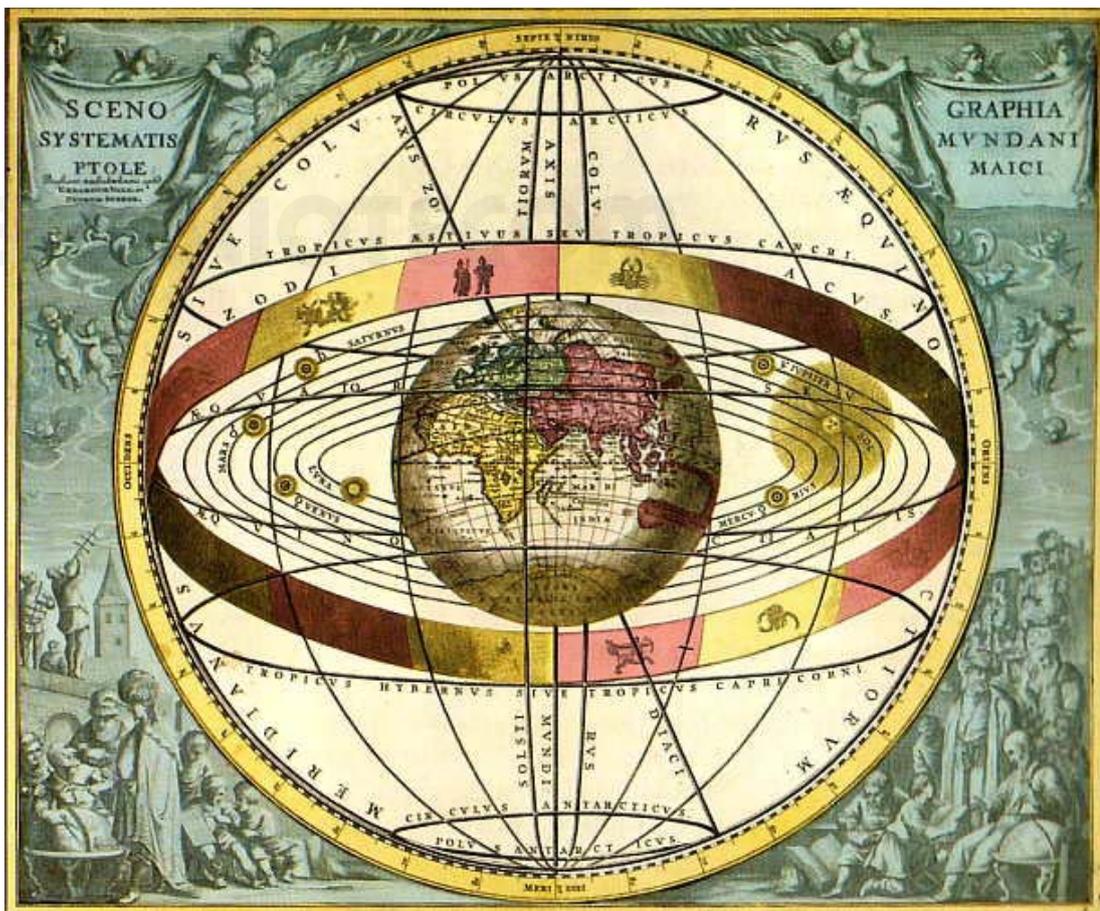


Antecedentes históricos

Esta particular rama de la ciencia tiene sus comienzos en la misma Astronomía. Desde el mas lejano de los tiempos, encontramos crónicas que muestran la importancia que el hombre le daba a los fenómenos celestes y la información recopilada con el objetivo de armar un calendario, medir el tiempo y ubicarse en los mares. Y es que la observación más simple permite descubrir el simple movimiento de los astros: las salidas y puestas del Sol y de la Luna, las distintas fases de ésta, los eclipses de ambos, la trayectorias de los planetas, la posición del Sol en el Zodíaco y el retorno de las estaciones. El cielo les daba referencias a los pueblos que se desplazaban y les indicaba a los sedentarios sobre las épocas más convenientes para los ciclos de las cosechas.

Dicha astronomía primitiva estuvo estrechamente ligada con aspectos mágicos, mitológicos e ideas religiosas y filosóficas. La existencia de una indudable relación entre algunos fenómenos astronómicos y el desarrollo de la vida en la Tierra, marcaría la primera idea acerca de la unidad de la naturaleza, singularizando sucesos como los eclipses y la presencia de los cometas, que tendrían un significado sobrenatural. Es comprensible que se le diera el poder a los objetos celestes de condicionar el destino de los hombres y que ello diera lugar a verdaderos cultos astrolátricos. Así por ejemplo, los caldeos tenían siete dioses: El Sol, la Luna y los cinco planetas que se veían. Los babilonios, por su parte, adoraban al Sol y también los egipcios bajo el nombre de Ra. Estos últimos atribuían dos identidades a Venus y consideraban la Vía Láctea como el Nilo celeste.

La Teoría geocéntrica es una antigua teoría de ubicación de la Tierra en el Universo. Coloca la Tierra en el centro del Universo, y los astros, incluido el Sol, girando alrededor de ella (geo: Tierra; centrismo: agrupado).



Representación de la Teoría Geocéntrica en el "Almagesto" de Ptolomeo.

El estudio del cielo, en el sentido actual del término, comienza en la antigua Grecia, donde fue planteado de manera más original y precisa. Allí consiguieron medir distancias sobre la Tierra y posiciones de cuerpos celestes proporcionando, con ayuda de la geometría, los primeros datos realistas de las distancias y tamaños de los objetos externos como también la descripción de las órbitas de la Luna y algunos planetas.

Uno de sus grandes pensadores, Platón, presentaría en sus Diálogos una teoría astronómica inspirada en la escuela de Pitágoras: la Tierra, inmóvil, está en el centro de un universo cerrado y dividido en nueve esferas concéntricas, de las cuales la última contiene las estrellas que están fijadas en ella y gira de Este a Oeste alrededor del eje de la Tierra.

Nicolás Copérnico
(1473 – 1543) fue el astrónomo que estudió la primera teoría heliocéntrica del Sistema Solar. En aquella época resultó difícil que los científicos lo aceptaran, ya que suponía una auténtica revolución.

Cada una de las esferas interiores comprende la Luna, el Sol y los planetas visibles. Todas rotan uniformemente alrededor de un eje perpendicular al plano de la eclíptica. El movimiento nulo de la Tierra, los desplazamientos circulares de los cuerpos celestes, la ausencia de la noción de vacío, el espacio comprendido entre la Tierra y la esfera solar ocupado por éter, son algunas de las cuestiones básicas de los sistemas astronómicos elaborados posteriormente, que sólo serán eliminados luego de los trabajos de Copérnico y Kepler.

La astronomía de los griegos alcanza su culminación con Ptolomeo de Alejandría (150 d.c) quien a partir de trabajos anteriores, elabora un sistema articulado en el Almagesto (en árabe, el más grande), siendo usado por todos los astrónomos hasta el siglo XVI. Este tratado, en trece volúmenes, incluía también un catálogo magistral con las posiciones y magnitudes (en una escala de 1 a 6) de 1022 estrellas.



Mapa Mundi de Claudio Ptolomeo en versión de Donnus Nicolaus Germanus.

Su etapa moderna se desarrolla con Nicolás Copérnico (1473-1543) quien el año de su muerte publica un trabajo de importancia fundamental: "De revolutionibus orbium caelestium". En él marcaba que la Tierra ya no permanecía inmóvil en el centro del universo, sino que estaba animada de un doble movimiento: de rotación sobre ella misma, en 24 horas, y de revolución alrededor del Sol, en un año. También estableció movimientos similares para los planetas y satélites, realizando un sistema más simple que el del antiguo Ptolomeo.

Una aporte primordial en el desarrollo de la nueva astronomía es debida a Tycho Brahe (1546-1601). A diferencia de sus anteriores, que registraban únicamente posiciones notables de la Luna, del Sol y de los planetas, su trabajo pasaría a la historia de la astronomía sentando las bases de las famosas leyes que rigen el movimiento de los planetas. Sus obras como "Astronomía Nova" y "Epitome", publicados en 1609 y 1618 respectivamente, marcan el abandono de las órbitas circulares y la ruptura definitiva con unos conceptos tradicionales que estaban profundamente instalados. Su discípulo, Kepler, también aplicó sus ideas a los satélites de Júpiter, descubiertos por Galileo Galilei con

El cazacometas **Charles Messier**, (1730 - 1817) fue un astrónomo francés conocido por ser el creador del catálogo de 110 objetos del espacio profundo (nebulosas, galaxias y cúmulos de estrellas).



ayuda de un pequeño antejo, cuya introducción en la observación astronómica constituye uno de los hitos de la astronomía de esos tiempos. Al defender las tesis de Copérnico, tanto Kepler como Galileo padecieron en diferentes grados, las consecuencias de la desaprobación de sus jerarquías religiosas, luterana y católica respectivamente. La publicación de los "Principia" en 1685 por Isaac Newton (1643-1727), marca uno de los puntos culminantes de la ciencia moderna donde las leyes de Kepler quedan incluidas en un sistema físico que explica una serie de fenómenos naturales como las estaciones del año, las mareas, los movimientos de los astros. Todo esto explicado a través de un conjunto de leyes de carácter general que podían ser probadas en un laboratorio. En este punto la Astronomía y la Astrología inician caminos diferentes y desde entonces no tienen ningún punto común. Mientras que la primera busca una explicación mecanicista de los fenómenos naturales aplicando leyes formuladas consistentemente y controladas en laboratorio, la Astrología tiene como fin la realización de predicciones sobre la personalidad de los individuos y de los sucesos, basándose en las posiciones relativas de los astros. Los controles experimentales y análisis estadísticos realizados sobre éstos y otros aspectos englobados en lo que actualmente recibe el nombre de Astrología, permiten confirmar que ésta no solamente carece de bases científicas, sino que su difusión fomenta la irracionalidad y el oscurantismo.



Imagen de la nebulosa planetaria Helix.

Las **nebulosas** son regiones del medio interestelar constituidas por gases y partículas sólidas. Tienen una importancia cosmológica notable porque muchas de ellas son los lugares donde nacen las estrellas por fenómenos de condensación y agregación de la materia; en otras ocasiones se trata de los restos de estrellas ya extintas.

Durante el siglo XVIII tienen lugar sucesos importantes en el campo de la astronomía observacional que constituyeron el principio observacional para el estudio del Universo a gran escala. Charles Messier, presentó en la Academia de Ciencias de Francia en 1771, el primer catálogo de nebulosas y asociaciones de cúmulos estelares. Todavía en la actualidad los astrónomos nombran estos objetos con una M inicial, de Messier, seguida por el número que ocupan en el antiguo catálogo. En la misma época, William Herschel, astrónomo del rey Jorge V, comienza la observación de nebulosas con la ayuda de un telescopio de 45 cm. En 1786 publica el primer catálogo con 1000 nebulosas y cúmulos, anunciando además las resoluciones en estrellas de muchos de los objetos que habían sido descubiertos por Messier. Desde entonces y hasta 1802, Herschel publicó dos listas suplementarias de nebulosas y asociaciones estelares, elevando hasta 2500 el número de objetos descubiertos. Este científico mantenía la hipótesis de que las nebulosas, no

resolubles en estrellas, eran sistemas estelares análogos a la Vía Láctea y muy lejanos. También consideraba que la nebulosa Andrómeda (M31) era la más próxima y su distancia dos mil veces mayor que Sirius.

Estos trabajos fueron ampliados por William Parsons con la ayuda de un telescopio de 1.85 m fabricado por él. Resultados destacables son el descubrimiento entre 1845 y 1848, de la estructura espiral de muchas nebulosas, en particular M51, M33, M74 y M101. También identificó gran número de nebulosas débiles. Alexander, por los mismos años, llevó a cabo por vez primera un estudio taxonómico de galaxias, cuyo significado físico sigue siendo todavía materia de investigación. Fue él quien nombro a las nebulosas que no eran espirales. En 1864 aparece el primer "General Catalogue" que tenía más de 5000 objetos descubiertos. Los trabajos citados anteriormente consistían principalmente en catálogos de coordenadas y descripciones puramente morfológicas de los objetos listados. Aun cuando existía la sospecha de que muchos de ellos eran muy lejanos, la información disponible no permitía calcular su distancia.

Ya a finales del siglo XIX, Dreyer publica el "New General Catalogue" de nebulosas y asociaciones, que comprendía más de 7800 objetos y que fue seguido de dos "Index Catalogue", que elevarían hasta 13000 el número de objetos conocidos.

Aparecía en estos catálogos un llamativo exceso de objetos brillantes en el Hemisferio Norte galáctico, que más tarde fue identificado como el supercúmulo Virgo o supercúmulo Local.

El estudio de la estructura física de los objetos celestes y del conocimiento del Universo, fue beneficiada por la experiencia de Newton, en 1656, al descomponer la luz solar con la ayuda de un prisma en una banda continua de colores que denominó espectro. El paso siguiente no dará hasta 1802, cuando Wollanston detecta siete líneas oscuras en el espectro solar.

Por desgracia este último descubrimiento pasó desapercibido por la comunidad científica de la época. Incluso el mismo Wollanston consideró su descubrimiento poco relevante al interpretar estas líneas como límites que separaban las bandas de colores. Una década más tarde, Fraunhofer, observó y midió cuidadosamente las posiciones de más de 500

La **Galaxia de Andrómeda**, es una galaxia espiral gigante. La galaxia se está acercando a nosotros a unos 300 kilómetros por segundo, y se cree que de aquí a aproximadamente 3.000 a 5.000 millones de años podría colisionar con la nuestra y fusionarse ambas formando una galaxia elíptica gigante.



Imagen de La Galaxia de Andrómeda.

líneas oscuras, pero no pudo dar una explicación acerca de su verdadera naturaleza. Fueron finalmente los trabajos de Kirchhoff, al obtener en laboratorio los espectros de cuerpos sólidos y gases y estudiarlos cuidadosamente, los que permitieron marcar estas líneas oscuras a transiciones específicas de los átomos excitados facilitando de esta forma, la rápida identificación de muchos elementos químicos en la atmósfera del Sol y en consecuencia la determinación su composición química cualitativa y la naturaleza gaseosa de la región emisora.



Galería de galaxias espirales.

En la imagen, un conjunto muy interesante de universos-islas. De izquierda a derecha y de arriba abajo se distinguen las bonitas pero lejanas galaxias M61, NGC 4449, NGC 4725, NGC 5068, NGC 5247 y NGC 5775/5774.

El comienzo de la fotografía y el progreso en la elaboración de emulsiones, produjo un rápido avance en la aplicación de la espectroscopía a la astronomía. En 1863, Huggins obtuvo los primeros espectros estelares abriendo una nueva era en la Astronomía. También identificó en Andrómeda, la presencia de un espectro continuo que consideró podría estar originado por estrellas que proporcionaría la teoría de los "universos islas", popularizada por Humboldt en "Cosmos" (1845-1850). En 1899, Scheiner obtiene un espectrograma del centro de la galaxia Andrómeda que tenía muchas características similares al observado en el Sol. De su análisis dedujo que esta galaxia, conocida entonces como una nebulosa, era en realidad una agrupación inmensa de estrellas no resueltas. Este resultado fue confirmado por Richtey, quien consiguió resolver imágenes estelares en los brazos espirales de Andrómeda y otras grandes galaxias cercanas.

A finales de la década del 80', existían ya miles de espectros fotografiados y clasificados. En 1896 tiene lugar la publicación del catálogo Henry Draper, que contenía información espectral sobre unos 500.000 objetos. Los trabajos de Planck, en 1900, fueron un paso decisivo para la consecución de una interpretación cuantitativa de los espectros y las distribuciones de energía estelares, cuyo estudio detallado pudo llevarse a cabo una década más tarde. Estos resultados han facilitado el conocimiento de la estructura y composición química de los objetos celestes y la descripción detallada del Universo local.

El primer espectrograma de una galaxia, M 31, fue tomado por Slipher quien derivó una velocidad de aproximación de -300 km/s. Posteriormente fueron observadas también galaxias con velocidades radiales positivas, encontrándose valores del orden de 1100 km/s. Estos datos sirvieron de base para establecer que si una nebulosa es un sistema estelar, las grandes velocidades observadas implican distancias del orden de un millón de años luz. Sin embargo, en 1917 todavía era cuestionada la naturaleza extragaláctica

de las nebulosas espirales, hasta el punto de que la National Academy de Washigton, consideró necesario organizar un debate acerca de la naturaleza de estos objetos con una pregunta fundamental:

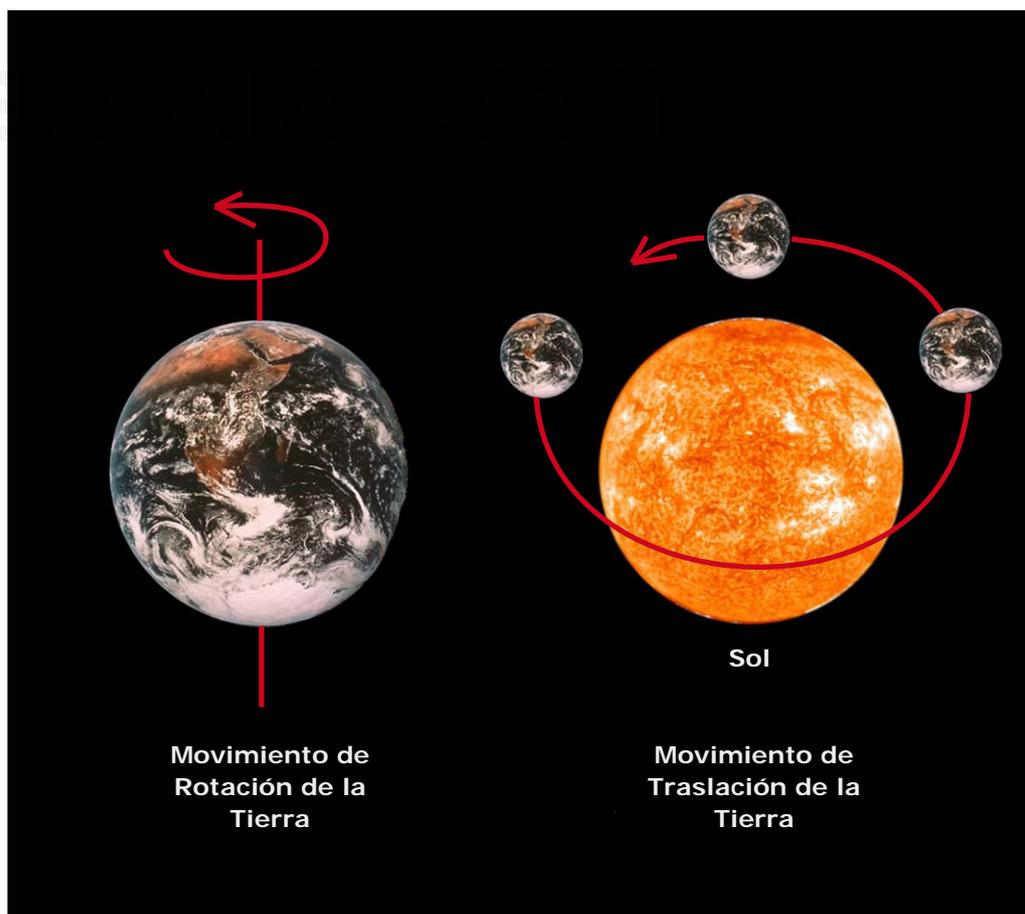
¿Eran universos islas parecidos a nuestra Galaxia u objetos localizados en nuestra propia Galaxia?

Los primeros trabajos destacados de Hubble se produjeron entre 1923 y 1924, al demostrar que las curvas características de las cefeidas descubiertas en objetos extragalácticos obedecían a la relación periodo-luminosidad encontrada por Leavitt. . Uno de los resultados más subrayados fue la determinación de la distancia a la Pequeña Nube de Magallanes, para la que encontró un valor de 930.00 años luz, que la situaba netamente fuera de la Vía Láctea. Los trabajos de Baade y otros, probaron luego que esta distancia era en realidad un poco mayor. No obstante permanecía la principal conclusión de Hubble: las nebulosas espirales están fuera de la Galaxia y cuando su distancia es suficientemente grande todas parecen alejarse de nosotros a una velocidad que es proporcional a su distancia. Luego Humanson, en 1935, incrementó hasta 200 el número de galaxias con velocidades radiales conocidas, ampliando el universo observable a distancias correspondientes a velocidades de 42000 km/s.

Desde finales del siglo XIX y principios del XX la Física paso a desempeñar un papel decisivo en la interpretación de los fenómenos astronómicos. De esta manera la Astrofísica toma una progresiva importancia sobre la astronomía clásica. Hoy en día, los términos Astronomía y Astrofísica son en general sinónimos.

El Movimiento de Rotación es un movimiento que efectúa la Tierra girando sobre sí misma a lo largo de un eje imaginario denominado Eje terrestre que pasa por sus polos. Una vuelta completa, tomando como referencia a las estrellas, dura 23 horas con 56 minutos y 4 segundos y se denomina día sidéreo.

El Movimiento de Traslación es un movimiento por el cual la Tierra se mueve alrededor del Sol. En 365 días con 6 horas, esas 6 horas se acumulan cada año, transcurridos 4 años, se convierte en 24 horas (1 día). Cada cuatro años hay un año que tiene 366 días, al que se denomina Año Bisiesto.



Investigación de los objetos celestes:

Los cuerpos celestes son aquellos cuya masa se puede observar en el cielo, que en otros términos, se denominaría como el espacio entendiendo por este que están fuera de los límites terrestres. Los planetas forman parte de esta clasificación y giran alrededor del Sol. Dentro de sus características hay que mencionar que no tienen luz propia y reflejan la luz solar. A su vez tienen diversos movimientos que son dos: de rotación y transla-