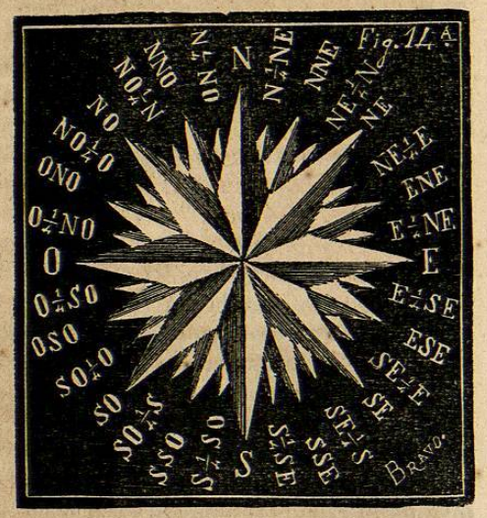
tos tiene hoy dia 32 rumbos; de modo que los intermedios de las subdivisiones vienen á ser las cuartas partes de los azimutes de 45°, y cuyo valor es de 11°, 25′ cada uno. Estas divisiones toman el nombre de los puntos mas cercanos, precedidas de la denominacion *un cuarto.* Así verbigracia: Norte un cuarto Noreste [N¼NE]. Noreste un cuarto Norte [NE¼N]. Sud un cuarto Sudoeste [S¼SO]. Sud este un cuarto Sud [SE¼S], etc. El fácil manejo de este sistema hace que los marinos no sepan apartarse de él, y en todos los buques la aguja de declinacion que indica á cada instante la direccion del meridiano magnético, por el cual se calcula la direccion del astronómico, dá á conocer tambien sobre la rosa de los vientos la direccion de ellos: este aparato se llama *brújula marina,* de la cual no hablarémos aquí por tratarse de ella en los cursos de Física.



LIBRO I.

DE LAS ESTRELLAS.

§ 1.

Del cielo estrellado.

23. Mirando al cielo en una noche serena, fácilmente se puede observar que todas las estrellas guardando siempre la misma distancia relativa entre sí tienen un movimiento comun de oriente á occidente, como si estuviesen pegadas á una esfera sólida cuyo centro ocupa el observador. Este movimiento que arrastra, digámoslo así, todas las estrellas, con una velocidad aparente mas ó menos grande, se llama *movimiento diurno,* y el tiempo que las estrellas emplean en recorrer los 360° en que está dividido cada círculo correspondiente, se llama *tiempo sideral.* Las veinticuatro horas justas que se emplean en recorrer los 360° volviendo al mismo meridiano, constituyen el *dia sideral.* La distancia entre dos estrellas, ó el ángulo que forman las dos visuales tiradas desde el ojo del observador á dos estrellas cualesquiera que se comparen entre sí, se llama *distancia angular.*

24. Todas las estrellas se dividen en *simples* y *múltiples.* Las simples son aquellas que consideradas aisladamente no dependen de otras; las *múltiples* son las que dependiendo unas de otras en su movimiento forman un sistema de dos, tres ó mas estrellas que ejercen entre sí una mútua atraccion. Estas se dividen en *dobles, triples, múltiples,* de las cuales una ó mas giran al rededor de la principal que está situada en el foco de la elipse que ellas describen. Para ayudar á la memoria en el estudio de las estrellas, se han dividido desde la antigüedad mas remota, en grupos distintos que llevan el nombre de *Constelaciones.* Los antiguos representaron estos grupos por medio de figuras, ya de séres vivientes, como hombres ó animales, ya

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEON
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
"ALFONSO REYES"
Apdo. 1625 MONTERREY, MEXICO

de séres inanimados. Así verbigracia Orion, los Gemelos, el Toro, el Navío, la Lira, etc. Las estrellas que pertenecen á una misma constelacion se nombran con letras griegas [1] y latinas: á veces se distinguen por la posicion que ocupan en la misma figura: así por ejemplo α [*alfa*] de la cruz, β [*beta*] del cáncer, γ [*gamma*] del Dragon, el ojo del Toro, el corazon del Leon, etc: otras han recibido nombres particulares de orígen árabe, como Antarés, Aldebarán, Fomalhaut, Rigel, etc.

25. Pareceria imposible numerar la infinidad de estrellas que brillan en el firmamento; sin embargo, como puede determinarse la posicion de cada una de ellas por medio de las coordenadas, así, varios astrónomos que se han ocupado en consignar en la sucesion de los tiempos la posicion de las que cada uno ha podido observar, se ha llegado á formar catálogos, por los cuales ha podido calcularse aproximadamente el número de las estrellas visibles. A Hiparco se debe el primer catálogo que Tolomeo conservó haciendo en él algunas pequeñas modificaciones, y en él se dá la posicion de 1,026 estrellas. Posteriormente otros astrónomos han aumentado este primer catálogo añadiendo un número mucho mayor de estrellas observadas por ellos mismos. El catálogo de Hévélius contiene 1,564 estrellas, el de Lacaille 9,776, que solo pertenecen al hemisferio austral, y que él observó en menos de diez meses por los años de 1751 á 1752. Taylor, Rumker, Lalande, numeran en sus respectivos catálogos el primero 11,015 estrellas, el segundo 12,000 y el tercero 47,390. El catálogo de Harding dá mas de 50,000. El último catálogo publicado por Otho Struve dá la posicion de 52,000 estrellas pertenecientes á los dos hemisferios.

26. Tratando mas abajo de un modo mas particular sobre el número de las estrellas, verémos claramente cómo á pesar de los esfuerzos é incesantes estudios de los astrónomos, éstos, sin embargo, están todavia bien lejos de tener apuntadas en sus catálogos todas las estrellas del cielo, y las que lo están no son mas que una parte muy pequeña de los innumerables astros que brillan en el firmamento.

---

[1] Las letras griegas son las siguientes.

α *alfa*,	ζ *dseda*,	λ *lambda*,	π *pi*,	φ *phi*,
β *beta*,	η *hetı*,	μ *mi*,	ρ *rhó*,	χ *jí*,
γ *gamma*,	θ, ϑ *zeta*,	ν *ni*,	σ *sigma*,	ψ *psi*,
δ *delta*,	ι *iota*,	ξ *csi*,	τ *tau*,	ω *oméga*.
ε *épsilon*,	κ *cappa*,	o *ómicron*,	υ *ípsilon*,	

§ 2.

Brillo y número de las Estrellas.

27. Como el brillo de las estrellas no es el mismo en todas, así se han clasificado por órden de magnitud segun la intensidad de su luz. Hay estrellas de primera magnitud y son las mas brillantes del firmamento; vienen en seguida las de segunda, tercera, etc., hasta la décima sexta á que alcanzan los telescopios mas poderosos. De todas estas estrellas solo son visibles á la simple vista las que llegan á la sexta ó sétima magnitud; las demás quedan invisibles y es preciso usar el anteojo para poder observarlas. Las estrellas visibles sin auxilio de instrumentos, llegan casi al número de 5,000, ó mas exactamente, segun Arágo á 4,684. Siendo difícil hallar un límite exacto entre los varios órdenes de las estrellas segun su magnitud, no están acordes los astrónomos en definir el número de las que pertenecen á cada magnitud. Se numeran de quince á veinte las de primer órden ó magnitud: lo mismo se verifica con respecto á los órdenes inferiores, aunque aumente mucho mas su número. Darémos aquí el número de las diferentes magnitudes sacado de los Catálogos mas acreditados. Segun Argelander el hemisferio boreal contiene:

9	estrellas	de 1ª	magnitud.	
34	,,	,, 2ª	,,	
96	,,	,, 3ª	,,	
214	,,	,, 4ª	,,	
550	,,	,, 5ª	,,	
1439	,,	,, 6ª	,,	

cuya suma total es 2342.

En cuanto al hemisferio austral, parece que cuenta sin error notable con un número mas ó menos igual en cada uno de los órdenes arriba indicados: por lo tanto tendrémos un número total de estrellas visibles sin ayuda de telescopio segun el órden siguiente para los dos hemisferios juntos:

18	estrellas	de 1ª	magnitud	
68	,,	,, 2ª	,,	
192	,,	,, 3ª	,,	
428	,,	,, 4ª	,,	
1100	,,	,, 5ª	,,	
2878	,,	,, 6ª	,,	

cuya suma total es de 4684.

La misma clasificacion ha sido continuada con relacion á las estrellas telescópicas empezando por las de sétima magnitud.

28. Todas estas estrellas están divididas en 117 grupos ó constelaciones, de las cuales 63 pertenecen al hemisferio boreal y 54 al austral. Las principales del hemisferio boreal son: la Osa mayor, la Osa menor, [en cuya cola á la extremidad hállase actualmente la estrella polar], Casiopea, Pegaso, Andrómeda, Perseo, la Lira, Hércules, Ofiuco, el Toro, el Aguila, el Perro menor, el Leon, Orión [que se halla en el ecuador y pertenece tambien al hemisferio austral]. Las principales constelaciones del hemisferio austral son: Sirio *(Canis maior)*, el Navío, la Cruz, el Sagitario, la Liebre, el Escorpion, Eridano, el Dorado, el Reloj, el Pez austral, el Escudo de Sobieski, etc. No será inútil indicar las estrellas de primera magnitud que pertenecen á cada hemisferio por órden de su brillo.

29. La mas brillante de todas es sin disputa Sirio *(α canis maioris)* y pertenece al hemisferio austral, despues siguen:

Canópo	(α *Navis*)	perteneciente	al	hemisferio	austral.
——	(α *Centauri*)	,,	,,	,,	,,
Arturo	(α *del Boyero*)	,,	,,	,,	boreal.
La Cabra	(α *Aurigae*)	,,	,,	,,	,,
Wega	(α *Lyrae*)	,,	,,	,,	,,
Rigel	(β *Orionis*)	,,	,,	,,	austral.
Procyon	(α *Canis minoris*)	,,	,,	,,	boreal.
Betelgeuse	(α *Orionis*)	,,	,,	,,	,,
Achernár	(α *Eridani*)	,,	,,	,,	austral.
Aldebarán	(α *Tauri*)	,,	,,	,,	boreal.
——	(β *Centauri*)	,,	,,	,,	austral.
——	(α *Crucis*)	,,	,,	,,	,,
Antarés	(α *Scorpionis*)	,,	,,	,,	,,
Altair	(α *Aquilae*)	,,	,,	,,	boreal.
La Espiga	(α *Virginis*)	,,	,,	,,	austral.
Fomalhaut	(α *Piscis australis*)	,,	,,	,,	,,
Régulus	(α *Leonis*)	,,	,,	,,	boreal.

De donde resultan diez en el hemisferio austral, y ocho en el boreal. Sin embargo, hay que añadir tres estrellas que algunos enumeran entre las de primera magnitud, y son β de la Cruz, β de los Gemelos, α del Cisne, la primera pertenece al hemisferio austral, las otras dos al boreal, de modo que los dos hemisferios vienen á tener casi el mismo número de estrellas de primera magnitud.

30. En cuanto al número de las estrellas que son solamente visibles con el telescopio, es preciso tener presente que Otho Struve halló que, hasta la sexta magnitud inclusive, el número de estrellas de cada clase es aproximadamente el triple del número de estrellas pertenecientes al órden precedente. De modo que tomando por base esta ley, podemos calcular con alguna aproximacion el número de estrellas que pueden verse con los telescopios de mayor alcance. Suponiendo ser 18 el número de estrellas de primera magnitud, tendrémos la siguiente progresion geométrica hasta las estrellas de 14ª magnitud:

$$18;\ 18 \times 3;\ 18 \times 3^2;\ 18 \times 3^3;\ 18 \times 3^4 \ldots\ldots 18 \times 3^{12};\ 18 \times 3^{13}.$$

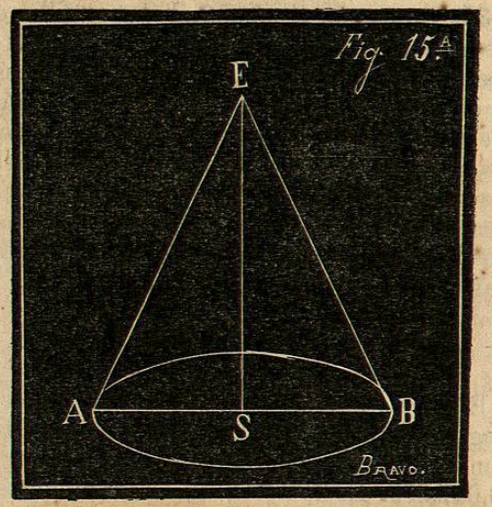
El último término 18×3^{13}, que pertenece á las estrellas de 14ª magnitud, dá 28.697,000 estrellas; el penúltimo dá 9.566,000, y la suma total de los 14 términos daria un número total de estrellas de 43.047,000. Es de notar, sin embargo, que si hay error en este cálculo, éste es sin duda por defecto, no por exceso. Y en verdad desde la 6ª magnitud para adelante la ley no está acorde con la observacion, puesto que resultando del cálculo para el hemisferio boreal casi 7,000 estrellas de 7ª magnitud, Struve pudo observar y registrar nada menos que 14,000, ó sea el doble; de lo que se deduce que el factor 3 es pequeño tratándose de calcular el número de las estrellas de un órden inferior á la 6ª magnitud.

§ 3.

Distancia de las estrellas.

31. Un observador puede siempre medir con sus instrumentos y verificar con el cálculo el valor de un ángulo en cuyo vértice se encuentre situado. Además, conociendo la base y dos ángulos de un triángulo, la trigonometría dá los medios para conocer los elementos de este triángulo, y de consiguiente la distancia del vértice á la base. Esto supuesto, sea E la estrella [fig. 15] cuya distancia queremos conocer. Sean A y B dos posiciones del observador con seis meses de diferencia [1]; trazando las líneas AE, BE, AB, resultará un triángulo AEB, cuyos elementos será necesario conocer, para averiguar la altura SE que representa la distancia de la estrella al Sol, que se llama *distancia heliocéntrica*. Cuando el observador se

[1] Mas adelante verémos por qué sea necesaria esta circunstancia.



halla en A puede medir el ángulo EAB; hallándose despues en B podrá medir el ángulo EBA: la suma de estos dos ángulos mas el ángulo AEB debe ser igual á 180°. Restando de 180° la suma de los dos ángulos medidos A y B, se tendrá el valor del tercero AEB. La mitad de este ángulo se llama *paralaje anual* de la estrella. Por medio de cálculos trigonométricos se deducirá de esos datos la distancia ES y la distancia EA. En esta demostracion se supone la estrella en el polo de la eclíptica: si estuviera fuera de él en otro punto cualquiera, no resultando un triángulo isósceles, habria necesidad de hacer una correccion, para que el valor del ángulo de paralaje llegara á ser tal, como si la distancia AS hubiese sido vista perpendicularmente desde el punto E.

32. Por estos métodos se han obtenido los resultados que se hallan en el cuadro siguiente, relativos á la distancia de algunas estrellas. La primera columna dá á conocer el nombre de la estrella, la segunda el ángulo de *paralaje*, que tratándose de la estrella mas cercana no llega á ser 1″: la tercera dá la distancia de la estrella á la tierra en distancias solares, y la última esa misma distancia en millones de leguas.

NOMBRE.	PARALAJE.	DISTANCIA A LA TIERRA EN distancias solares.	millones de leguas.
α del Centauro	0.″91	226,400	8.603,200
61 del Cisne	0. 35	589,300	22.735,400
α de la Lira	0. 26	785,600	29.852,800
Sirio	0. 15	1.373,000	52.174,000
α de la Osa may.	0. 133	1.550,900	58.934,200
Arturo	0. 127	1.624,000	61.712,000
Polar	0. 106	1.946,000	73.948,000
La Cabra	0. 046	4.484,000	170.392,000

Por este cuadro se vé que la estrella más cercana á la tierra es α del Centauro, y que su distancia es 266,400 veces la distancia del Sol á la Tierra, la cual es=27.581,958 leguas, ó sea 82.745,784 millas geográficas (1). Refiriendo ahora estas mismas distancias á la velocidad de la luz, es de notar que, como demostrarémos más adelante, los rayos luminosos del sol emplean 8ᵐ, 17ˢ, 8 para llegar á la tierra; de esto se deduce que la luz de las estrellas, cuya paralaje se conoce mejor, llega á la tierra en los intervalos de tiempo que se expresan:

α del Centauro	en	3	años	622	milésimas.
61 del Cisne	,,	9	,,	429	,,
α de la Lira	,,	12	,,	570	,,
Sirio	,,	21	,,	928	,,
α Osa Mayor	,,	24	,,	800	,,
Arturo	,,	25	,,	988	,,
Polar	,,	31	,,	136	,,
La Cabra	,,	71	,,	744	,,

Se infiere de aquí que puede haber aún muchas estrellas situadas á una distancia tan grande de la tierra que su luz no ha llegado todavia hasta nosotros.

§ 4.

Movimiento propio de las estrellas.

33. Aunque á la simple vista parezca que las constelaciones conservan siempre la misma figura y que las estrellas que las constituyen, guardan la misma proporcion de distancia entre sí, sin embargo, las observaciones modernas han dado á conocer que un gran número de estrellas tienen un movimiento propio, y que probablemente despues de muchos siglos la forma de las constelaciones acabará por cambiar. Se conocen en el dia 21 estrellas cuyo movimiento propio pasa de 1″ por año; en este número se hallan cuatro estrellas de 1ª magnitud á saber: α del Centauro, Arturo, Sirio, Procyon. La que se mueve con mayor velocidad es una estrella de la Osa mayor que recorre 7″, 1 por año. Tambien nuestro sol, que es un astro luminoso á la par de las estrellas más lejanas de la tierra, tiene un movimiento propio en el espacio (2). Herschel halló que en su movimiento se dirige hácia la constelacion de Hércules, siendo su velocidad de 70,000 miriámetros por dia, segun Bessel; con todo, Arago sostiene la opinion de que es de dos leguas por segundo, ó sea 78,001 miriá-

(1) Tratando de la paralaje del Sol en el Lib. 3º cap. 3º § 3º, verémos cuál es la distancia más aproximada del Sol á la Tierra.

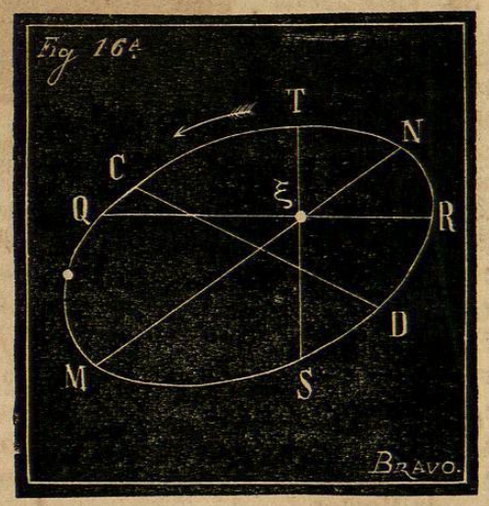
(2) No se habla aquí del movimiento que se le observa en un dia y en un año, pues de éste hablarémos despues.

metros ó 172,800 leguas por dia (Tomo 2º pág. 33). Probablemente sigue la ley de la atraccion universal, describiendo una curva al rededor de algun centro que es difícil conocer.

§ 5.

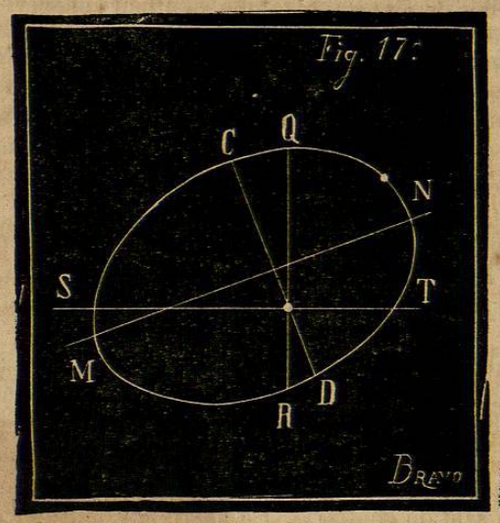
Estrellas dobles, triples, múltiples y variadas.

34. *Dobles.*—Las estrellas dobles son un sistema de dos estrellas (1), de las cuales una, que ordinariamente es la más pequeña, gira al rededor de la otra, describiendo una elipse, cuyo foco ocupa la mayor. Por medio de tres observaciones hechas á una distancia de tiempo conveniente, puede determinarse la órbita. Sirva de ejemplo la órbita que la estrella más pequeña describe al rededor de ξ de la Osa mayor, la cual emplea poco más de 66 años en cumplir su revolucion. La fig. 16 representa dicha órbita en la cual el eje mayor verdadero (por ser la órbita aparente) está representado por la direccion de la recta MN, y el eje menor por CD. QR representa el círculo paralelo descrito por la estrella, y TS el círculo horario. El diámetro aparente de esta órbita no pasa de 5″ en arco. La otra órbita, que mas fácilmente se ha podido trazar y observar, es la de la estrella doble ζ de Hércules, cuyo diámetro



(1) El descubrimiento de las estrellas dobles se debe á Herschel, el cual despues de haber construido su poderoso telescopio, quiso ensayarlo buscando la distancia de las estrellas por medio de la paralaje. Tomó, en efecto, las distancias de varias estrellas que parecian muy cerca la una de la otra, esperando el intervalo de seis meses para observar la variacion de sus distancias aparentes. Pero quedó no poco sorprendido, cuando observó las variaciones, no solo de la distancia recíproca de las dos estrellas, sino tambien de su direccion. Continuando sus estudios sobre este fenómeno, puso fuera de duda que muchas de dichas estrellas tenian un movimiento recíproco, á saber: que permaneciendo la mayor en el foco de la elipse, la otra giraba á su rededor como un satélite.

aparente no es mayor de 2″, y está representada en la fig. 17. Muchas veces acontece que, estando tan cercana la una de la otra, acaban por confundirse en una, por hallarse las dos en la direccion de la misma visual. Este fenómeno se verificó especialmente en la ξ de la Libra en 1859, la cual, siendo triple, pareció doble, pues que las dos mas cercanas se hallaban sobrepuestas.



35. La duracion de la revolucion es muy variable para diferentes estrellas. Darémos aquí un cuadro de las principales estrellas dobles, cuyo período se conoce mayor certidumbre.

6ª	del Eridano hace su revolucion en		30	años	
ζ	de Hércules	,,	36	,,	36
η	de la Corona Boreal	,,	42	,,	50
ξ	de la osa mayor	,,	66	,,	68
ω	del Leon	,,	82	,,	53
γ	de la Vírgen	,,	182	,,	12
ρ	de Ofiuco	,,	80	,,	34
δ	del Cisne	,,	178	,,	70
ξ	de Bootes	,,	117	,,	14

Hay además en el hemisferio austral las estrellas α de la Cruz, y α del Centauro, cuyo período es de 77 años, y Sirio con su satélite, cuyo descubrimiento despues de repetidos estudios, ha sido un verdadero triunfo para la ciencia en estos últimos años. Las irregularidades observadas por Bessel en el movimiento propio de Sirio, dieron motivo para sospechar que este tenia en las inmediaciones algun cuerpo perturbador. Las observaciones repetidas por los astrónomos Peters y Safford confirmaron los resultados de Bessel, pero hasta 1862