

emisión sea la luz de las estrellas igualmente blanca. Los colores con que aparecen á nuestra vista deben, por consiguiente, producirse por ciertos cambios que la luz sufre después de su emisión y durante su trayecto. Es por otra parte evidente que, si las líneas oscuras de absorción son más numerosas ó están más acentuadas en algunas partes del espectro con preferencia á otras, en este caso los colores particulares de estos puntos ofrecerán un tono más bajo y apagado, y siempre aparecerían relativamente más débiles que en las regiones del espectro en donde las líneas de absorción son mucho menos numerosas. Mientras que de este modo se extinguirán en el espectro ciertos colores particulares, los que persisten, como no sufren modificación alguna, aparecen más brillantes y dan sus propias tintas á la luz de la estrella, originalmente blanca.

El espectro de Sirio, estrella conocida universalmente como una de las más blancas y hermosas del cielo, se representa en la fig. 195; como debiera esperarse, los espectros de estas estrellas son notables por la carencia de grupos de bandas intensas de absorción. Las líneas oscuras que atraviesan el espectro coloreado, aunque muy numerosas y con una sola excepción, igualmente distribuidas en todos los colores, son en extremo finas y delicadas, y por lo tanto, demasiado débiles para afectar la blancura original de la luz. La única excepción consiste en cuatro líneas gruesas simples, una de ellas que corresponde á la C de Fraunhofer, otra á la F, mientras que la tercera cae muy cerca de G, lo cual, como ya hemos manifestado, indica con certidumbre la presencia del hidrógeno.

Si se compara este espectro con el de una estrella anaranjada, verbigracia, la mayor de las dos que componen el grupo *alfa* Herculis, aparece claramente la diferencia entre ambos espectros, pues el verde, azul y hasta los colores rojos en este espectro se encuentran debilitados por grupos de bandas oscuras muy intensas, mientras que los rayos anaranjados y amarillos conservan casi su intensidad original y predominan, por tanto, en la luz de esta estrella.

Después de vencer grandes dificultades, obtuvieron Huggins y Miller el mismo resultado de la observación de una estrella doble telescópica y muy débil; de la bien conocida estrella *beta* del Cisne. En un gran anteojo contrastan de un modo muy notable y hermoso los colores de estas estrellas; el de la una anaranjado, y el de la otra azul, pero más débil. En la estrella anaranjada se observan las líneas oscuras más fuertes, y en grupos más apretados en el azul y el violeta; la región anaranjada del espectro, que comparativamente está libre de bandas, da el color predominante á la luz. En la delicada compañera azul, el grupo más fuerte de líneas se encuentra en el amarillo, naranja y parte del rojo; de modo que habría que esperar, como sucede, el predominio del azul en la luz de esta estrella, y debiéramos verla del tono producido por la mezcla de los colores que subsisten después de la absorción de los rayos mencionados de la luz blanca.

Los colores de las estrellas se producen, sin duda alguna, por los vapores de ciertas substancias que contienen en sus atmósferas respectivas; y como la constitución química de la atmósfera de una estrella depende de los mismos elementos de que la estrella se componga y de su temperatura, sería posible averiguar las principales materias constituyentes de estos pequeños mundos teles-

cópicos, si la posición de las líneas oscuras de absorción se determinara con toda escrupulosidad, ó si se pudieran comparar estas líneas con las espectrales de los elementos terrestres.

Entre las estrellas fijas se encuentran algunos ejemplares cuyo brillo varía de tiempo en tiempo en comparación con los astros inmediatos; su luz aumenta ó disminuye y alterna en algunos casos desde la de una estrella de primera magnitud hasta la invisibilidad completa; en unas tiene lugar este cambio de un modo constante, con lentitud y perfecta regularidad en la disminución de su brillo; otras aumentan y disminuyen casi de un modo repentino.

Estas estrellas, que ya conocemos, se llaman variables, y el tiempo transcurrido entre dos épocas sucesivas de mayor esplendor, período de variabilidad. El descubrimiento de estos objetos es de fecha muy reciente, y los antiguos astrónomos sólo nos dejaron alguna memoria incierta de varias estrellas que ya desaparecieron, de modo que no podemos encontrarlas en su puesto.

Este estudio lo han cultivado con gran afición muchos y muy distinguidos astrónomos de la época presente, como Argelander, Secchi, Hind, Heis, Schmidt, Schoenfeld, Arrest, Webb, Birmingham y otros muchos, con cuyos trabajos se ha reunido tal número de hechos, que con ellos se ha podido formar un cuerpo de ciencia precisa, que en unión con la espectroscopia nos revelará, sin duda alguna, el misterio que encierran estas maravillosas variaciones y apariciones.

La siguiente tabla indica las variaciones que presentan algunas estrellas variables del período regular:

Estrellas	Variación de brillo de		Período de variabilidad
	de	á	
<i>Eta</i> Argus.	1. ^a magnitud	4. ^a magnitud	46 (?) años
R Cephei.	6. ^a »	11. ^a »	73 (?) »
R Cassiopeæ.	5. ^a »	menos 14 »	428,9 días
<i>Omicrón</i> Ceti.	1. ^a ó 2. ^a »	9. ^a 1/2 »	331,3363 »
S Cancri.	8. ^a »	10. ^a 1/2 »	9,485 »
<i>Beta</i> Persei.	2 1/2 »	4. ^a »	2,867 »

De todas las estrellas variables, *omicrón* Ceti ó Mira de la Ballena es quizás la más interesante, puesto que en su brillo máximo iguala á las estrellas de primera ó segunda magnitud; de interés nada inferior es *beta* Persei, que en dos días y 13 1/2 horas brilla con el esplendor de una estrella de segunda magnitud, y luego súbitamente decrece su luz, llegando en tres horas y media á ser como la de una estrella de cuarta magnitud; aumenta de nuevo su esplendor y en un período análogo de tres horas y media alcanza su brillo primitivo. Todos estos cambios se verifican regularmente en el espacio de tres días escasos, en cuyo tiempo la estrella permanece siempre visible á la simple vista.

¿De dónde proviene esta modificación de la luz de las estrellas? Zöllner, con gran perspicacia y apoyándose en numerosas observaciones de estos cambios de brillo, presenta una explicación bien sencilla, suponiendo que la causa reside en la configuración y distribución de las masas oscuras de escorias, que se

forman en el líquido caldeado al rojo del cuerpo estelar en proceso ó vía de enfriamiento, y que á consecuencia de la rotación de la estrella sobre su eje y de la fuerza centrífuga de esta suerte originada, tomarán determinados rumbos en la superficie de la estrella, de un modo análogo á lo que se observa en los mares terrestres con los grandes témpanos que descienden de las regiones boreales.

A consecuencia de este particular movimiento relativo, las masas oscuras de escoria se dispondrían por sí mismas en un orden determinado, produciendo en la superficie de la estrella una distribución desigual de la materia candente luminosa. Si esta distribución tuviera lugar del modo que imagina Zöllner y se representa en la fig. 196 y la masa líquida brillante se dirigiese como indican las flechas en la dirección de *a* y *b*, ó en contra de la rotación de la estrella, del propio modo que las corrientes polares de nuestra Tierra, y fuesen detenidas en su curso por el banco ó bajo de escorias, entonces el cambio de brillo de su luz y su aparición periódica á cada revolución sobre el eje pueden explicarse sin gran esfuerzo.

Otros creen, por el contrario, con Stewart y Klinkerfues, que las estrellas variables son sistemas binarios muy estrechos, y que una de las componentes, la que gira, ya sea cuerpo obscuro, ó incandescente y gaseoso, ó también una masa fluida candente, produciría al pasar por delante del astro central, ora un eclipse parcial, bien una absorción atmosférica de la luz, como con frecuencia ocurre en nuestro propio sistema planetario.

Es en extremo instructivo considerar cómo estas distintas teorías han sido modificadas por el análisis espectral. Si el cambio periódico en el brillo de la estrella se debe á una modificación de su constitución física ó á la interposición de un cuerpo obscuro y opaco, ó si el cuerpo interpuesto, obscuro ó luminoso se encuentra rodeado por una atmósfera absorbente, todo ello se demostraría por las alteraciones del espectro, que consistirían en un aumento de las líneas de absorción, que se observan principalmente en el período de menor brillo.

Secchi, Huggins, Miller, consagraron mucho tiempo á estudios de esta naturaleza, y los dos últimos observadores notaron que en el espectro de Betelgeuze (*alfa* Orionis), número 2 de la lámina de la página 323, en febrero de 1866, cuando la estrella se hallaba en su esplendor máximo, se perdió un grupo de bandas oscuras, cuyo lugar exacto se había determinado escrupulosamente dos años antes, y correspondía al número 1.069,5 de la escala, en cuyo punto caía una raya negra.

También notó Secchi algunas modificaciones en una línea negra del espectro de la misma estrella en un período de mínimo esplendor; pero estas observaciones son todavía muy escasas y aisladas, para que se pueda deducir de ellas ninguna conclusión en lo respectivo á las dos hipótesis anteriores.

Observó Secchi que el espectro del núcleo de una mancha solar presenta una estrecha semejanza con el que dan varias estrellas rojas, como *alfa* Orionis (Betelgeuze), *alfa* Scorpii (Antares), *alfa* Tauri (Aldebarán), *omicrón* Ceti (Mira). Una serie de bandas oscuras de las que se ven en el espectro de Betelgeuze se pueden observar en el número 2 de la citada lámina, las que también se encuentran en el espectro de las manchas solares, de igual modo que en el de las estrellas indicadas, lo que nos induce á creer que el color rojo de

estas estrellas proviene de la misma causa que produce las bandas de absorción en el espectro de las manchas solares.

Como casi todas estas estrellas son variables, es muy probable que también tengan manchas que se manifiesten en períodos regulares, del mismo modo que las manchas del Sol. El período de variabilidad de la ley dependería, pues, del período de formación de las manchas, de igual manera que aparece nuestro Sol como una estrella variable, en la que el período de variación de la luz coincide con el de frecuencia de las manchas.

Estos hechos nos sugieren varias reflexiones acerca de nuestro lumínar. El Sol es, pues, una estrella variable; las variaciones undecenales de sus manchas y de las protuberancias ó erupciones prueban que su actividad no es constante y que por ello debe variar asimismo en la intensidad de su luz. Pero la evaluación directa de esta variabilidad y de su límite no es posible establecerla. La luz no se puede medir con precisión y la magnitud de las manchas no prueba que aquélla sea menor cuando son muy numerosas, porque aunque se demostrase que en las manchas hay menos luz y una temperatura más baja, la mayor intensidad de las partes luminosas puede compensar la que falta en las regiones oscuras, lo cual es muy probable atendiendo á su mayor actividad, por completo demostrada en las épocas de manchas.

Entre las estrellas variables pudiéramos colocar también las que de vez en cuando, pero á intervalos muy largos, aparecen repentinamente en el cielo y desaparecen otra vez después de un período mayor ó menor, y que siempre excitan el más vivo interés, no sólo por lo raro de su aparición, sino por las tremendas revoluciones del espacio que anuncia su presencia.

¿Debemos creer que estas estrellas *nuevas* son, en efecto, creaciones repentinas, como suponía Tycho-Brahe, y que las que han desaparecido se han aniquilado y destruído en realidad? ¿Podemos suponer con Riccioli que estos cuerpos celestes son luminosos por uno de sus lados nada más, y que por una semirrevolución súbita que en un momento dado les imprime el Creador, vuelven á nosotros su mitad brillante?

Las observaciones recientes han quitado todo su valor á la primera suposición, pues se ha probado, con auxilio de las cartas celestes, que existía con anterioridad una pequeña estrella en el mismo lugar precisamente en que apareció y se inflamó la estrella efímera; la otra opinión es demasiado absurda para que se pueda refutar seriamente.

Si, por lo tanto, la inflamación repentina de una estrella en el cielo no indica la creación de un astro nuevo, ni su desaparición gradual su aniquilación completa, podemos suponer con algunos visos de probabilidad que ambos fenómenos son los efectos sucesivos de una violenta conflagración que tiene lugar en la estrella, ora en forma de erupción de la materia líquida y candente del

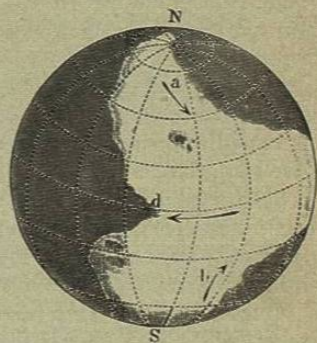


Fig. 196. — Teoría de la modificación de la luz de las estrellas, según Zöllner.

interior y su derrame ó inundación por la superficie, ó bien de la ignición de las gigantescas corrientes de gas que desde el interior buscan su salida.

Así como semejante suceso debe elevar la estrella á un estado de incandescencia extrema, obligándola á emitir una luz intensísima por algún tiempo, de igual manera el enfriamiento subsiguiente á esta combustión debe producirse con más ó menos rapidez, disminuyendo su brillo en consecuencia con rápida progresión, hasta que en determinadas condiciones deje la estrella de ser visible.

Afortunadamente para la ciencia, han tenido lugar en estos últimos años varias apariciones de estrellas nuevas, en épocas en que el análisis espectral estaba ya al servicio de los astrónomos. En la noche del 12 de mayo de 1866, una estrella nueva, de brillo superior á las de segunda magnitud, fué observada en Tuam por Birmingham, en la constelación de la Corona Boreal; á la noche siguiente la columbró en Rochefort el ingeniero francés Courbebaiss, y también pudo percibirla unas cuantas horas antes el doctor Julio Schmidt, director del Observatorio de Atenas, quien afirma que la nueva estrella no podía ser visible antes de las once de la noche del 12 de mayo, pues él mismo estuvo observando con su buscador de cometas la estrella R de la Corona, y al investigar en sus inmediaciones por algún tiempo, no hubiera dejado de columbrarla si hubiese sido visible. En la misma noche (13 de mayo) decreció sensiblemente la luz del nuevo luminar, y el 16 de mayo era comparable á una estrella de 4.^a magnitud; desde esta fecha comenzó á desvanecerse rápidamente desde 4,9 el 17 á 5,3 el 18, y de 5,7 el 19 á 6,2 el 20, hasta el extremo de que á fines del mes sólo aparecía como de 9.^a magnitud.

Que la estrella no era nueva lo indicó Schmidt, pues la halló en el *Durchmusterung des nördlichen Himmels* de Argelander con el núm. 2.765 en $+25^{\circ}$ de declinación. Argelander observó esta estrella el 18 de mayo de 1855 y el 31 de marzo de 1856, y en ambos casos la clasificó entre la 9.^a y la 10.^a magnitud.

Informado Huggins del descubrimiento el 14 de mayo, al día siguiente, 15, en unión con Miller, comenzó á estudiar el espectro de la estrella, en época en que su brillo no era inferior en mucho á la 3.^a magnitud. El espectro de esta estrella era muy notable y mostraba claramente que existían dos focos distintos de luz, cada uno de los cuales producía un espectro aparte; la cinta espectral estaba formada, en efecto, por dos espectros superpuestos é independientes; uno de ellos continuo y cruzado por líneas negras, semejantes á las que exhiben el Sol y otras estrellas, al paso que el segundo constaba de *cuatro líneas brillantes*, que por su extremado brillo se destacaban de un modo marcadísimo sobre el fondo oscuro del primer espectro.

El espectro principal atravesado por líneas oscuras indicaba la presencia de una fotoesfera de materia incandescente, probablemente sólida ó líquida, rodeada de una atmósfera de vapores más fríos, que por absorción producen las rayas negras. Este espectro de absorción contenía unas bandas oscuras muy fuertes, de menor refrangibilidad que la línea D del espectro solar; un grupo de líneas finas se hallaba muy inmediato á D. Hasta este punto la constitución de este objeto era análoga á la del Sol y las estrellas; pero la estrella nueva presentaba también un espectro formado por líneas brillantes que denotaban la pre-

sencia de una segunda fuente de luz, que por la naturaleza del espectro era indudablemente un gas en extremo luminoso.

Huggins comparó el espectro de la estrella el 17 de mayo con el espectro del gas hidrógeno producido por medio de la chispa de inducción á través de un tubo de Geissler, y halló que dos de las líneas estelares más fuertes coincidían con la azul verdosa (H *beta*) del gas hidrógeno. Aparentemente también, la línea γ en el rojo coincidía con la H *alfa* del mismo gas; pero debido á la falta de brillo de la línea, no pudo averiguarse la coincidencia con igual grado de certidumbre. El extremado brillo de estas líneas, comparado con las partes del es-

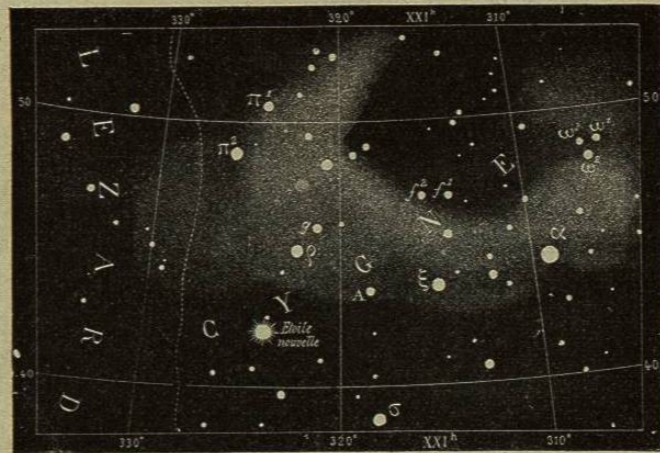


Fig. 197. - Posición de la estrella efímera del Cisne, según las observaciones de Schmidt
Magnitud de la estrella el 24 de noviembre de 1876

pectro continuo en donde aparecían, probaba que el gas luminoso tenía una temperatura superior á la de la fotoesfera de la estrella.

La estrella efímera de 1876 apareció en la constelación del Cisne, y en ningún catálogo se registraba astro alguno en tal situación; era, pues, una estrella nueva. Pronto, sin embargo, comenzó á apagarse, y el 5 de diciembre era de 5.^a magnitud.

El 2 de diciembre la analizó M. Cornu con el espectroscopio, y pudo observar en brevísimo tiempo, pues las condiciones atmosféricas eran muy desfavorables, que el espectro estaba formado en gran parte por líneas brillantes, y por consecuencia, provenía de un vapor ó gas incandescente. Algunos días después, y mejorado el tiempo, continuó sus estudios; el espectro de la estrella se componía de cierto número de líneas brillantes que se destacaban sobre una especie de fondo luminoso, interrumpido casi completamente, entre el verde y el añil; de modo que, á primera vista, parecía el espectro compuesto de dos partes separadas. Señaló, ocho líneas brillantes que correspondían al hidrógeno, sodio, *helio* de la cromoesfera, magnesio y á la de la corona.

En resumen, la luz de la estrella poseía, al parecer, exactamente la misma

composición que la envoltura del Sol llamada cromoesfera; tales son las palabras de Cornu.

Vemos, pues, que los espectros de estas dos estrellas contemporáneas son semejantes, y que presentan líneas luminosas, lo que indica que en ellas tienen lugar varios incendios. Enlazando estos hechos con lo repentino de las apariciones luminosas de las estrellas y su rápido descenso desde la primera ó segunda magnitud, hasta la octava ó novena, han pretendido varios astrónomos establecer la hipótesis de que á consecuencia de alguna convulsión interna se desprenden cantidades enormes de hidrógeno y varios gases que, en combinación con otros elementos inflamados en la superficie de la estrella, envuelven todo el cuerpo súbitamente en un océano de llamas. El gas hidrógeno inflamado, en su combinación con algún otro elemento, producía la luz caracterizada por las dos bandas brillantes, del rojo y el verde; las demás líneas brillantes, entre las cuales habría que suponer alguna del oxígeno, no se vió que presentaran la menor coincidencia con las rayas de este gas; el hidrógeno incandescente debiera de haber aumentado también, y en proporción considerable, la temperatura de la materia sólida de la fotosfera, adquiriendo ésta mayor incandescencia y luminosidad, lo cual puede explicar cómo la primera estrella débil hubiera adquirido tan repentinamente brillo tan extraordinario. Al agotarse el gas hidrógeno puesto en libertad, se apagaría la llama de un modo gradual, y con el enfriamiento subsiguiente de la fotosfera se haría menos luminosa, volviendo la estrella á su primitiva condición.

En contra de esta hipótesis, se ha dicho que un desarrollo súbito de hidrógeno, en cantidad suficiente para dar lugar al fenómeno de la inflamación de la estrella, es un suceso poco probable; á lo cual puede agregarse que el espectro de estas estrellas no era de hidrógeno *incandescente*, sino *luminoso*. Meyer y Klein dicen, por lo tanto, que el esplendor repentino de una estrella pudiera deberse á la precipitación violenta de alguna gran masa, como un planeta, sobre una estrella fija, con lo cual la fuerza viva se convertiría en movimiento molecular, ó en otras palabras, en calor y luz.

No debemos de olvidar que la luz, aunque mensajero rapidísimo, necesita, sin embargo, algún tiempo para franquear la distancia que nos separa de la estrella; la velocidad de la luz es de 75.000 leguas por segundo y la distancia de la más próxima de las estrellas fijas (*alfa Centauri*) es de más de seis millones de millones de leguas, de modo que su luz tarda en recorrerlas unos cuatro años y medio. La gran convulsión física que se observó en la estrella de la Corona en 1866, fué por tanto un suceso que en realidad tuvo lugar antes de esa fecha, en una época, á no dudar, en que el análisis espectral, al que debemos las noticias que tenemos sobre el problema, era por completo desconocido.

El P. Secchi descubrió, al examinar con el espectroscopio la estrella variable R Geminorum, que su espectro indicaba líneas brillantes del hidrógeno, que aparecían del mismo modo en el espectro de la estrella efímera T Coronæ borealis. La estrella daba además otras bandas brillantes, de las que la más notable coincidía con las bandas oscuras de *alfa Orionis*; un grupo caía en el verde (b) y se debía probablemente al magnesio, otro en el amarillo y correspondía al parecer, ó á la línea del sodio, ó á D₃ de las protuberancias solares. Las observaciones

se efectuaron cuando la estrella había alcanzado su brillo máximo, en poco superior á la séptima magnitud; el gran interés que entraña este fenómeno, especialmente en cuanto á la aparición de las mismas líneas brillantes que caracterizan las protuberancias solares, hace que estas observaciones se prosigan durante todo el período de variabilidad, en cuanto lo permite la potencia luminosa del astro.

En las páginas anteriores explicamos el principio que, aplicado al análisis espectral, nos permite en determinadas circunstancias averiguar, por la dislocación de las líneas del espectro de una estrella, si se acerca á nosotros, ó si se aleja, y también la velocidad de su movimiento; demostramos que la dislocación de una de las líneas del espectro hacia el violeta indicaba que la longitud de la onda se acortaba en su trayecto hacia la Tierra, y por lo tanto, que la estrella se acercaba á nosotros; la dislocación hacia el rojo indica, por el contrario, que las ondas etéreas se han alargado y que la estrella, por consiguiente, se aparta de nuestro globo.

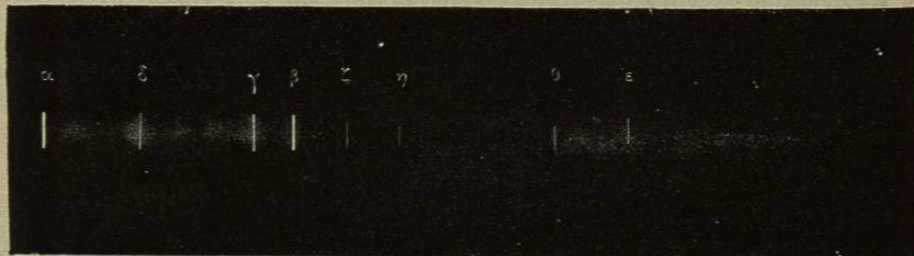


Fig. 198. - Espectro de la estrella efímera del Cisne, según las observaciones y medidas de Cornu

El P. Secchi, que fué el primero en ocuparse de este género de investigaciones, dirigió su anteojo á Sirio, colocando de tal manera el prisma del espectroscopio, que la línea F coincidiese exactamente con la imagen directa de la estrella; volvió luego el instrumento á otra estrella fija del mismo tipo, en el que también era visible la línea F, y observó su espectro muy escrupulosamente, para averiguar si esta raya coincidía asimismo, ó mostraba alguna dislocación; su instrumento, empero, no era adecuado para estos estudios tan prolijos, y los resultados obtenidos no fueron decisivos.

Con auxilio de instrumentos más delicados y un aparato mejor y más propio para estas medidas, comenzó y realizó Huggins una investigación muy completa sobre este asunto. Por medio de una serie de observaciones preliminares estableció primero qué línea oscura muy marcada, que aparecía en el espectro de Sirio, correspondía con la del hidrógeno H *beta*; con tal objeto comparó la línea oscura de esa estrella, del modo corriente y usual, con la línea H *beta* del espectro del hidrógeno, formado por un tubo de Geissler, que coincide con la línea F de Fraunhofer del espectro solar, y también con la línea H *beta* del mismo hidrógeno á la presión atmosférica.

De la posición de estas tres líneas en relación con la de Sirio y con ellas mismas resulta lo siguiente. Al paso que las líneas de comparación coinciden exacta-

mente, *la raya de Sirio está ligeramente dislocada hacia el rojo*; como esta línea de Sirio aparece más ancha que la brillante del hidrógeno *H beta*, lo cual ocurre siempre con esta línea cuando el gas se halla sometido á cierta presión, es de suma importancia determinar si la expansión de la línea *H beta* del hidrógeno, sujeta á determinada presión, aparece en ambos lados igualmente, ó de un modo desimétrico.

En el primer caso, es obvio que la posición de la línea de Sirio no puede considerarse como una dislocación producida por el movimiento, sino meramente como una expansión que se presenta en uno solo de los lados; en el segundo caso, la línea brillante *H beta* debe caer exactamente en la mitad de la ancha línea de Sirio, si sólo es producida por expansión, sin que se haya verificado dislocación alguna al mismo tiempo. Halló Huggins, empero, en conformidad con las investigaciones de Lockyer y Frankland, que cuando la línea *H beta* del hidrógeno se ensancha á causa del aumento en la densidad del gas, este ensanchamiento tiene lugar siempre á entrambos lados con igualdad, y en el centro de la línea conserva su posición. Es probable que la expansión de la línea de Sirio tenga un origen semejante, pero al propio tiempo no puede haber duda de que *toda la línea sufre una dislocación hacia el rojo en comparación con la línea del hidrógeno terrestre*.

Esta dislocación fué escrupulosamente medida por Huggins, quien halló que la línea F del espectro de Sirio importaba en la fecha de la observación, próximamente, la cuarta parte de la distancia que hay entre D_1 y D_2 . La diferencia entre las longitudes de onda de estas dos líneas D es, según algunos, de 6 millonésimas de milímetro; la dislocación de la línea F en el espectro de Sirio corresponde, por lo tanto, á un aumento en la longitud de onda de 0,109 ó 0,15 millonésimas de milímetro. Si se acepta que la velocidad de la luz sea de 75.000 leguas por segundo, y la longitud de onda de la luz de la línea F de 486,50 millonésimas de milímetro, en este caso la dislocación observada en la línea de Sirio indica que esta estrella se aleja de la Tierra con una velocidad de

$$\frac{75\ 000 \times 0,109}{486,50}$$

que son unas 17 leguas por segundo.

La Tierra juega algún papel, sin duda alguna, en la rapidez de este movimiento; en su circuito anuo en torno del Sol cambia el sentido del movimiento de nuestro globo á cada instante, y hay dos posiciones en la órbita separadas entre sí 180° , en las que la dirección del movimiento coincide con la visual de Sirio. En uno de estos lugares se acerca la Tierra á la estrella y en el otro se separa, mientras que en otros dos puntos de la órbita distantes 90° de los primeros, el movimiento de la Tierra se efectúa en ángulo recto con la visual de la estrella, y por consecuencia, no ejerce el menor influjo sobre la refrangibilidad de los rayos.

En la fecha en que Huggins llevó á cabo estas investigaciones respecto de la línea de Sirio, se movía la Tierra en su órbita, en sentido opuesto á la estrella, con una velocidad de 5 leguas por segundo: quedaban, pues, para el movimien-

o propio de Sirio, en sentido contrario al de nuestro globo, unas 11,8 leguas.

Prosiguió Huggins sus investigaciones respecto de otras estrellas, y pudo convencerse de que para análisis tan delicados eran insuficientes los medios de que disponía; en consecuencia, la Sociedad Real de Londres puso á su disposición un refractor paraláctico de 37 centímetros de diámetro, provisto de todos los accesorios más delicados y precisos que se emplean en este género de observaciones.

Según sus nuevos estudios, Sirio se aleja de la Tierra con una velocidad de 7 leguas por segundo, nada más; Betelgeuze se acerca á nosotros 5 leguas por segundo de tiempo, Rigel 4, Régulo 7, Castor 4; las estrellas *beta*, *gamma*, *delta*, *epsilon*, *zeta*, etc., de la Osa mayor, se acercan también; Arcturo 14 leguas por segundo, Wega 12, *alfa* del Cisne 10, *alfa* de la Osa mayor 15; *gamma* del León, *epsilon* de Bootes, *alfa* de Pegaso, *alfa* de Andrómeda y otras muchas se aproximan asimismo á la Tierra.

Mas apenas se publicaron estos resultados de Huggins, se observó que eran contrarios á los últimos del P. Secchi, lo que creaba cierta dificultad; Vogel se ocupó también de este asunto y halló en algunas estrellas resultados conformes con los del sabio jesuita, y en otros casos desemejantes.

Recordando que al emplear el número necesario de prismas para producir un espectro estelar de largo suficiente, se debilita tanto la luz que la comparación exacta de las líneas oscuras de la estrella con las brillantes de los elementos terrestres es de una dificultad extremada; y si además se tiene presente que muchas bandas oscuras del espectro estelar están mal definidas en sus cantos y que la raya F del espectro de Sirio es algo débil y de anchura variable, no debemos de tener una confianza absoluta en los resultados de estas observaciones.

En el Observatorio de Greenwich, modelo de esta clase de establecimientos, se repitieron algunas de las mediciones de Huggins á que antes hicimos referencia, y se obtuvo para Wega una velocidad de 5 leguas escasas, y para varias estrellas movimientos negativos, esto es, de recesión; el del Aguila era muy incierto y el de *alfa* de Pegaso de 5 leguas. Las estrellas, *beta*, *gamma*, *delta*, *epsilon* y *zeta* de la Osa mayor se alejan con una velocidad de 8 leguas por segundo, mientras que *alfa* y *eta* se aproximan. Siendo estos resultados contrarios á los que con frecuencia se obtuvieron en el mismo Observatorio y para las mismas estrellas, como manifiestan los cuadros publicados por el Director, y la enorme aberración entre unas y otras observaciones, creyó el P. Secchi que en este punto pudiera existir algún error sistemático.

Emprendió con este motivo una investigación concienzuda sobre las causas de error que pudieran ocurrir en este género de observaciones; el P. Secchi, aun antes de terminar por completo sus trabajos sobre este punto difícil, creyó poder asegurar que muchas de estas desviaciones consistían en verdaderos defectos del instrumento. Después de los estudios del ilustre jesuita, repitió Christie las observaciones en Greenwich, y en un todo se halló conforme con Huggins. Langley también confirmó algunos de estos resultados respecto de la rotación del Sol; pero, á pesar de todo, aún hay motivo para dudar tratándose de cantidades tan sumamente pequeñas.

Para demostrar que con esto no exageramos las dificultades, diremos que el

espectroscopio indicaba que el famoso cometa de Coggia, de 1874, se acercaba á la Tierra con una velocidad de 18 leguas por segundo, y que en realidad resultó ser sólo de 9.

Vamos ahora á ocuparnos del análisis espectral de los cuerpos más lejanos que se conocen, de las regiones de los conglomerados de estrellas y de las nebulas que sólo se perciben con el auxilio de los telescopios más poderosos. Cuando se observa la celeste bóveda con un antejo de mediano poder óptico, se perciben muchas nebulosas y cúmulos estelares que se destacan sobre el fondo obscuro del cielo, que á primera vista se tomarían por nubes pasajeras, pero que por la permanencia de sus formas se demuestra que son cuerpos celestes, aunque de carácter muy distinto del de los puntos luminosos llamados estrellas. Herschel pudo con su gigantesco telescopio de 14 metros resolver muchas de estas nebulosas en cúmulos de estrellas que sólo eran grupos de soles individuales, en los que se podían separar y contar claramente millares de estrellas fijas, pero que distan tanto de nosotros que no nos es posible percibir el espacio que media entre ellas, por más que sea en realidad de varios millones de leguas, y su luz, con una mediana amplificación, parece que proviene de una masa débilmente luminosa.

Pero todas las nebulas, y el lector ya lo sabe, no se resuelven con el telescopio, y á medida que las nebulosas anteriores se convertían en estrellas, aparecían otras nuevas que resistían á un poder de 6.000, sugiriendo á su profundo investigador la teoría de que además de los millares de nebulas aparentes que se revelan á nuestra vista como sistemas de mundos separados y completos, hay todavía miles de nebulas reales en el universo, compuestas de la primitiva materia cósmica, de la que habían de formarse los mundos futuros.

Lord Rosse, por medio de su telescopio de 17 metros de distancia focal, construido con sus propias manos, pudo resolver en estrellas muchas de las nebulas que resistieron á la potencia del instrumento de Herschel; pero en este caso también aparecieron nuevas nebulosas superiores al poder del inmenso telescopio.

Los telescopios, pues, no bastan para zanjar la cuestión y averiguar si las nebulas irresolubles son ó no porciones de la primitiva materia de que se formaron las estrellas existentes; en este punto nos dejan en la mayor incertidumbre, y por su medio no podemos saber si estas nebulas son masas de gas luminoso, que en el curso de los tiempos pasan por los varios estados de líquidos incandescentes (el Sol y las estrellas fijas), de escorias, ó formación gradual de superficies frías y no luminosas (la Tierra y los planetas), y finalmente de congelación completa (la Luna), ó si existen como sistemas de mundos distintos y perfectos; los telescopios sirvieron para plantear el problema sin simplificarlo ni resolver sus dificultades.

El misterio que no alcanzaba á revelarnos la potencia de los telescopios más poderosos lo ha descubierto el instrumento, insignificante en la apariencia, pero en realidad muy delicado y de sensibilidad casi infinita, que llamamos espectroscopio; á este modesto aparato debemos el saber con certidumbre que en la época presente existen nebulas luminosas como cuerpos aislados en el espacio, y que estos cuerpos son masas de gas luminoso.

Debemos recordar aquí otra vez que el carácter del espectro, no sólo indica cuál es la substancia que emite la luz, sino también su estado físico. Si el espectro es continuo y se compone de rayos de todos los colores ó grados de refrangibilidad, en tal caso el foco luminoso es un cuerpo sólido ó líquido en incandescencia; si, por el contrario, se compone el espectro tan sólo de líneas brillantes, entonces es seguro que la luz proviene de un gas luminoso; finalmente, si el espectro es continuo, pero se halla cruzado por líneas oscuras que interrumpen los colores, esto es indicio de que el foco luminoso es un cuerpo sólido ó líquido incandescente, pero que su luz ha pasado á través de una atmósfera de vapores de temperatura más baja, que por su poder electivo de absorción extrae los rayos coloreados que hubiera emitido el cuerpo si fuese luminoso por sí mismo.

Cuando Huggins dirigió por primera vez su tele-espectroscopio en agosto del

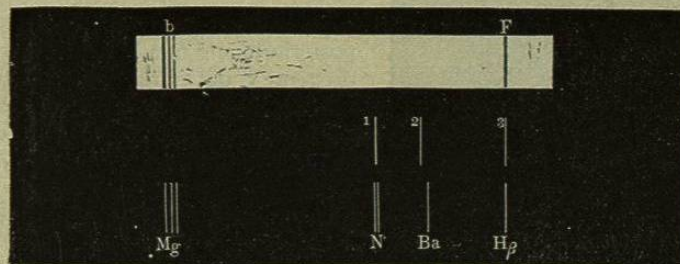


Fig. 199. - Espectro de una nebulosa, comparado con el del Sol y varios de los elementos terrestres

año 1864 á uno de estos objetos, que era la pequeña y brillante nebulosa 4.374 del Catálogo de Herschel, halló, con gran sorpresa, que el espectro, en vez de ser una banda continua coloreada como la de una estrella, consistía exclusivamente en tres líneas brillantes.

Esta sola observación bastó para zanjar la cuestión por tanto tiempo debatida, á lo menos respecto de esta nebulosa particular, y para probar que no es cúmulo de estrellas distintas y separadas, sino un cuerpo gaseoso dotado de luz propia; en suma, ese espectro sólo podría producirlo una substancia en estado de gas. La luz de esta nebulosa, por consiguiente, es emitida, no por cuerpos sólidos ó líquidos incandescentes, ni tampoco por gases en estado de extremada densidad, como sucede con el Sol y las estrellas, sino por un gas luminoso en estado sumo de rarificación.

Con objeto de descubrir la naturaleza química de este gas, siguió Huggins el método usual de comparación, y ensayó el espectro con las líneas de Fraunhofer y con las rayas brillantes de los elementos terrestres. La inspección de la figura 199 muestra de una ojeada el resultado de estas investigaciones. La línea más brillante (1) de la nebulosa coincide exactamente con la más nebulosa (N) del espectro del nitrógeno, que es doble. La línea más débil luminosa (3) también coincide con la azul-verdosa del hidrógeno H beta, ó lo que es lo mismo, con