por lo general, son mejores porque llegan al corazón del problema y explican mejor lo que está sucediendo. Los modelos numéricos, pueden revelar la existencia de fenómenos y efectos que de otra manera no se verían.^{3 4}

Los teóricos de la astronomía ponen su esfuerzo en crear modelos teóricos e imaginar las consecuencias observacionales de estos modelos. Esto ayuda a los observadores a buscar datos que puedan refutar un modelo o permitan elegir entre varios modelos alternativos o incluso contradictorios.

Los teóricos, también intentan generar o modificar modelos para conseguir nuevos datos. En el caso de una inconsistencia, la tendencia general es tratar de hacer modificaciones mínimas al modelo para que se corresponda con los datos. En algunos casos, una gran cantidad de datos inconsistentes a través del tiempo puede llevar al abandono total de un modelo.

Los temas estudiados por astrónomos teóricos incluyen: dinámica estelar y evolución estelar; formación de galaxias; origen de los rayos cósmicos; relatividad general y cosmología física, incluyendo teoría de cuerdas.

La **astromecánica** o *mecánica celeste* tiene por objeto interpretar los movimientos de la astronomía de posición, en el ámbito de la parte de la física conocida como mecánica, generalmente la newtoniana (Ley de la Gravitación Universal de Isaac Newton). Estudia el movimiento de los planetas alrededor del Sol, de sus satélites, el cálculo de las órbitas de cometas y asteroides. El estudio del movimiento de la Luna alrededor de la Tierra fue por su complejidad muy importante para el desarrollo de la ciencia. El movimiento extraño de Urano, causado por las perturbaciones de un planeta hasta entonces desconocido, permitió a Le Verrier y Adams descubrir sobre el papel al planeta Neptuno. El descubrimiento de una pequeña desviación en el avance del perihelio de Mercurio se atribuyó inicialmente a un planeta cercano al Sol hasta que Einstein la explicó con su Teoría de la Relatividad.

La **astrofísica** es una parte moderna de la astronomía que estudia los astros como cuerpos de la física estudiando su composición, estructura y evolución. Solo fue posible su inicio en el siglo XIX cuando gracias a los espectros se pudo averiguar la composición física de las estrellas. Las ramas de la física implicadas en el estudio son la física nuclear (generación de la energía en el interior de las estrellas) y la física relativística. A densidades elevadas el plasma se transforma en materia degenerada; esto lleva a algunas de sus partículas a adquirir altas velocidades que deberán estar limitadas por la velocidad de la luz, lo cual afectará a sus condiciones de degeneración. Asimismo, en las cercanías de los objetos muy masivos, estrellas de neutrones o agujeros negros, la materia que cae se acelera a velocidades relativistas emitiendo radiación intensa y formando potentes chorros de materia.

El estudio del Universo o Cosmos y más concretamente del Sistema Solar ha planteado una serie de interrogantes y cuestiones, por ejemplo cómo y cuándo se formó el sistema, por qué y cuándo desaparecerá el Sol, por qué hay diferencias físicas entre los planetas, etc.

Es difícil precisar el origen del Sistema Solar. Los científicos creen que puede situarse hace unos 4.600 millones de años, cuando una inmensa nube de gas y polvo empezó a contraerse probablemente, debido a la explosión de una supernova cercana. Alcanzada una densidad mínima ya se autocontrajo a causa de la fuerza de la gravedad y comenzó a girar a gran velocidad, por conservación de su momento cinético, al igual que cuando una patinadora repliega los brazos sobre si misma gira más rápido. La mayor parte de la materia se acumuló en el centro. La presión era tan elevada que los átomos comenzaron a fusionarse, liberando energía y formando una estrella. También había muchas colisiones. Millones de objetos se acercaban y se unían o chocaban con violencia y se partían en trozos. Algunos cuerpos pequeños (planetesimales) iban aumentando su masa mediante colisiones y al crecer, aumentaban su gravedad y recogían más materiales con el paso del tiempo (acreción). Los encuentros constructivos predominaron y, en solo 100 millones de años, adquirió un aspecto semejante al actual. Después cada cuerpo continuó su propia evolución.