observacion, mientras que en la misma via láctea tenia hasta 588, de donde dedujo que las estrellas son más numerosas en y cerca de la via láctea, estando el mínimum en sus polos: que en la misma via láctea la acumulacion es mayor cerca del Aguila que cerca del Toro; que la densidad aparente decrece muy rápidamente alejándose de esa zona, y que calculando segun las sondas el número de estrellas visibles con su telescopio, se encuentra un número mayor de 20 millones.

Los trabajos de Herschel han servido de base para entrar en la hipótesis de la distribucion real de las estrellas en el espacio: se han supuesto dos sistemas. Se puede suponer que se ven más estrellas en una direccion que en otra, atendiendo á su condensacion, siendo igual la profundidad de la capa en que están; ó se puede admitir, al contrario, que la capa es más profunda en una direccion que en otra, siendo igual la densidad.

Para comparar las dos hipótesis, despues de haber sido comprobados los trabajos de Herschel por otros astrónomos, se ha calculado por métodos diferentes el radio de la esfera en que debian estar colocadas las estrellas de cada magnitud, y se encuentra que hasta la 3ª magnitud parece probable la hipótesis de la distribucion uniforme; pero desde la 4ª las divergencias son muy grandes y en las muy pequeñas son enormes, mientras que en la otra hipótesis los resultados son más acordes, lo que da la conclusion de que la capa estelaria posee realmente una densidad mayor en la via láctea que en el resto del cielo.

Esta gran nébula no forma sin embargo un círculo máximo exacto; nuestro sol es excéntrico á ella, y nosotros estamos á cerca de 4° del plano medio que la contiene. Del lado de Sagitario la capa estelaria es mucho más densa que en el lado opuesto, y con nuestros actuales elementos ópticos es enteramente insondeable, formada en ciertos puntos de un verdadero polvo estelario proyectado sobre el fondo del cielo.

Los estudios de las nébulas y en particular de la via láctea, han conducido al de la constitucion física de nuestro sistema planetario. La hipótesis nebular ha tenido un asentimiento casi general y se considera como la más probable que se puede alcanzar hasta hoy. Se supone que la materia que componia el sistema solar se encontró alguna vez en la condicion de una masa nebulosa extendiéndose más allá del de los planetas más lejanos, teniendo un movimiento de rotacion sobre su eje. Por efecto de la irradiacion se fué enfriando y contrayendo, teniendo las partes contraidas mayor velocidad angular á medida que quedaban más cerca del centro de atraccion, hasta que la fuerza centrífuga excedió á la fuerza central: entonces la porcion exterior de la masa debió desprenderse y girar independientemente como una zona ó anillo (como sucedió con Saturno); continuando el enfriamiento, el mismo efecto se verificó en las zonas interiores progresivamente, desprendiéndose del mismo modo, mientras que el núcleo central debió aumentar en densidad á medida que disminuyó en volúmen.

Las masas desprendidas en zonas girando independientemente y con diversas velocidades, en un estado aún gaseoso, debieron despues romperse concentrándose en determinados puntos segun su constitucion particular, tomando la figura elipsoidal y un movimiento de rotacion sobre un eje (como se ha verificado con el grupo de asteroides entre Marte y Júpiter).

Cada una de estas masas, estando sujeta á su vez á los mismos efectos provenidos de las mismas causas, formaron anillos más pequeños y despues satélites que giraron al rededor de sus núcleos condensados.

Esta ingeniosa hipótesis tiene efectivamente una comprobacion en nuestro sistema, porque la revolucion de cada uno de los planetas debia ser igual al tiempo de la rotacion de la masa solar cuando su superficie se extendia á un planeta dado; si llegaba á Mercurio por ejemplo, y se calcula el tiempo de la rotacion de esa masa extendida, se hallará que seria de cerca de 4 meses, que corresponde con la revolucion sinódica de Mercurio. Si suponemos la masa solar extendida hasta cualquier otro de los planetas, hallaremos igualmente que el tiempo de la rotacion es muy próximamente igual al de la revolucion del planeta supuesto. Si se supone que la tierra se halla extendida hasta la luna, hallaremos tambien que el tiempo de rotacion corresponde al de revolucion de nuestro satélite y por último, haciendo una suposicion semejante con cualquiera de los planetas primarios relativamente á sus satélites, se encontrará el mismo resultado.

Además todos los planetas, inclusos los 178 menores descubiertos hasta hoy, giran al rededor del sol de Oeste á Este y casi en el mismo plano del ecuador solar. El sol gira sobre un eje en el mismo sentido que los planetas giran al rededor de él. Los planetas primarios, con excepcion de Urano y Neptuno que necesitan más estudio, giran sobre sus ejes en el mismo sentido de su movimiento de traslacion. Los satélites giran igualmente al rededor de sus planetas principales en el mismo sentido. Las órbitas de los planetas y los satélites tienen una pequeña excentricidad. Los planetas en general tienen densidades crecientes á medida que están más cerca del sol. Los cometas, que pueden ser materia nebulosa que encuentra en su movimiento al sistema solar, sufren en él perturbaciones que hacen que sus órbitas tengan en su mayor parte una gran excentricidad y una inclinacion variable respecto de la eclíptica.

Todas estas coincidencias consideradas como consecuencias de una ley general y uniforme dependiente de la teoría nebular, no tienen sino pocas excepciones que pueden explicarse por las complicaciones de fuerzas producidas en diversas épocas de la formacion de los planetas, que, sujetos á una alta temperatura, han sufrido fenómenos tanto más complexos en sus efectos, cuanto que hoy mismo apenas tenemos idea de las leyes á que están sujetos los gases á temperaturas mucho menores.

Las perturbaciones mútuas de ciertos cuerpos celestes, tratadas por el alto análisis, han dado lugar á descubrimientos importantes que las observaciones prácticas han corroborado, con modificaciones que solo podia dar la observacion directa, base segura de comprobacion en todas las ciencias de aplicacion.

La hipótesis nebular, en consecuencia, tiene todas las probabilidades de certidumbre para nuestro sistema solar, que en conjunto se mueve lentamente en el espacio hácia la constelacion de Hércules y que no forma sino una pequeña parte de la via láctea.

Si avanzamos un poco más para extendernos á lo que propiamente es el universo; si consideramos esa larga serie de soles que llamamos estrellas, en algunas de las cuales se han descubierto otros sistemas todos en movimiento, y que la analogía conduce naturalmente á suponer como centros de luz y de calor que

animan á una infinidad de séres inteligentes; si de allí pasamos á los grupos informes irresolubles con nuestros más poderosos telescopios, á las masas estelarias que se multiplican en el inmenso espesor de la via láctea, apenas podremos formar idea de ese gran conjunto que nuestra imaginacion confunde con el infinito.

ALGUNOS PROBLEMAS GRÁFICOS

QUE PUEDEN RESOLVERSE EN LOS PLANISFERIOS DE LA CARTA.

PROBLEMA 1º

Hallar el tiempo sideral ó ascension recta del sol medio á medio dia medio, en una fecha dada.

La mayor parte de los problemas astronómicos que pueden ofrecerse, para resolverlos con la suficiente aproximacion, sin valerse de fórmulas y procedimientos directos, requieren el conocimiento de un elemento indispensable, "el tiempo sideral á medio dia medio, ó ascension recta del sol medio á la misma hora," que se encuentra tabulado en las efemérides publicadas en los observatorios con tres ó cuatro años de anticipacion, que teniéndolas á la mano no requiere más trabajo que reducirla al lugar de observacion por medio de su longitud: para el caso en que se carezca de esas efemérides, daré las fórmulas precisas para encontrar el dato de que me ocupo con toda exactitud y que son

$$(1)\ldots\Delta AR\odot_m = -1^s\,05523 \text{ sen } \Omega + 0^s\,01268 \text{ sen } 2\,\Omega - 0^s\,07763 \text{ sen } 2\,\odot$$

$$(2)\ldots AR\odot_m = 18^h\,40^m\,43^s\,04 + 1^s\,8444885\,t + 0^s\,000007382\,t^2 - 59^s\,13884\,r$$

$$(3)-\left.\begin{array}{l}\text{Tiempo sederal á medio}\\ \text{dia medio en México.}\end{array}\right\} = AR\odot_m + 236^s\,55536\,n + \Delta AR\odot_m$$

en cuyas fórmulas $\Delta AR\odot_m$ representa la nutacion en ascension recta del sol medio, Ω la longitud media del nodo de la órbita lunar, $\odot$ la longitud verdadera del sol (Ω y $\odot$ contadas desde

el equinoccio medio); t el número de años despues de 1800, r vale 4 en los años bisiestos, y en los comunes el número de unidades despues del último bisiesto, AR $\odot_m$ la ascension recta média del sol á 0 dias 0 horas de Enero del año 1800 + t y n el número de dias contados desde la misma fecha anterior.

Para el 1º de Enero de 1878 tendremos $\Omega = 324°37'$, $\odot = 281°36'$ $t = 78$

	r = 2		n = 1
y entonces			
1^s05523.....	0.02333—	0^s01268.....	8.10312
sen Ω.....	9.76271—	sen 2 Ω.....	9.97506—
	9.78604 +		8.07818—
	$+0^s61$		-0^s01
$+0^s61$			
—0.01		0^s07763.....	8.89003—
+0.03		sen 2 $\odot$	—9.59747—
+0.63 = Δ AR $\odot_m$			8.48750 +
			$+0^s03$
$1^s8444885$.....	0.26586	$0^s00000738$.....	4.86817
t.....	1.89209	t^2.....	3.78418
	2.15795		8.65235
	$+143^s86$		$+0^s04$
		59^s13884	
		2	
		118.27768	

	18^h	40^m	43^s04
	2		23.86 +
			0.04 +
	18.	43	6.94
		1	58.28—
AR $\odot_m$ =	18.	41	8.66
		3	56.56 +
			0.63 +
	18.	45	5.85 = Tiempo sid. á m. d. m. en México el 1º de Enero de 1878.

Segun se ve, el valor de la nutacion, Δ AR $\odot_m$ es pequeño, de manera que como una aproximacion suficiente en el campo se puede suprimir y tener el tiempo sideral sin los datos Ω y $\odot$ con un segundo de diferencia por las fórmulas (2) y (3).

Si se quiere obtener el tiempo sideral á medio dia con menos aproximacion de una manera gráfica, no habrá más que buscar la fecha del mes en la eclíptica y ver á qué ascension recta corresponde en el ecuador, lo que generalmente es bastante para ciertos problemas, como reconocer el estado del cielo en un dia y hora dadas y otros muchos en que la diferencia de algunos minutos no influye notablemente en el resultado aproximado que se busca.

PROBLEMA 2º

Hallar la hora y la distancia zenital á que pasa un astro dado por el primer vertical.

Encontrada la estrella en el planisferio, se ve su declinacion y se buscan los puntos en que ese círculo de declinacion corta al primer vertical, que en los planisferios es el diámetro que va de la graduacion 90° Este á 90° Oeste pasando por el centro: encontrados esos puntos, que deben ser simétricos, se toma con un compás la distancia del centro á uno de ellos, la que se trasporta al cuadrante de "distancias zenitales;" colocando una punta en 0°, la otra dará una graduacion que es la distancia zenital á que la estrella pasa por el primer vertical, tanto al Este como al Oeste.

En cuanto á las horas siderales en que los pasos se verifiquen, se hallan restando al Este y sumando al Oeste á la hora del paso meridiano de la estrella (que en tiempo sideral es su ascension recta), las horas que hay de distancia del meridiano principal á uno de los puntos del primer vertical. Si se quiere la hora média, no habrá más que convertir para la fecha deseada las siderales halladas conforme á las reglas del problema 3º

Supongamos que se trata de la estrella α Tauri (Aldebaran): en el planisferio número I se ve que la estrella tiene $4^h 29^m$ de ascension recta y 16° 16′ de declinacion Norte. Este paralelo de

declinacion corta al primer vertical en puntos á una distancia del centro que, trasportada al cuadrante, da 32° 40′ de distancia zenital. La distancia del meridiano principal á los puntos referidos, es en el círculo del Ecuador de $2^h\ 17^m$, que sumada y restada á $4^h\ 29^m$, dan $6^h\ 46^m$ y $2^h\ 12^m$, que son las horas siderales del paso de la estrella por el primer vertical al Oeste y al Este para cualquier dia.

Si se trata del sol, no habrá más que buscar su lugar en la eclíptica, y con su declinacion, que es su distancia al Ecuador, seguir el paralelo que le corresponde para resolver el problema de la misma manera, pudiendo aplicarse este método á un planeta ó á la luna.

PROBLEMA 3º

Hallar la hora média á que una estrella pasa por el meridiano en un dia determinado, y juzgar del estado general del cielo en ese instante.

Hemos dicho que la ascension recta de un astro es la hora sideral de su paso por el meridiano; en consecuencia, viendo cuál es esta ascension recta para una estrella dada en los planisferios, se tiene la hora sideral; pero si se desea tener la hora média, habrá que hacer la conversion por medio de la AR. $\odot_m$ el dia propuesto, restando esta AR$\odot_m$ de la ascension recta de la estrella, agregándole 24^h si es necesario y quitando á la diferencia 10^s por cada hora, lo que dará el tiempo medio pedido.

Si queremos la hora média del paso meridiano de Aldebaran, el 2 de Diciembre de 1878, tendremos

Ascension recta de la estrella.....	$4^h\ 29^m$
AR. $\odot_m$.....	16 46
Diferencia.....	11 43
Correccion 10^s por hora.....	2
Hora média del paso.....	11 41

Con esta hora se puede completar el problema anterior como quedó indicado, resultando entonces $9^h\ 24^m$ y $13^h\ 58^m$ para las horas médias en que Aldebaran pasa por el primer vertical al Este y el Oeste de México el 2 de Diciembre. No debe olvidarse que el tiempo astronómico se cuenta desde 0^h á medio dia,

siguiendo la numeracion despues de 12^h á 13, 14.... hasta 24 ó 0^h del dia siguiente; de manera que en nuestro ejemplo $13^h\ 58^m$ de tiempo medio astronómico el dia 2 es lo mismo que la $1^h\ 58^m$ de la mañana del dia 3 civil, ó las $1^h\ 58^m$ A. M. (ante-meridiana.)

Para juzgar del estado general del cielo en ese dia á las $11^h\ 41^m$ P. M. (post meridiana), ó de la noche de tiempo medio en que Aldebaran pasa por el meridiano, no habrá más que examinar uno de los planisferios: las estrellas que tengan las mismas ascensiones rectas pasarán á la misma hora del lado en que estén en ellos, las del Oriente se elevarán hácia el meridiano, y las de Oeste bajarán hasta ocultarse debajo del horizonte: sabiendo las ascensiones rectas y declinaciones de los diversos planetas, se formará idea de las constelaciones en que se encuentran y se sabrá del mismo modo la posicion de la luna, pudiendo hallarse la hora aproximada de su paso meridiano como sigue:

Se encontrará primero su edad por la regla sencilla de sumar la epacta que tiene un valor constante para todo un año, con la fecha del mes y con el número de meses corridos, contados desde Enero para Enero y Febrero, y desde Marzo, de Marzo en adelante; quitando 30 de la suma, el resíduo será la edad de la luna; multiplicando entonces la edad de la luna por $50^m\ 5$ que es el retardo diario medio en su paso meridiano, y sumándolo á la hora del medio dia 0^h que es la hora aproximada en que el sol y la luna pasan por el meridiano en la conjuncion, se tiene tambien aproximadamente el paso de la luna.

Para el 2 de Diciembre de 1878, por ejemplo, se tiene para la edad de la luna:

Epacta.....	26
Fecha del mes.....	2
Meses corridos desde Marzo.....	10
Suma.....	38
Quitando.....	30
Edad de la luna.....	8

multiplicando 8 por $50^m\ 5$ se tiene $404^m = 6^h\ 44^m$ que es la hora média aproximada del paso por el meridiano.