

Carolina Coronado

(Contemplando su estatua en el parque)

¡Qué bella Carolina sentada junto al lago!

El agua reflejando su elegante silueta.

En sus ojos profundos hay un ensueño vago
que ha de plasmar en líricas estrofas de poeta.

Encanto señorial le presta el mármol terso
a su esbelta, elegante, romántica figura.

Inflamaba en su época con su encendido verso
las almas juveniles de amor y de ternura.

Ahora en esta noche plácida, transparente,
la luna blanquea el mármol y se baña en la fuente,
poniendo en el cristal sus nítidos albores...

Y ese libro de versos que sostiene su mano
contiene su poema inmortal y cristiano
encendido en el fuego de «Amor de los Amores».

MANUEL MONTERREY

MIRANDO A LA VIA LACTEA

*Qué l'homme contemple donc la Nature en-
tiere dans sa haute et pleine majesté; qu'il
eloigne sa vue des objets bas qui l'environnent,
Qu'il regarde cette eclatante lumiere...*

PASCAL



LECTOR hermano: Si quieres contrarrestar el peso del plomo que, según el divino Platón, llevamos inserto en las alas del Alma huye alguna noche de la Ciudad al campo o a la montaña. Que sea una noche sin luna, transparente, serena. Y allí, desde la ancha llanura, o mejor, desde la alta cumbre, lejos del ofuscante resplandor urbano, pasea la mirada lentamente, empapándote; por las luces eternas del firmamento. Pronto captará tu atención una difusa banda de color blanco lácteo, salpicada de astros brillantes, que recorre la bóveda celeste desde un lado al otro del horizonte. Ese, justamente, es el Arco, casi fosforescente, que los helenos llamaron «kiklos galaxiou» – círculo de leche, y nuestros abuelos apodaron «camino de Santiago». Hoy más generalmente «Vía láctea» o «Galaxia» como prefieren decir los astrónomos evocando el bello nombre griego.

Piensa entonces que tienes ante la vista una rueda importante de la gran Máquina celeste. Abre bien las ventanas de tu «Castillo interior. Observa y escruta atentamente su imponente majestad; y *deja que vaya pasando en forma de luz a la «Morada tranquila del pensar»*. Inevitablemente: Llegarás a sentir un misterioso tirón ascensional.

* * *

Epoca y hora preferente de observación.

A cualquier hora de la noche y durante todo el año se encuentra sobre la curva del horizonte el mayestático arco luminoso de la Vía Láctea. Pero por causa del movimiento de rotación de la Tierra no siempre se presenta bajo la misma forma ni en igual posición. Es por lo que, si deseamos contemplarla con la mayor ventaja, a nuestras anchas y cuando se presenta en su mayor hermosura, debemos escoger las noches claras y sin luna de los meses que van de Julio a Octubre, (1) o Noviembre.

Vista en esa época y a la hora conveniente aparecerá como en ancho reguero

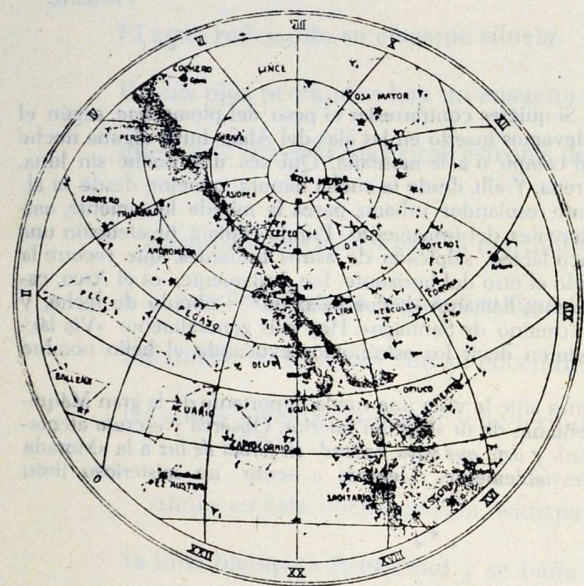
(1) Para el mes de Julio: día 10, a las dos madrugada; día 25, a la una madrugada.
Para el mes de Agosto: día 10, a las doce noche, día 25, a las once noche.
Para el mes de Septiembre: día 10, a las diez noche, día 25, a las nueve noche.
Para el mes de Octubre: día 10, a las ocho noche, día 25, a las nueve noche.
Para el mes de Noviembre: día 10, a las ocho noche, día 25, a las siete noche.
En 25 Octubre, 10 Noviembre y 25 Noviembre, formando ángulo de 40 a 45 grados con dirección Norte.

luminiscente continuo aunque de bordes bastante irregulares y a veces imprecisos que atraviesa la bóveda celeste desde los 30 grados Nordeste hasta los 30 grados Suroeste, pasando exactamente por el *cenit* o punto cumbre de nuestro Hemisferio sideral. La comba del arco así formado estará entonces en su mayor altitud, exactamente sobre la vertical de España, al mismo tiempo que sus ramas cortarían perpendicularmente la raya del Horizonte. La Vía Láctea a tal hora parte por lo tanto en dos partes iguales todo el cielo visible desde el puesto de observación que ocupemos.

Si la Tierra fuese diáfana.

Si la Tierra fuese transparente, mejor dicho, diáfana veríamos bajo nuestros pies la otra mitad del firmamento, el otro hemisferio celestial, el mismo que nuestros anfibios tienen a esa hora sobre sus cabezas. Y veríamos al mismo tiempo cómo ese

Camino de Santiago que para nosotros va a esconderse tras la línea del horizonte sigue desarrollándose por la concavidad de la opuesta bóveda invertida hasta cerrarse del todo en el punto por donde la prolongación de nuestra vertical – que sale por los pies – se encuentra con el punto cenital de la bóveda del Hemisferio opuesto. Pero lo que entonces verían nuestros ojos no sería ya solamente un arco, sino un aro o anillo luciente en cuyo centro parece encontrarse la Tierra. Mas como por desgracia el suelo que pisamos es opaco ocurre que de esa espléndida banda o reguero circular sólo vemos un poco más de la mitad desde cada Hemisferio. Sin embargo ella es como la espina dorsal, como el



Esquema del aspecto que presenta el Cielo nocturno contemplado desde el centro de España (Madrid) en las fechas y horas que se indican. Para Cáceres (capital) hay que sumar a las horas dadas 10 minutos y 44 segundos por la diferencia de longitud geográfica con Madrid. (El dibujo está tomado del «Anuario del Observatorio Astronómico de Madrid»).

armazón que soporta y retiene atadas con las cadenas invisibles de la gravitación todos los astros que desde los dos Hemisferios podemos percibir. Ella es la que forma el hilo conductor del gran sistema estructural y dinámico que los astrónomos designan propiamente con el nombre de Galaxia, – nuestra Galaxia, nuestro Mundo local para distinguirlo de los restantes sistemas exteriores extragalácticos que en número de cientos de millones, por lo menos, voltean en los grandiosos espacios del Universo físico, – Cosmos.

Primeras exploraciones científicas.

Desde muy pronto un conjunto de pensadores griegos, filósofos, físicos y matemáticos al mismo tiempo, Pitágoras, Demócrito, Leucipo, Anaxágoras, Aristarco, Eratóstenes, Hiparco, etc. barruntaron basándose en razonamientos de pura analogía la verdadera naturaleza de la Vía Láctea. Pero evidentemente la Ciencia no puede desarrollarse ni en extensión ni en profundidad si no es a base de evidencias empíricas interpretadas con arreglo a las exigencias de la Razón. Estas evidencias faltaron casi por completo hasta la noche memorable en que Galileo se sienta ante el telescopio construido por él mismo y le enfoca a la Vía Láctea. Fué entonces cuando por vez primera en la Historia supo el hombre con real certidumbre y dejó perennemente demostrado que el gran arco luminoso es en esencia un enjambre de estrellas débiles – débiles al parecer – esparcidas como partículas de polvo brillante sobre el fondo oscuro del cielo. Por eso el conocimiento científico de la Vía Láctea nace en ese mismo instante, desvaneciéndose una multitud de leyendas y fábulas sobre su naturaleza y textura.

Lenta penetración en el misterio de Mundo estelar.

Año tras año, siglo tras siglo, la mente humana conducida por legiones de investigadores trabajando a la intemperie durante noches sin número ha ido penetrando con paso muy lento en ese mundo maravilloso, pero complejísimo. A la par iba aumentando la potencia y precisión óptica de los telescopios, se introducía la fotografía y la práctica sistemática del análisis espectral reforzado todo ello por la aplicación creciente de la Mecánica Celeste y más especialmente de la Matemática estadística que tan fecunda se había mostrado en el estudio de los gases. Mas con todo eso, todavía al llegar el siglo XX el progreso conseguido en este campo no parece estar en correspondencia con los enormes esfuerzos realizados.

Visión de la Vía Láctea hacia el año 1.900.

Por el año 1.900 la única conclusión firmemente establecida por la Ciencia astronómica respecto de la Vía Láctea era la siguiente: 1.º, consiste fundamentalmente en un inmenso conglomerado de estrellas muy distantes entre sí, dispuestas de tal manera que en conjunto presentan la forma de un reloj de bolsillo. 2.º. A ella pertenecen todas las estrellas, cúmulos y nebulosas que pueden verse, bien a simple vista, bien con auxilio del telescopio hasta una profundidad de 100 mil años-luz. (1).

Ciertamente no era poco, hablando en términos absolutos. Pero quedaban en el aire una multitud de interrogantes a las que entonces no podía contestarse en serio por falta de datos y material de observación. Por ejemplo: ¿Cuáles son las verdaderas dimensiones de la Galaxia? ¿Qué lugar ocupa dentro de ella el sistema solar? ¿Qué estructura tiene en detalle? ¿Se halla inmóvil en el espacio o no? ¿Tiene o no relación con las nebulosas espirales y elípticas descubiertas hasta entonces? Y así sucesivamente.

Hacia 1925.

Todavía en el año 1925, cuando el conocido astrónomo americano George Hale, autor del proyecto para la construcción del telescopio gigante de Monte Palomar, publica un libro donde resume todo lo que entonces se sabe acerca de la Galaxia, expone la creencia general de que nuestro sistema solar se hallaría situado en el centro mismo del sistema galáctico y asigna a éste una dimensión de 30 mil a 300 mil años – luz. Entonces se estaba discutiendo con gran empeño la cuestión de si

(1) Todo lo demás que entonces podría haberse dicho eran meras hipótesis o barruntos. Un año-luz es equivalente a 84 billones de Kilómetros.

aquellos extraños objetos de tan diferentes formas – espirales, husos, esferas, elipsoides – de los que ya se habían hecho varios Catálogos y a los que se daba el vago nombre de Nebulosas, eran partes de nuestro sistema galáctico o eran por el contrario otros mundos infinitamente alejados del nuestro, «Universos islas».

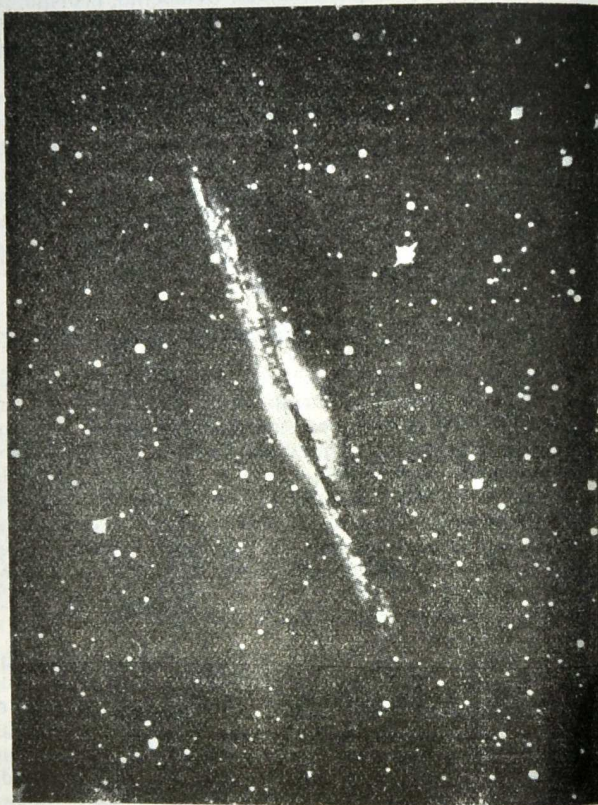
Avance espectacular de la Astronomía a partir de 1925

He querido hacer estas consideraciones con una doble finalidad. Primero: Para que el lector tome clara conciencia – si no la tiene ya – del ingente número y magnitud de los problemas que llevaba consigo la tarea de ir abriendo uno a uno los secretos de la Galaxia, haciendo transparente al pensamiento humano un engranaje que puede ser decisivo para comprender el mecanismo del Cosmos considerado como un Todo. Segundo: Subrayar el salto espectacular que la Astronomía ha dado en poco más de una generación, o sea, desde 1924 hasta el momento presente.

Alrededor de 1925 E. Hubble, del Observatorio de Monte Wilson estaba entregado al estudio de algunos de esos objetos celestes semejantes a remolinos de materia gaseosa, llamados nebulosas espirales. De ellos como antes se dijo nadie sabía si serían nebulosas satélites de nuestra Galaxia al igual que otras muchas nubes amorfas o por el contrario constituían mundos por completo extraños al nuestro.

Resolución de Andrómeda en estrellas, paso decisivo para el conocimiento de nuestra Galaxia.

La nebulosa que era más especialmente objeto de las exploraciones de Hubble se llama Andrómeda, por encontrarse situada detrás de la constelación que lleva este



Nebulosa espiral NGC 891, en la constelación de Andrómeda. Aparece enteramente de canto. Tal es aproximadamente la forma que presentaría nuestra Galaxia si la pudiéramos contemplar de perfil a bastantes millones de años luz de distancia. Obsérvese la gran cantidad de materia oscura que se acumula a lo largo del eje mayor.—(Foto M. Wilson).



Detalle de una región perteneciente a nuestra Galaxia próxima a la Vía Láctea. Hemisferio Norte, entre las constelaciones de Cere y Lagarto, no muy distantes de la zona circumpolar. Hacia la parte central destacando sobre el fondo luminoso de una extensísima nube de Hidrógeno pueden verse numerosos «glóbulos» oscuros en forma de gruesos puntos un poco borrosos. Estos glóbulos son, con la mayor probabilidad, proto-estrellas. En la parte superior e inferior de la foto se perciben inmensos nubarrones de gas y polvo que no permiten ver los enjambres de estrellas que más allá hay.

(Fot. M. Palomar)

mismo nombre. Es la que en el célebre catálogo de Messier figura con el número 31 por lo que suele designársela abreviadamente así: M31.

Una de las poquísimas noches que se dan al año francamente favorables para la observación astronómica tuvo la fortuna de obtener con el telescopio de dos metros y medio de diámetro una estupenda fotografía de Andromeda, M31. En ella aparecían claramente innumerables puntos luminosos cubriendo en toda su extensión los largos brazos espirales de que está provista. Lo sucedido fué sencillamente esto: La pupila colosal del telescopio acababa de resolver la luz difusa y vaga de la nebulosa en estrellas individuales, lo mismo que le había ocurrido a Galileo cuando dirigió su pequeño telescopio a la Vía Láctea. Sin exageración puede llamarse a este descubrimiento de Hubble, que iniciaba una era nueva en los estudios astronómicos, llave del Universo en general y especialmente de nuestra Galaxia.

Ya con una orientación como ésta exploró después otras nebulosas espirales y fusiformes llegando al mismo resultado. Y otro tanto sucedió al estudiar las nebulosas elípticas. Era inevitable la conclusión de que cada una de esas nebulosas es un gran sistema de miles de millones de estrellas semejante al nuestro y, por ende, que cada nebulosa del tipo mencionado constituye una Galaxia por completo independiente de la nuestra.

Ante esta conclusión la fuerza de la Lógica tenía que retrotraer inmediatamente el pensamiento de los astrónomos hacia una consideración que era del todo obvia: Si la cosa es así, es decir, si la hipótesis es cierta, deben hallarse presentes en nuestra Galaxia todos aquellos rasgos de índole general que caracterizan a las extragalaxias. De hecho ésta ha sido la reflexión conductora que ha canalizado la investigación en torno del sistema galáctico. Y, en efecto, no ha podido resultar más fecunda.

Cómo ve la Ciencia la Galaxia en el momento presente.

En el momento actual, teniendo en cuenta el abundante y precioso material de observación, acumulado gracias al uso metódico de nuevos y potentísimos aparatos y a una técnica exploratoria increíblemente refinada, puede decirse categóricamente que *la Galaxia es un conglomerado unitario de estrellas, gas Hidrógeno y polvo cósmico que tiene aproximadamente la forma de un elipsoide de revolución muy aplanado, o bien de lente biconvexa.*

El Sol con la Tierra, demás Planetas, Satélites, Cometas y Asteroides no está en el centro, como venía creyéndose, sino muy lejos de éste: A unos 27 o 29 mil años-luz. Por el contrario se encuentra bastante cerca de los bordes; Unos 8 o 9 mil años-luz. De modo que si una astronave arrancara de la Tierra volando sin cesar a la velocidad de la luz - 300 mil km./s. - tardaría en llegar al centro galáctico de 27 a 29 mil años; y de 8 a 9 mil en alcanzar el borde o confín exterior. Por donde se ve que el diámetro o eje mayor mide cerca de los 720 billones de km., y el eje menor cerca de los 90 billones.

El Núcleo galáctico.

Sondeos a fondo con el telescopio óptico primeramente y con el radio-telescopio después han conducido a la demostración concluyente de que nuestra Galaxia está compuesta, análogamente a las nebulosas espirales y fusiformes, de dos partes muy diferentes por su estructura y contenido. En primer lugar, el núcleo o parte central, de aspecto bastante uniforme y redondeado; de proporciones extraordinarias, pues tiene un diámetro de 20 a 25 mil años-luz, casi la tercera parte del diámetro total. Es muy brillante. Está repleto de estrellas y nubes de gas en las que predomina el Hidrógeno. Pero sus estrellas son de un tipo especial que W. Baade ha llamado «tipo II» para diferenciarlas de las «tipo I» que luego detallaré. Tal clase de estrellas no se encuentra en cualquier parte del cielo, sino que pertenece caracte-

rísticamente al núcleo de las nebulosas espirales. Son rojas gigantes, muy viejas, las más antiguas de la Galaxia; es decir, las primeras que debieron formarse en el seno de la nebulosa primitiva. Por lo que a los gases se refiere es evidente que se encuentran en un estado de gran turbulencia. Dentro de este núcleo, ocupando una extensión de unos 500 años-luz, se sitúa el centro mismo de la Galaxia. Si el lector quiere dirigir la mirada hacia dicho centro, póngase de espaldas a la estrella Polar mirando a la rana Sur de la Vía Láctea; busque luego la constelación de Sagitario que está a unos 30 grados sobre el horizonte; ahí verá una nube ancha y luminosa que destaca fuertemente entre las demás. Detrás de esa nube se encuentra el centro de la Galaxia.

Los brazos espirales de la Galaxia.

La otra parte de la Galaxia, bien distinta del núcleo, está representada por dos grandes brazos en forma de espiral o volutas de remolino que, arrancando de sendos puntos del núcleo, diametralmente opuestos, van como desenrollándose de este, subdividiéndose a trechos y terminando, al fin, por desaparecer después de haber recorrido más de 180 grados. Aunque los astrónomos hablan de tres y cuatro brazos, en realidad se trata sólo de dos muy desarrollados. Lo que ocurre es que estos dos únicos brazos se bifurcan dos, tres o más veces cual ramas de árbol a lo largo de su recorrido. Se trata pues de ramas menores derivadas de las *braza s* que salen del tronco nuclear.

La localización circunstanciada de los brazos ha constituido una verdadera hazaña científica. El autor de ella ha sido W. Morgan del Observatorio de Yerkes. Dedicado desde 1942 a la exploración de la parte exterior al núcleo logró, por fin, en 1951, determinar el número y ubicación de las ramas. La primera, según él, aparece a unos 15 mil años-luz del centro galáctico. Viene después una segunda a la distancia de 21 mil. Luego una tercera a 27 mil. En esta precisamente nos encontramos nosotros con nuestro padre Sol, madre Tierra y hermanos planetas. Más allá, yendo hacia fuera, a unos 35 mil años-luz del centro aparece otra gran rama que da casi la vuelta entera al sistema. Por fin, todavía más lejos, a unos 40 mil, hay una quinta rama bastante enrarecida ya y con una fuerte inclinación. Con seguridad, dice Morgan, ésta es la última y más externa de todas.

Población estelar de los brazos.

Al igual que el núcleo estos brazos están compuestos por *regueros casi continuos de enjambres de estrellas*, nubes de gas Hidrógeno y cortinas espesas de polvo cósmico, todo ello en cantidades fabulosas. Pero las estrellas pertenecen por lo general a otro tipo de población sideral, al tipo I. Estas son astros supergigantes, de color azul, extraordinariamente luminosas, muy jóvenes (relativamente) y con temperaturas muy altas. Se trata por consiguiente de astros mucho más grandes, masivos, térmicos y luminosos que el Sol y, también, de vida mucho más corta, destinadas probablemente a perecer en una colosal explosión de supernova como la que, tal vez, dió origen al material de que más tarde se formarían los planetas del sistema solar.

El gas y polvo que acompaña a los brazos no está distribuido entre ellos uniformemente, sino que más bien se acumula sobre el plano galáctico, pero siguiendo una dirección paralela a la de los brazos, subrayando, por decirlo así, la presencia y curvatura de éstos.

Nacimiento de nuevas estrellas en nuestra Galaxia.

Hay entre los brazos de la Galaxia un buen número de nubes muy grandes, fuertemente iluminadas y excitadas por la potente radiación de las supergigantes azu-

les, circunstancia que las hace con frecuencia brillar por sí mismas. Pues bien: Sobre el fondo luminoso de esas nubes se destacan nítidamente aquí y allá otras nubes más pequeñas, oscuras y de forma redonda, que han recibido la denominación de nebulosas globulares. Son masas esféricas de gas Hidrógeno relativamente condensado con material suficiente para formar una estrella. A causa de las enormes distancias aparecen como discos casi puntuales, pero en realidad alcanzan diámetros hasta de medio año-luz. Estas enormes esferas de Hidrógeno, ahora obscuro y frío, no son otra cosa que estrellas en formación, es decir, protoestrellas. Pues para llegar a ser soles en «efectivo» sólo necesitan tiempo. Tiempo suficiente durante el cual la fuerza de gravitación, que ya ha comenzado a actuar en ellas, siga trabajando sobre el material de las diferentes capas obligándole a contraerse más y más multiplicando una y otra vez la presión, la densidad y por tanto duplicando muchas veces la temperatura. En efecto cuando sus diámetros queden reducidos al orden de los 8 ó 10 millones de km. ya podrán brillar con luz propia y tendrán una temperatura central de 1 millón de grados, lo suficiente para que se inicie la reacción termonuclear, proceso que mantiene en pie la vida de los astros hasta poco antes de su muerte.

Puede decirse por tanto que el espíritu humano está asistiendo al nacimiento de nuevas estrellas en nuestra Galaxia y seguramente también en las extragalaxias.

Movimiento de rotación de la Galaxia.

Desde que se identificaron las Galaxias como sistemas unitarios integrados por *miriadas* de astros comenzó a preocupar sobremanera a los astrónomos un par de puntos muy interesantes. Uno: Esas nebulosas espirales que sin poderlo evitar recuerdan las ruedas de fuegos artificiales y también los molinetes giratorios tan conocidos de las ferias y verbenas, ¿están animadas de un movimiento giratorio en torno de su eje menor, o por el contrario, se mantienen estáticas en el espacio? Otro: En el supuesto de que giren ¿cuál es el sentido del movimiento rotatorio? ¿Marchan los extremos de los brazos en vanguardia, con el lado cóncavo hacia delante o es que van a remolque, rezagados, dando al sentido del movimiento la parte convexa?

Es evidente que esta cuestión también tenía que repercutir sobre el estudio de nuestra Galaxia.

Que nuestra Galaxia tenía que realizar un movimiento de rotación había sido ya previsto en pura teoría por el gran matemático, Profesor de la Sorbona, Henri Poincaré, hacia 1910. Partió de esta consideración: Puesto que la Galaxia tiene en conjunto la forma de una rueda, si las estrellas permanecieran inmóviles dentro de la misma deberían caer pronto sobre el cubo de la misma por ley de gravitación, pues les faltaría la fuerza centrífuga necesaria para contrabalancear la fuerza centrípeta o de atracción. En tal caso la Galaxia no existiría ya. Pero de tal catástrofe, deducía con razón Poincaré, sólo pueden librarse las estrellas si el sistema galáctico entero tiene un movimiento de rotación. Y, en efecto, se ha demostrado que todas las galaxias, en general, y la nuestra, en particular, giran sobre su eje menor como una gran rueda. La rotación es muy lenta, pues tarda unos doscientos millones de años en dar una vuelta completa. No obstante como la distancia del Sol al centro de giro es del orden de 200 mil billones de km. la velocidad lineal con que el Sol se mueve en torno del centro galáctico es de unos 200 km. por segundo.

Rotación diferencial de las nebulosas espirales.

A pesar de todo, en esta imagen de la Vía Láctea como «una simple rueda en movimiento» late un error inicial de fondo. En el sistema solar, por ejemplo, los planetas giran tanto más rápidamente cuanto más cerca se hallan del Sol. Así Mercurio, el más próximo, se mueve con mayor velocidad que los demás, 47 Km/s. Plutón, el más alejado hace su revolución con mayor lentitud que cualquiera de los otros, 4

Km/s. No podría suceder de otra manera puesto que cada planeta ha de neutralizar exactamente la fuerza de atracción del Sol, su centro de gravedad.

Por las mismas razones exactamente: las estrellas próximas al centro galáctico — centro general de gravedad del sistema — tienen que girar más apresuradamente que las que se encuentran a una distancia media, y éstas, a su vez, se moverán con mayor celeridad que las próximas a la periferia; estas últimas, por fin, serán las más lentas de todas. Lo que quiere decir que la Galaxia está lejos de girar «en bloque» como si fuera un cuerpo rígido, sino que debe hallarse en un estado de «rotación diferencial». No hay otra alternativa: O se producen los acontecimientos tal como se ha descrito o fallan todas las leyes de la Mecánica.

Sentido del movimiento de rotación galáctica, y formación de los brazos espirales.

Ahora bien: La mencionada rotación diferencial no puede menos de dar origen a un fenómeno extraordinariamente notable que ya conocemos: Me refiero a la necesaria aparición o formación de los brazos espirales. Por rotar las estrellas próximas al núcleo con mayor velocidad que las exteriores, es decir, que las que están más cerca del borde de la rueda galáctica, estas últimas, con el transcurso de los siglos, se irán quedando «rezagadas» respecto de las que se encuentran situadas en la parte interior y sobre el mismo radio galáctico, debiendo ser proporcional el «rezagamiento» a la distancia del astro al centro del sistema. Por lo que unas cuantas vueltas completas serán suficientes para que se produzca la aparición de los brazos espirales.

Si esto es así es evidente que los brazos deben caminar «a remolque» como efectivamente han demostrado Hubble y Vaucouleurs a base de evidencias empíricas; y por consiguiente es errónea la tesis sostenida durante más de 20 años por Limblad, del Observatorio de Stokolmo, según la cual el movimiento de rotación se efectuaba marchando delante el lado cóncavo y detrás el convexo.

Cúmulos esféricos estelares.

Esta descripción de nuestro mundo estelar no es todavía completa. Falta hacer mención de una parte muy notable cuyo esquema de conjunto ha sido ya captada por los especialistas aunque el estudio de los detalles dará trabajo para muchos años.

Hay en los dominios de la Galaxia por lo menos un centenar de redondos conglomerados de estrellas, llamados cúmulos cerrados y también cúmulos esféricos. Son éstos, ni más ni menos, que fantásticos archipiélagos de soles que presentan un aspecto esférico bien definido, cada uno de los cuales contiene, por término medio, de 50 mil a 500 mil soles como el nuestro. Diámetros bastante variables que van desde los 160 años — luz a los 450 años — luz. Se tiene por segura la existencia de otro centenar que no ha podido ser descubierto por causa del polvo obscurescente que bloquea el paso de su radiación luminosa hasta nosotros.

Todos ellos están fuera de la configuración elipsoidal dentro de la cual podría inscribirse la rueda galáctica antes descrita. Pero evidentemente pertenecen al sistema, entre otras razones, porque se encuentran distribuidos a uno y otro lado del plano galáctico constituyendo algo así como el halo del sistema, como su armadura exterior. Así pues, aunque se hallan a grandísimas distancias del plano central de la Vía Láctea — 10 mil años — luz para los más próximos, 40 mil para los más apartados — son todos verdaderos súbditos de nuestra Galaxia sobre la cual gravitan cual gigantesco racimo esférico de planetas incandescentes.

A pesar de los tamaños descomunales que miden, como el número de astros que comprenden es elevadísimo, se caracterizan por una densidad estelar muy alta, la cual aumenta como es natural desde la periferia al centro de los mismos. Tanto que



Nebulosa espiral M 81 en la constelación de la Osa Mayor. Es uno de los más hermosos ejemplares de espiral que se conocen. Aparece vista de plano con una pequeña inclinación. Nótese el brillante y denso núcleo característico de las espirales. Es la forma con que aparecerá nuestra Galaxia contemplada a gran distancia y de cara. Las manchas oscuras representan nubes de gas y polvo intergaláctico pertenecientes a la propia nebulosa.—(Fot. M. Wilson).

en las proximidades a sus núcleos los soles deben encontrarse a distancias casi del orden de las planetarias, aunque bastante lejos todavía de la distancia crítica.

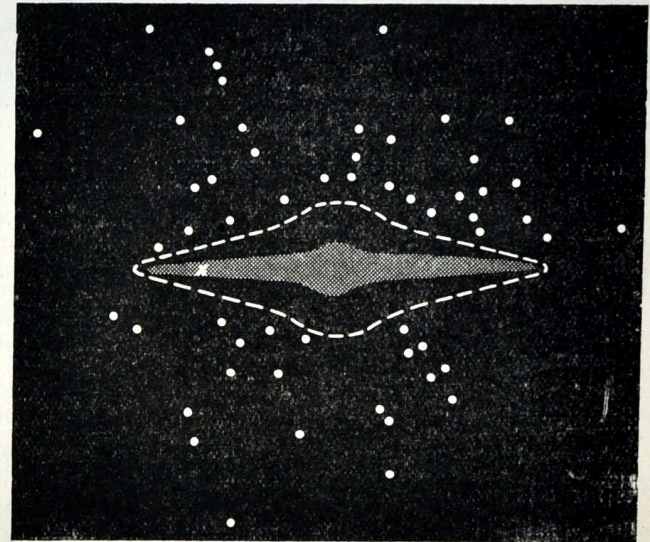
La contemplación cara a cara de estos objetos en el silencio augusto de la media noche produce una reacción intelectual inenarrable. Cuando se mira bien en el centro del campo visual del Telescopio, por ejemplo, el cúmulo M13 — que se encuentra en la constelación de Hércules donde los astrónomos suelen situar el «Apex» solar — se tiene la sensación de que hacia la parte central del mismo las estrellas deben llegar cerca del contacto. Pero un poco de reflexión demuestra que se trata de una

impresión engañosa. En efecto si tal sucediera, aunque solo fuera durante breves instantes, la tremenda fuerza de gravitación actuaría al punto con toda libertad. Entonces las masas de los componentes individuales se precipitarían inexorablemente unas sobre otras en la dirección del centro, terminando por fundirse en un solo cuerpo. Naturalmente un astro de tal masa no podría subsistir más que un tiempo muy corto. Pronto se produciría una explosión de magnitud equivalente a la de un millón de «supernovas» (1).

Mas puesto que los cúmulos subsisten ha de reconocerse que entre estrella y estrella hacia la región central hay espacios vacíos relativamente grandes que permiten a cada astro moverse en órbitas casi circulares alrededor del centro gravitatorio común. Este movimiento es el que impide a todas luces la caída libre en dirección al baricentro del cúmulo.

La cantidad de luz, calor, etc. que estas redondas aglomeraciones irradian es difícilmente concebible. En el hemisferio austral, junto a la pequeña nube de Magallanes hay uno que lanza a los espacios más energía que un millón de soles. El solo semeja una pequeña galaxia.

Su distribución, dentro de los dominios de nuestro sistema, es bastante curiosa. Hay aproximadamente tantos a un lado como a otro de la línea central de la Vía Láctea. De modo que su distribución es simétrica considerando su latitud galáctica. Mas no sucede lo mismo desde el punto de vista de la longitud. Existe una fuerte concentración de cúmulos hacia los 325 grados longitud. Esta región se encuentra en



Esquema general de la Galaxia en posición de perfil. Los puntos blancos representan los cúmulos esféricos distribuidos según sus distancias medias al plano galáctico, formando como una corona o halo. Cerca del extremo izquierdo del huso central se ha trazado un aspa para indicar la posición del sistema solar. — Sky.

(1) Vea si puede el lector el número 56, de la Revista CUADERNOS HISPANO AMERICANOS «Origen del Sistema Planetario» donde el autor hace la descripción de una «supernova».

la Constelación del Sagitario, precisamente donde se sitúa el centro mismo de la Galaxia. Pero lo curioso es que justamente en la otra mitad del cielo opuesta a ésta – en los antípodas galácticos podríamos decir – se descubre una ausencia casi total de cúmulos. Esta ausencia ¿es real o tan sólo aparente? ¿Es que el otro centenar de cúmulos cuya existencia se sospecha, se halla precisamente en esas regiones de la Galaxia directamente opuesta a Sagitario, pero que no se hacen perceptibles a causa de las nubes de gas y polvo absorbente que pudiera haber entre medio?. Más probable parece esto último. De todas maneras, según se ha dicho, es manifiesta la existencia de una vinculación entre los cúmulos y la Galaxia hasta el punto de que según dice Otto Struve parece como si aquéllos fueran el esqueleto sobre el cual se hubiese edificado la Via Láctea.

Como antes decía, todos los cúmulos deben estar dotados de un cierto movimiento de rotación pues de lo contrario no podrían subsistir. Pero debe ser relativamente lento por que la observación espectroscópica no ha logrado todavía descubrir en su luz el efecto Doppler, desplazamiento de las rayas hacia los extremos del espectro. Lo cual explica el hecho de que aparezcan bajo la forma de una esfera ligeramente achatada en Puntos diametralmente opuestos.

Por el contrario su movimiento de traslación o circulación tiene que ser muy rápido. En promedio de 150 a 200 km. por segundo. Son por necesidad movimientos en torno de su centro de gravitación que lo es el núcleo de la Galaxia. Por tanto estos cúmulos cabalgan sobre órbitas cerradas. Pero según se sospecha con razón se apartan mucho de la forma circular. Tienen que seguir, pues, trayectorias elípticas de excentricidad muy grande, tanto o más que los cometas de largo período.

Como es de rigor uno de los focos de las mencionadas elipses ha de estar ocupado por el centro de gravedad de todo el sistema. Pero – ya lo hemos indicado – ninguno de estos cúmulos aparece en el plano galáctico ni en los planos próximos paralelos a éste, puesto que se hallan como mínimo a distancias del orden de los 10 mil años – luz y la mayor parte, de los 25 a 30 mil y hasta 40 mil. Dedúcese por ende que las elipses orbitarias, o lo que es equivalente, sus ejes mayores han de encontrarse muy inclinados con respecto al plano galáctico. Es decir tienen que determinar con relación a éste ángulos de 20 a 90 grados. Por consiguiente tienen que perforar el centro de la Galaxia cada vez que llegan al Perigalactio, su punto de mayor aproximación al centro gravitatorio de la Nebulosa, desde donde emprenden el viaje de retorno al Apogalactio.

Si actualizamos vivamente la imagen de esta situación parece que se corta el aliento. Una descomunal nube redonda de 100 mil, o 200 mil y más soles disparada sobre el núcleo de la Galaxia con movimiento acelerado y velocidad inicial de 100 km. por segundo representa una cantidad de energía mecánica de la que no es posible formarse idea, aunque sea susceptible de ser expresada cómodamente en una seca y fría fórmula, ¿Qué podrá suceder?

Físicos y Astrónomos se han planteado hace muy pocos años una cuestión parecida a ésta, pero en escala mucho más gigantesca todavía.

En los Atlas del Cielo se ha registrado ya la presencia de parejas de nebulosas extragalácticas puestas frente a frente, como encabritadas, avanzando una contra otra con la velocidad vertiginosa de 500, incluso 1.000 y hasta 1.500 km. por segundo. Trátase de Nebulosas, tan grandes o más que la nuestra, en trance de colisión o ya efectivamente en plena colisión. Algunas fotografías muestran que han llegado realmente al contacto. Sus respectivos núcleos dan señales de sufrir una fuerte distorsión tidal.

El pensamiento de una catástrofe más que apocalíptica es inevitable, al pronto. No obstante he aquí lo raro. Según el parecer de W. Baade y Minkowski – del Observatorio de Monte Palomar que han estudiado especialmente el problema – el temido choque es absolutamente inocuo, inocente. Inocuo, desde luego, por lo que se refiere a las estrellas medidas en los sistemas que sufren el encontronazo. ¿Razón?

Muy sencilla. La distancia existente entre una estrella y otra es, por término medio de unos 7 a 8 años – luz. Por tanto la probabilidad de que los astros que integran las



El gran cúmulo estelar esférico de la constelación de Hércules, M13. Todos los puntos blancos son estrellas. Pero los 24 o 26 disquitos un poco mayores no pertenecen al cúmulo. Son estrellas que por encontrarse mucho más cerca aparecen de mayor tamaño. Por el contrario muchos puntos apenas perceptibles que se divisan entre los puntos de tamaño mediano son estrellas que están detrás del cúmulo, pero mucho más lejos. Esta circunstancia permite afirmar que los cúmulos son totalmente transparentes, desprovistos de material gaseoso y polvo. —(Fot. Observ. Harvard).

dos galaxias se encuentren al mismo tiempo en el mismo punto es casi despreciable. En consecuencia las dos galaxias pueden atravesarse mutuamente sin que se produzca verdadero choque entre los soles respectivos.

Podemos visualizar el caso construyendo una comparación de proporción al al-

cance de la experiencia corriente. Pongamos en lugar de las galaxias enjambres de abejas. Imaginemos que entre cada abeja y todas las que se encuentran en su contorno, media una distancia tal, que sea respecto de su tamaño (poco más de un centímetro), lo que es la distancia entre una estrella y las circundantes inmediatas, (6 trillones de centímetros) respecto de su propio diámetro, (100 mil millones de centímetros). Resulta que con arreglo a esta imagen de proporcionalidad entre abeja y abeja debería mediar una distancia de 600 kilómetros. ¿Que posibilidades hay de que choquen entre sí las abejas de los dos enjambres? Prácticamente se puede tener la más completa seguridad de que los dos enjambres se entrecruzarán sin que se produzca el menor contacto entre los elementos componentes. Esta misma seguridad es por entero aplicable al caso de las galaxias en colisión: Se entrecruzarán con sus cien mil millones de estrellas por cada bando sin que se dé ningún caso de encuentro catastrófico.

Pues bien: Salvando la diferencia de dimensiones este ejemplo de colisión entre nebulosas extragalácticas ofrece innegable paralelismo con la caída de los cúmulos esféricos sobre el Núcleo de la Vía Láctea. Lo más probable, por consiguiente, es que los cúmulos penetren en el cuerpo central del sistema sin dar ocasión a trastornos directos estelares por lo menos de notable envergadura.

Pero es que las galaxias, sobre todo las de forma espiral, son un sistema bastante complejo en el que además de las estrellas intervienen otros elementos de magna importancia. Se sabe hoy muy bien que las espirales contienen por lo menos tanta cantidad de materia bajo forma de nubes de gas y polvo como en forma de estrellas. Están empapadas en una nebulosa general integrada por Hidrógeno, Helio, polvo, etc. El espacio interestelar no está, pues, vacío, aunque la densidad material no exceda en promedio de 100 a 100 mil átomos por centímetro cúbico. Ahora bien: Si en la colisión de galaxias las estrellas escapan sin detrimento, no ocurre lo mismo en la materia interastral. Pues, entre las masas gaseosas de los dos sistemas se produce un verdadero choque cósmico. En su virtud los átomos componentes sufren el efecto de un frenazo perdiendo la enorme fuerza de movimiento que llevan con el sistema; fuerza que se transforma instantáneamente en energía calórica. A consecuencia de ésta entran en un estado de sobreexcitación que los lleva hasta la pérdida de los electrones. Prodúcese entonces una colosal emisión de radio energía que en total llega al orden de los 100 quintillones de kilowatios - por segundo. (1) Último resultado. Todo el material gaseoso queda barrido fuera de las dos galaxias, las cuales, virtualmente intactas por lo que a la población estelar se refiere, continúan marchando a través del espacio con sus respectivas velocidades iniciales en direcciones opuestas.

Siendo esto así, es lógico pensar, que los cúmulos esféricos habrán pasado por un trance parecido al atravesar el cuerpo principal de nuestra galaxia. En su origen, estos cúmulos, que como todas las demás estrellas se han formado por un proceso de contracción a partir de nubes gaseosas muy densas, no podrían menos de tener una cantidad apreciable de gas y polvo en sus espacios interastrales; pero éste debió ser como barrido a su paso por el «Perigalactio». En consecuencia no debería apreciarse en ellos ahora la existencia de material obscurescente y, por el contrario, los espacios intersidiales de los mismos tendrán que mostrarse enteramente diáfanos. En efecto: es justamente lo que sucede. Hasta ahora no se ha revelado en ellos el menor indicio de gas ni polvo. Poseen una diafanidad tan completa que a su través percíbense nítidamente los objetos celestes situados al trasfondo; lo que de ningún modo ocurriría si tuviesen, como la población estelar de las regiones pertenecientes al plano galáctico y sus contornos, algún material gaseoso.

Mas ¿qué ha sucedido con el material interestelar de los cúmulos? No es difícil imaginarlo. El núcleo de la galaxia se halla en estado de reposo relativo con respec-

(1) Es la cifra que dan Baade y Minkowski. «Astrophysical Journal». Enero 1954.

to a los cúmulos. Es decir, son éstos los que se mueven con relación al núcleo, cayendo sobre éste desde el Apogalactio - máximo alejamiento - con velocidad creciente, de manera análoga a la de los cometas del sistema solar. Al pasar por el núcleo los átomos del gas interestelar que los cúmulos arrastraban consigo debieron chocar con el gas del centro galáctico. A consecuencia del cual han perdido la velocidad que llevaban y por consiguiente se han quedado en las proximidades del



Dos Galaxias espirales en colisión. Los cuerpos han llegado ya al contacto. La mayor es NGC 4567 y la menor NGC 4568. Ambas se hallan detrás de la constelación de Virgo donde hay varios nidos de nebulosas. De estas Galaxias en colisión así como de otras ha recogido el Radiotelescopio potentísimas muestras de radiación originada por el encontronazo (Fot. Observ. Harvard)

manantiales radioeléctricos, de menor volumen, pero análogos al que aparece detrás de la constelación del Cisne, donde se ha descubierto uno ingente originado por las dos extra - galaxias en colisión mencionadas más arriba, a distancia de 200 millones de años - luz (1).

Bajo la aparente sencillez con que desfila ante nuestro espíritu esta cuestión hay sin embargo un extenso y complicadísimo problema que requiere la contribución del Cálculo y de la Observación. Por lo que a esta última se refiere es del mayor interés conocer los resultados alcanzados en recientes investigaciones por el gran astrónomo holandés Oort y su equipo de colaboradores. Estos han practicado un me-

(1) El año-luz vale 8'4 billones de Km.

punto de encuentro, agregándose al material propio de la región nuclear. Los cúmulos han seguido su marcha volviendo hacia el Apogalactio con velocidad retardada, enteramente desprovista de gas y polvo intersidial.

A consecuencia de todo esto es probable que la región central del núcleo se halle en una situación semejante a ésta: Habiendo operado el núcleo a manera de filtro con respecto al material gaseoso de los cúmulos, puede esperarse que contenga una notable cantidad del mismo. Este gas, por otra parte, a consecuencia de los tremendos choques soportados debería encontrarse a muy elevadas temperaturas y presa de gran agitación, moviéndose desordenadamente en corrientes irregulares, turbulentas. Allí habría, además, fuertes

tódico y profundo sondeo de nuestro centro galáctico. Mas para ello no podían utilizar, claro está, el telescopio clásico, sino ese nuevo y maravilloso instrumento que ha sido bautizado con el nombre de radiotelescopio, en líneas generales similar a nuestros aparatos receptores de Radio. Como éste, capta radio-ondas, que transforman en ondas sonoras, en ruido. Las ondas radioeléctricas que procedentes de los objetos celestes capta el radiotelescopio son, por ende, una forma de la energía electromagnética, de menor longitud y mayor frecuencia que las de Telecomunicación; por el contrario, de mayor longitud y menor frecuencia que las de la luz visible. Según hemos dicho el Centro galáctico se encuentra más allá de la constelación del Sagitario en una región de la cual no podemos, en absoluto, recibir *radiación luminosa*, por que ésta es absorbida totalmente por las nebulosas de gas y polvo que se interponen. En compensación las radio-ondas cortas tienen la inestimable cualidad de llegar hasta nosotros casi intactas. Pues bien: Enfocando sus radiotelescopios a la región citada han podido descubrir que el núcleo de la Galaxia está lleno de nubes de Hidrógeno en estado de alta turbulencia y agitación. Se ha visto que los átomos de dicho gas se mueven allí con una velocidad de agitación mucho más grande que en varias zonas del cielo; por ejemplo, que en las regiones galácticas próximas al grupo local de que el sistema solar forma parte. Lo más probable es que dicha agitación sea un efecto del paso de los cúmulos esféricos por la región del núcleo.

ELISEO ORTEGA RODRIGO.



QUERELLANTE

A una Reina de Amor.

Desde la excelsa región
que en dilatada extensión
hasta los cielos avanza,
ciudad, la de la Ilusión,
calle, la de la Esperanza;
de dulcísimas y amenas
inmensidades serenas
y celajes purpurinos;
con arroyueios de trinos
bajo palios de azucenas;
donde en vuelo encantador
ejerzo plácidamente
mi oficio de soñador,
del bulevar a la fuente
y de la estrella a la flor,
preso en el bello paisaje
que un sol de anhelos abrasa,
e inquiriendo entre el follaje
a quién llevará el mensaje
la libélula que pasa,
herido de un desamor
que me inundó de amargura,
a vos, Reina del Amor,
vengo yo, pobre amador,
en demanda de ventura.
Habré, digna Majestad,
de deciros con lealtad
por la experiencia obligado,
que en vuestro dulce reinado
no es todo fidelidad.

Hay quien huyendo al deber,
sus consignas abandona,
pretendiendo oscurecer
con su duro proceder
el sol de vuestra corona.
Esta advertencia leal
se refiere a cierta ingrata
de vuestro Reino ideal
que despectiva y vanal
vuestras leyes desacata.
Cabeza de rebelión
que juega sin compasión
con mi pena y mi alegría,
y es a la vez, noche y día
dentro de mi corazón.
Os contaré en un momento
lo que es causa y fundamento
de mi amoroso pesar,
para que podáis juzgar
con todo conocimiento.
Fué ante un cielo arrobador
pleno de ardientes zafiros
y juramentos en flor;
hora, la de los suspiros;
lugar, el del ruiseñor...
Hallábame, a la ventura,
sobre un ensueño posado,
y ella, oculta en la espesura,
hizo red con su hermosura
y me dejó aprisionado.