

# DISCURSOS

LEIDOS ANTE

## LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS

EN LA RECEPCION PÚBLICA

DEL

SR. D. EDUARDO NOVELLA.



**MADRID:**

IMPRENTA Y LIBRERÍA DE DON EUSEBIO AGUADO. — PONTEJOS, 8.

1865.

# DISCURSO

DEL

SR. D. EDUARDO NOVELLA.

---

CONSIDERACIONES ACERCA DE LA NATURALEZA DEL SOL.



*Quanto riguarda il Ministro maggior della natura è si  
nobil soggetto, che niuna fatica può stimarsi maggior dell'  
impresa, nessun incomodo maggior del guiderdone.*

(SECCHI, SULLA ECCLISSE SOLARE DEL 1860.)

**Señores:**

**A**L presentarme ante vosotros para recibir el noble distintivo de esta Real Academia y cumplir lo preceptuado en sus estatutos, reconozco cual nunca la exigüidad de mis merecimientos para lograr tan alta honra; y aunque esta sincera confesion no baste á suplirlos ni aumentarlos, sea al menos el público testimonio de la gratitud que os debo por tan señalada distincion. No estrañareis, sin embargo, que aun apreciando como ninguno este puesto de honor, que llena sobradamente todas mis aspiraciones, mi satisfaccion no sea tan grande y completa como lo es la generosidad con que premiais la estricta observancia de mis deberes profesionales, porque si hombres de reconocido mérito, al ocupar este sitio, manifestaron desconfianza de sus propias fuerzas, ¿qué debo yo prometerme de mi escasa inteligencia? ¿Ni cómo he de estar satisfecho cuando temo no hallar medio de corresponder á

vuestra benevolencia, ya por falta de acierto para elegir asunto de lectura que interese, ó ya porque mi instruccion no alcance á tratarlo cual conviene á vuestra superior ilustracion? Mas como ni excusas ni temores desligan mi obligacion, ni salvan mi compromiso, para cumplirlo voy á presentaros algunas *consideraciones acerca de la naturaleza del Sol, deducidas de los fenómenos que se observan en sus eclipses totales*, y espero que las escuchareis con la indulgente atencion que caracteriza al verdadero saber.

Ardua en extremo y dificil parecerá la empresa que me propongo, máxime cuando se puede decir que aún no estan discutidos todos los datos últimamente recogidos, ni se conoce la opinion definitiva de los astrónomos mas reputados y competentes, que han terciado en el debate; pero tambien se convendrá en que es tentadora la ocasion que se me ofrece de sostener la opinion que aventuré al dar cuenta de mis observaciones en 1860, y no será dificil perdonarme el no haber resistido al deseo de discurrir ante vosotros sobre tan delicado asunto. ¿Dónde encontrar jueces mas competentes, auditorio mas ilustrado?

No se crea, sin embargo, que me considero el designado para revelar la constitucion fisica del Sol: no van tan alzadas mis pretensiones. Ni siquiera aspiro á que mi opinion añada valor alguno á la hipótesis que me parece mas aceptable; pero sí pretendo que se tomen en cuenta ciertas observaciones importantes, que han sido desatendidas ó desconocidas, y que se desvanezca la aparente confusion que reina en las diversas descripciones de un eclipse solar. Tambien me parece que no puede tacharse de impaciente al público que pregunte: ¿Qué ha sacado la Astronomía de las observaciones hechas en julio de 1860 con tanto aparato y precauciones? ¿Los grandes preparativos nacionales y extranjeros habrán servido solo para satisfacer la curiosidad de los astrónomos? ¿Deberá el mundo científico contentarse con algunas noticias esparcidas en las diversas relaciones donde cada observador refiere lo que ha visto?

Si tales fueran los únicos resultados de tan pretenciosas expediciones, ciertamente que no justificarian el empeño con que se emprendie-

ron, ni menos el poderoso apoyo que les prestaron los gobiernos de Europa, Africa y América. A mas alto fin debia encaminarse la concurrencia de tantos astrónomos como acudieron presurosos á fijar los detalles de un fenómeno que, por lo raro y fugitivo, necesita la cooperacion de muchos para suplir con el número y calidad de las observaciones la imposibilidad de la comprobacion.

Tan legítimas dudas quedarían plenamente satisfechas de un modo asequible á todos los amantes de las ciencias, fijando el estado de la cuestion antes de 1860, exponiendo lo que se hizo entonces, y deduciendo las consecuencias ó resultados ciertos que se obtuvieron de aquella memorable campaña científica: pero, aunque mi intencion es desarrollar este sencillo programa, conozco que no lo conseguiré, porque me falta ingenio para dar novedad é interés á tan delicada discusion, y tampoco tengo la suficiente erudicion para ocultar con floridas descripciones la natural aridez del asunto. En esta persuasion, y contando con que vuestro saber suplirá mis omisiones, me limitaré á presentaros con imparcialidad y sin alteracion los datos mas importantes que se deben tener presentes para comprender cuáles son todavía los puntos cuestionables; considerándome dichoso si llego á referir los hechos de modo que basten á fundar vuestro juicio, y sacar alguna consecuencia útil del enmarañado conjunto de las observaciones publicadas.

Mas permitidme que antes de continuar sienta con vosotros la pérdida del ilustrado Académico, cuyo puesto vengo á ocupar sin la pretension de llenarlo; y si posible fuera que olvidáseis al que con su talento y laboriosidad contribuyó á fundar esta Academia, yo os ayudaré á recordar la rectitud de sus juicios, la imparcialidad de sus decisiones, la prudencia de sus actos, y las demás virtudes que adornaban al Sr. D. Francisco Travesedo, en cuya muerte lloran las ciencias uno de sus mas fieles adeptos, la juventud un gran maestro, y la sociedad entera un acabado modelo del ciudadano, del sábio, y del padre de familia, circunstancias todas por las que su recuerdo vivirá siempre entre sus amigos. Contándome yo entre estos, y muy honrado por su

particular aprecio, faltaria á los impulsos de mi conciencia si no consignase aquí el testimonio de la alta consideracion que debo á la respetada memoria de mi ilustre antecesor.

Entre la variedad de fenómenos, que la esfera celeste presenta diariamente á la contemplacion del hombre, ninguno hay que excite en tan alto grado su atencion ni su curiosidad como los eclipses totales de Sol: motivo de susto para unos, de estudio para otros y de admiracion para todos, han sido siempre la piedra de toque donde se aquilatan las teorías astronómicas, demostrando á los mas incrédulos la verdad de sus predicciones, y recibiendo la sancion de la experiencia, supremo tribunal del mundo fisico. La imposibilidad de que un eclipse total de Sol pase desapercibido para ningun habitante de los que ocupan la zona terrestre cubierta por la sombra, la luz siniestra que precede á la totalidad, la ansièdad y recogimiento que infunden los instantes en que está velada la faz del Sol, y el natural regocijo que produce la reaparicion de la luz, son causas todas que justifican la importancia que de antiguo se viene dando á los eclipses solares, y que no ha decaido porque sean conocidas las causas que los producen, y sepan predecirse con toda exactitud.

Solo ha variado la clase de interés que inspira el fenómeno; pues si natural es que la desaparicion del Sol produjera espanto y consternacion en los pueblos que la presenciaban sin estar advertidos, figurándose que asistian á la agonía de la Tierra, natural es tambien que ahora se excite el entusiasmo público al solo anuncio de un eclipse próximo, deseando todos gozar del espectáculo que la naturaleza presenta en tan solemnes momentos, y del que las descripciones mas acabadas y perfectas dan una idea tan incompleta, que solo sirven para avivar la curiosidad.

En efecto, la belleza de un eclipse total, aunque formada por un conjunto de circunstancias especiales, que todas contribuyen á darle un aspecto imponente y sublime, es sin embargo una é indescomponible, tal que para conocerla es preciso sentirla. Empeñarse en pintar ó describir un eclipse es tanto como querer dar idea de los colores á un

ciego. Quanto mas minuciosas y detalladas son las descripciones, tanto mas se distrae la atencion con los pormenores, que espuestos sucesivamente, no basta un esfuerzo de imaginacion para reunirlos y representarse el conjunto del fenómeno. Y no se crea que por los eclipses parciales de Sol se puede venir en conocimiento de lo que es uno total, porque esto equivaldria á suponer que para tener idea del mar bastaria hacer abstraccion de los muros que cierran un gran estanque, ó considerar retirados estos límites hasta perderlos de vista. ¿Qué conexion tendria la idea formada así con la que produce la vista del mar? Pues la misma relacion hay entre los eclipses parciales y los totales: por muy pequeña que sea la parte del disco solar que quede visible, el eclipse, aunque interese, no sale de lo ordinario. Es preciso que desaparezca el último rayo de luz para que el fenómeno adquiera toda la magnificencia y esplendor que cautiva y domina á los espectadores, produciendo una sensacion intrasmisible.

Participando de estas convicciones, y ganosos de adelantar la ciencia, han procurado siempre los astrónomos observar todos los eclipses que se han visto en regiones accesibles á su respectiva situacion, emprendiendo viajes para aprovechar las circunstancias mas favorables; por lo que la historia registra, no solo las noticias de los eclipses antiguos, sino descripciones detalladas de los observados en el siglo anterior y principios del presente, sirviendo las unas para interpretar ciertas fechas dudosas, y comentándose las otras para apoyar algunas hipótesis. Pero como no es ahora cuestion del número de los eclipses observados con mayor ó menor exactitud, ni de lo que por este medio se haya perfeccionado su teoria, y como tampoco se ha de encontrar en las observaciones antiguas dato alguno cierto que conduzca á nuestro asunto, no hay para qué detenerse á enumerar las anteriores á 1842.

Entonces fue cuando, pasada la sorpresa que causó la aparicion de las protuberancias rojas, se planteó la cuestion que nos ocupa, y cuyo estado vamos á exponer. En vista de tales apariencias, poco atendidas antes, fue cuando se creyó que los eclipses solares eran una de las ocasiones mas favorables para conocer algo de la constitucion fisica del Sol,

y siendo solo bajo este aspecto como nos ocuparemos de ellos, claro es que desde aquella época data la historia de nuestro asunto. En la interesante discusion, que de las observaciones verificadas entonces hizo un sábio francés, mas célebre por sus descubrimientos físicos que por sus trabajos astronómicos, fué además donde quedó sentada la hipótesis de que los apéndices rojos eran objetos reales pertenecientes al globo solar, opinion que adquiere cada dia mas fuerza y estabilidad.

No siendo tampoco cuestionable la autenticidad de las observaciones antiguas referentes á fenómenos análogos á los vistos posteriormente, ni habiéndosele ocurrido á nadie pensar que solo ahora presentan los eclipses las circunstancias que tanto preocupan á los astrónomos, nos parecé inútil detenerse á consignar la fecha en que se vieron por primera vez; y seguros de no desperdiciar noticia alguna útil á nuestro propósito, vamos á tomar acta de lo ocurrido en 1842, no porque aquellas observaciones tuvieran por objeto el estudio del Sol, sino porque de ellas parten las investigaciones posteriores.

Animados en 1842 por la favorable estacion en que ocurrió el eclipse del 7 de julio, y por la belleza de los sitios desde donde podia verse, acudieron muchos astrónomos y aficionados á observarle, situándose unos en el Sur de Francia, otros en el Norte de Italia, y los demás en Austria. Todos iban provistos, segun costumbre, de los medios necesarios para notar con precision el momento de los contactos, y medir las distancias de cuernos, únicas observaciones cuyos resultados, comparados con los deducidos por el cálculo, dan la correccion de las tablas astronómicas, y de las que pueden sacarse consecuencias útiles para la Geografía superior.

Pero, no por llevar decidida intencion de apreciar con exactitud todo lo relativo á los movimientos, pensaban desatender las demás circunstancias dignas de notarse, como son el estudio de la aureola, la coloracion de la atmósfera, la máxima oscuridad, las variaciones de temperatura, y algunas otras que, aunque interesantes porque contribuyen á la belleza del fenómeno, no se someten fácilmente al cálculo, ni hasta ahora han servido mas que para distraer la atencion de los ob-

servadores, separándola de los verdaderos puntos de estudio, y para producir confusion en las descripciones, influyendo no poco en que se halle contradiccion hasta en las apariencias vistas en una estacion. Tan dispuestos estaban ya á estudiar el eclipse bajo todos sus aspectos conocidos entonces, que los Sres. Airy y Forbes, comprendiendo que no debian mezclarse observaciones de distinta índole y precision, acordaron separarse, quedando el último encargado con el Sr. Plana de estudiar la parte fisica en el observatorio de Turin, y marchando el Sr. Airy á observar la parte astronómica en Superga, enterramiento de la familia real de Saboya, situado en una pequeña eminencia frente á Turin, pero al otro lado del Pó. Algo análogo se hizo en otras partes distribuyendo las observaciones; y cuando, así dispuestos, solo esperaban adquirir datos ciertos sobre el color, figura y extension de la corona, resultó que todos habian fijado de preferencia su atencion en unos apéndices luminosos, que parecian adheridos al disco negro, y que se destacaban sobre el fondo blanco de la aureola, que circunda al misterioso astro que forman el Sol y la Luna confundidos.

Comparadas despues las descripciones de las apariencias notadas en cada estacion, se halló que habia gran discordancia en el número, situacion y color de las protuberancias, así como en los particulares relativos á la aureola, y en todas las demás circunstancias del fenómeno. Mientras que en Perpiñan y Digne solo vieron dos protuberancias, en Montpellier, Superga, Lody, Milan, Brescia, Novara y Viena vieron tres, y en otros puntos vieron mas, llegando en Vicenza hasta doce, y no distinguiendo ninguna en Venecia.

Respecto á la corona que rodea el doble astro, no fué mayor la concordancia, porque cuando Arago distinguia en ella rayos entrelazados semejantes á los hilos de una madeja enredada, los Sres. Airy y Baily juzgaron uniforme la distribucion de los rayos, y los astrónomos de Brera y los de Lipesk percibieron las ráfagas grandes notadas en Francia.

Al ver tanta diferencia en observaciones verificadas en sitios no distantes entre sí, pudo creerse sin exageracion que el eclipse de 1842

era la síntesis de todas las divergencias que se encuentran esparcidas en los ocho eclipses totales observados desde 1706, en que Plantade y Clapies dieron la primera descripción detallada de la aureola que vieron en Montpellier. Admitida sin examen esta lista de discordancias, y tal como la presentan los que, para no luchar con dificultades, consideran las apariencias de un eclipse como ilusiones ópticas, vendríamos por último á convenir en que es cómodo negar la realidad de los hechos cuando no se saben explicar. Pero como nuestra propia convicción y los datos que tenemos á la vista nos dicen lo contrario, para no consentir ninguna idea perjudicial á nuestro fin, no pasaremos adelante sin poner algunos reparos á este primer capítulo de cargos, que acumulados como buenos á los que proceden de eclipses posteriores, forman un grupo en que lo cierto y lo dudoso están de tal modo entrelazados, que es difícil desentrañarlo sin salirse de los límites naturales de este escrito.

Desde luego es preciso reconocer que la descripción de un eclipse debe forzosamente pecar de inexacta é incompleta, porque es muy difícil, si no imposible, describir con propiedad fenómenos nuevos, máxime cuando no hay en la naturaleza otros análogos á quienes compararlos. De aquí el empeño que todos tienen en dar muchos detalles de lo que han visto, aguzando su imaginación para encontrar comparaciones oportunas, y percibiéndose siempre la duda que les queda de haber expresado bien su idea. Así no debe causar extrañeza que la forma de las protuberancias se compare á las montañas y á las llamas, y que igual desacuerdo haya en la explicación del color, de suyo indefinible, y acerca del que caben muy diversas apreciaciones, dependientes del estado fisiológico del observador, de la calidad de su anteojo, de la situación del ocular, y del estado de la atmósfera que atraviesan los rayos luminosos; circunstancias todas que alteran y desnaturalizan cualquier observación.

Añádase á esto que los observadores de 1842 no estaban prevenidos para ver las protuberancias, por mas que Vasenio hable ya de ellas en su relación del eclipse de 1733, observado en Gothenburg, y que

les sorprendió tanto la belleza del fenómeno, que contemplaban por primera vez, que todos perdieron algo su tranquilidad, confesando Baily que por poco olvida el objeto de su viaje, y que no pudo reparar si aparecieron al final las sartas de perlas luminosas ó cuentas de rosario, que descubrió al observar el eclipse anular de 1836, por lo que se las conoce con el nombre de *Baily's beads*.

Arago tambien se distrajo hasta el punto que anduvo muy de prisa para reconocer la polarizacion de la luz de la corona; y otro tanto sucedió á los demás, que tampoco tuvieron tiempo para hacer lo que tenían pensado.

¿Qué deben ser pues las relaciones de este eclipse? La expresion sincera del recuerdo que ha dejado en cada uno tan sublime espectáculo, expuesta con la exageracion propia del entusiasmo que le produjo. No hay en ellas, ni podia esperarse, nada de medicion de altura y situacion de las protuberancias, y lo que hay es tan vago, que solo puede conexionarse teniendo en cuenta las condiciones particulares de cada observacion, y los dibujos, hechos de memoria, que acompañan á las descripciones. Por lo mismo que nada se premeditó, es verdaderamente admirable la concordancia que existe en las tres prominencias rosáceas que se vieron en las principales estaciones, sin que sea extraño que Arago y Bouvard no vieran mas que dos, porque muy bien pudieron no reparar en la tercera, que estaba, segun otros, en la parte oriental del limbo, y no admitiendo de ninguna manera la comparacion directa que se hace de las observaciones de Perpiñan, donde la totalidad duró dos minutos y diez segundos, con las de Venecia, en donde la oscuridad solo fue de cuarenta y cinco segundos. Ni tiene nada de particular que el Sr. Airy no estudiara las protuberancias cuando solo las percibió al fin del eclipse, y no les dió importancia, creyendo que serian efectos de luz producidos por los últimos filamentos de una nube que pasó cerca del sol. La situacion de las protuberancias quedó sin embargo mejor determinada de lo que podia esperarse, atendiendo á que las situaron por estima sobre imágenes, en las que cinco ó seis grados no son apreciables, y que al cotejar los resultados

no se repara en la distancia de la línea de centralidad á que se hallaban las estaciones; por manera que, considerando estas circunstancias, puede sin violencia deducirse que todos vieron las protuberancias en los mismos puntos físicos del disco solar.

Tampoco debe éxtrañarse la diversidad de colores atribuidos á las protuberancias, recordando que la totalidad se verificó cuando el Sol tenia poca altura, y los rayos luminosos, por la oblicuidad con que atravesaban las capas inferiores de la atmósfera, sufrían toda su pernicioso influencia; á lo que se agregan las circunstancias atmosféricas de cada localidad, que no debían ser muy buenas en general, cuando de las cinco comisiones rusas solo observó la de Lipesk, y cuando en Turin una nube cubrió el Sol durante la fase total, casualidad que le permitió al profesor Forbes contemplar la naturaleza en tan críticos momentos, y describir con mano maestra la terrible sensación que le produjo la oscuridad, aumentada por la interposición de aquella nube, *tan negra como la pez*, que le ocultó el eclipse.

Estas mismas causas influyen todavía mas en el aspecto de la aureola que rodea al doble astro, y justifican la diferente apreciación que cada observador hizo de su blancura y radiaciones.

Mas, á pesar de tantas irregularidades, no fueron estériles las observaciones del eclipse de 1842: en ellas quedó consignado que la mayor parte de los observadores habían visto las mismas protuberancias; que la Luna con su movimiento parecia que ocultaba las del Este y descubria las del Oeste; que los Sres. Mayette en Perpiñan, Bouvard en Digne, y Conti en Padua vieron las occidentales algun tiempo despues de concluida la totalidad; y que la luz de la aureola estaba algo polarizada. Este conjunto de datos, aunque inseguros, reveló al instante la importancia de los apéndices rosáceos, desatendidos hasta entonces, y que, pudiendo pertenecer al globo solar, merecían estudiarse con gran cuidado para conocer algo la misteriosa naturaleza del astro que con su luz y calor vivifica todo el sistema planetario; y despertó nuevamente la afición al estudio físico de los cuerpos celestes, inaugurado por Galileo y continuado con tan brillante éxito por los Herschel, pero que

habia caido en desuso por la preferencia que dan los astrónomos á la observacion de los movimientos, que sirve de comprobacion á la teoría.

Notada al instante la analogía de estos fenómenos y las orlas rojas vistas por Halley, Louville, Vasenio, Short, Ferrer y otros en los eclipses del siglo pasado y principios del presente, se propusieron varias hipótesis para explicar tan notables apariencias; y desechadas desde luego las que se referian á montañas del Sol y de la Luna, prevaleció la que considera las protuberancias como pertenecientes á la fotosfera solar, y atribuye la aureola á la atmósfera que la rodea; pero no fue sin contradiccion, porque los datos recogidos, aun descartando las varias causas que podian desfigurarlos, no tenian la suficiente precision para fundar en ellos una teoría incontestable, y se creyó necesario esperar á que la observacion de los eclipses posteriores confirmara ó destruyera las probabilidades de la opinion dominante.

Ocho años despues ocurrió el eclipse total del 7 de agosto de 1850, que solo fue observado en Honolulu, islas de Sandwich, por el Sr. Kutzychi, quien vió la corona blanca, tranquila, decreciendo en intensidad desde el borde lunar hasta perderse en el fondo del cielo, y con rayos divergentes en forma de gloria, pero sin poder determinar su contraccion. Tambien observó varias protuberancias de color de rosa tirando á violeta, acerca de las cuales dice, que la del Este tenia la figura de una semi-elipse unida al disco negro por el eje menor, y era tan grande, que al medirla con el micrómetro de Rochon obtuvo para su altura tres minutos cincuenta y ocho segundos, resultado que desechó por dudoso, apreciándola por estima en minuto y medio. Despues vió que ésta disminuia de altura, y que aumentaban tanto las occidentales que, poco antes de reaparecer el Sol, la del Oeste y una hácia el Norte llegaron á tener la primitiva altura de la opuesta, y que tambien se presentaron gran número de pequeños picos en forma de llamas, que ocuparian un arco de sesenta grados. Notó por último que una de las prominencias muy puntiaguda, además de estar separada del borde lunar, estaba ella misma dividida en dos partes por un pequeño espacio blanco. Estas variaciones, que observó con mucho cuidado, le persuadieron de

que dichos apéndices ó emanaciones provienen del Sol, pareciéndole que deben tener conexión con las manchas y fáculas, porque, examinando el disco solar en los días siguientes, notó una gran fácula, que creyó ocupaba el mismo sitio que tuvo la gran protuberancia oriental. Estas observaciones, dignas de toda confianza, y hechas sin ninguna prevención, pues el mismo Sr. Kutczycki se lamenta de que no habia podido procurarse el anuario de 1846, donde publicó Arago su famosa discusión de las observaciones de 1842, no han sido atendidas como merecen, sin duda porque venian á robustecer la hipótesis llamada topográfica, confirmando no solo que los apéndices rosáceos son parte de la fotosfera solar, sino que estando algunos aislados debe haber una atmósfera en donde se puedan sostener flotando como las nubes de la Tierra. Algo debió tambien influir en la poca atención prestada á este eclipse, la proximidad del que se observó desde el norte de Europa el 28 de julio de 1851.

Esta es realmente la primera campaña emprendida para adquirir algun conocimiento cierto sobre la constitucion física del Sol, á cuyo fin concurrieron gran número de astrónomos ingleses, franceses y alemanes, que diseminados por Suecia y Noruega observaron el fenómeno, procurando aprovechar las condiciones poco favorables de la situacion; pero el éxito no coronó sus esfuerzos, porque se notaron en los resultados tales discordancias, que la cuestion quedó tan indecisa como antes, ó por mejor decir mas confusa, puesto que habia mayor número de hechos diversos que explicar y poner en armonía.

En medio de este desacuerdo, al que no poco habrán contribuido las nubes que flotaban en aquel cielo, de suyo brumoso, hay observaciones importantes, y confirmatorias de las recogidas en 1842 y 1850, para fundamento de la hipótesis topográfica.

Hay gran divergencia en la descripción de la aureola, que, como fenómeno en que interviene algo nuestra atmósfera, debia aparecer distinta segun la estacion desde donde se observaba; pero hay conformidad en la figura y situacion de una protuberancia grande que todos vieron al Oeste en forma de garfio, consistiendo las diferencias en que

unos lo vieren mas doblado que otros, y en que algunos no vieron una nubécula ó protuberancia suelta que estaba al extremo del garfio. Pero la validez de esta discordancia es inadmisibile, mientras no se pruebe que las observaciones se han hecho comparables teniéndose en cuenta los medios de que disponia cada observador, y la distancia á que se hallaba de la línea central, con las demás circunstancias atmosféricas de su estacion. Apreciarlas todas como iguales equivale á tomar el promedio de observaciones de diferente peso, absurdo que es para las probabilidades lo que seria para la Aritmética el sumar cantidades heterogéneas. ¿Cómo se ha de comparar lo que vió el Sr. Airy en Gothenburg con un buen anteojó y un ocular fuerte, con lo que pudo ver el Sr. Jackson desde Fyldpaa con un anteojó de mano? ¿Ni cómo se ha de equiparar lo que observó Wichman en Koenigsberg con el celebrado heliómetro de Bessel, con las observaciones de los que no vieron nube aislada enfrente del gancho, cuando aquel, por la misma perfeccion y tamaño de su anteojó, veria sin esfuerzo los débiles filamentos luminosos que unirian el extremo del garfio á la nubécula, los cuales no fueron perceptibles para todos los demás que usaron anteojos trasportables de menor fuerza, escepto para el Sr. Carrington, que algo distinguió en Lilla Edet? Convenir en que son comparables las apariencias observadas con anteojos de distinta fuerza, es dar lugar á que se niegue la duplicidad de la polar porque no aparezcan separadas sus dos componentes en un anteojó pequeño, y á que análogamente se sostenga que no hay nebulosas resolubles en estrellas.

Hay, sin embargo, entre los hechos discordantes algunos tan acordes y de tal autoridad que no debemos pasarlos en silencio por lo mismo que se omiten, ó no se citan con bastante distincion en listas formadas para fundamento de ciertas teorías.

El Sr. Airy, en Göthenburg, vió que las protuberancias occidentales aumentaban mientras disminuian las opuestas hasta desaparecer, y que el garfio llegó á tener la considerable altura de tres minutos.

El Sr. Hind, en Rävellsberg, vió tambien el aumento de las protuberancias occidentales, pues midiendo la altura del garfio á los cinco

segundos de empezada la totalidad, halló que era de unos cuarenta y cinco segundos, y luego llegó á tener mas de dos minutos, y aun despues de reaparecer el Sol lo siguió viendo.

El Sr. Lassell, en Trollhättan Falls, estimó la altura de la misma protuberancia en dos minutos y medio, añadiendo que evidentemente pertenece al Sol.

El Sr. Dawes, en Rävellsberg, notó que disminuian las protuberancias orientales y que aumentaba el tamaño del garfio, que al principio era de un minuto y luego llegó á ser de dos minutos, y lo vió durante cinco segundos despues de concluida la totalidad.

El Sr. Otto Struve, en Lomza, vió aumentar las prominencias occidentales, mientras que las opuestas disminuian; midió el garfio cuando tenia dos minutos de altura, y continuó viéndole, así como la nubécula, siete minutos despues de reaparecer el Sol.

Los Sres. Humphreys en Christianstadt, y Williams en Trollhätan, observaron tambien que aumentaban las protuberancias del Oeste y disminuian las del Este.

El Sr. d'Abbadie, en Fredriksvaern, aunque contrariado por ligeras nubes, vió en la parte del borde por donde se ocultó el Sol una cordillera de pequeñas prominencias, que desapareció luego.

Los Sres. Galle, Wolfers y Brunnow, que observaron en Frauenburg, vieron aumentar unas protuberancias y desaparecer otras, afirmando el último que es un fenómeno traslunar.

En vista de tan auténticas observaciones, recogidas por hábiles y reputados astrónomos, ¿deberemos creer que todo ha sido contradictorio en el eclipse de 1851? Muy por el contrario, creemos que, á pesar de la confusion que se introduce comparando resultados obtenidos en circunstancias muy diversas, sobresale la conformidad de las observaciones contestes, probando que gran número de observadores vieron las mismas prominencias y con las mismas vicisitudes, es decir, desapareciendo las del borde oriental y aumentando el tamaño de las situadas en el opuesto. Así como consta auténticamente por muchas mediciones, que la altura del garfio varió desde los cuarenta y cinco segundos, que

le atribuye Hind, ó un minuto que midió Hansteen en Christiania con un aumento de ciento diez y nueve veces, hasta mas de tres minutos con que lo notó el profesor Feilitzsch en Carlskrona con una amplificación de veinte veces, fijándonos en este límite para no llevar en cuenta observaciones hechas con oculares de menor fuerza.

Tan léjítimas consecuencias, que no se pueden negar sin desconocer los hechos, y que confirman la opinion formada por los eclipses de 1842 y 1850, se rechazan sin embargo so pretesto de que la variación de altura de las protuberancias no corresponde á la que debia producir el movimiento de la Luna; pero esta objecion se presenta sin apoyarla en un cálculo exacto, ó cuando mas fundándola en datos aproximados, que no han servido jamás para establecer teorías, no teniendo por consiguiente la fuerza necesaria para destruir un hecho incontestable, cuya importancia no se rebaja por la diversa apreciación de los observadores, ni por mediciones imperfectas.

Contra esta argumentacion, demasiado ligera y algo arbitraria, están los trabajos del fisico escocés Sr. Swan, quien, calculando la situacion de las protuberancias, halló que correspondian á los mismos puntos fisicos del disco solar, de donde dedujo que serán partes de una atmósfera continua de nubes, elevadas sobre el nivel medio por corrientes ascendentes, y solo visibles cuando la Luna oculta el Sol; opinion que no ha sido suficientemente atendida por confundirla con la de Sweizer, Director del Observatorio de Moskou, que, como Kutezychi y Lassel encuentra conexión entre las manchas solares y las protuberancias, lo cual está contradicho por haberse observado protuberancias donde nunca aparecen manchas.

Tampoco fueron perdidas las observaciones de Suecia para el estudio de la corona, porque prescindiendo de los diferentes aspectos que forzosamente debia presentar viéndola á través de celajes, quedó confirmada la polarización de su luz, evitando las nubes que pudiera confundirse con la de la atmósfera terrestre. Y no fué de una manera incierta, segun generalmente se cree por las observaciones de d'Abbadie en Fredriksvaern, como se hizo el estudio, sino que además de confirmar

que estaba polarizada la luz se determinó por primera vez el plano de polarización.

El Sr. Edlund, profesor de Física en Stockolm, observando la corona en Wernano con un polariscopio Arago, no solo vió la luz polarizada, sino que halló que el plano de polarización era vertical en dos puntos de la línea vertical que pasa por el centro de la Luna, y que lo mismo sucedía en la posición horizontal, de donde, generalizando, dedujo que siempre era normal al borde lunar; y experimentalmente determinó la dirección de dicho plano haciendo girar el prisma hasta que las imágenes ordinaria y extraordinaria tuviesen respectivamente los colores que presentan cuando un rayo solar polarizado atraviesa el polariscopio, y que la línea que une los centros de las imágenes fuese paralela al plano de polarización de la luz incidente. Esta preciosa observación, única en su género, merece gran atención, porque, mientras no se contradiga, es una demostración de que la luz de la corona, portándose lo mismo que la polarizada del Sol, proviene de una atmósfera exterior que rodea la fotósfera solar.

En resumen, la discordancia entre las observaciones de 1851, si bien, no favoreció la hipótesis topográfica, tampoco la hizo retroceder, siendo la única que obtuvo datos ciertos en su apoyo; no pudiendo decir lo mismo ninguna de las otras teorías, de las que alguna fué con este motivo abandonada por astrónomos como el Sr. Faye, que creyó no se podía ya atribuir la formación de los apéndices luminosos de los eclipses á la intervención de nuestra atmósfera, y que era preciso buscar otra hipótesis que explicara satisfactoriamente tan singulares apariciones.

No resueltas pues las dudas anteriores, y suscitadas algunas nuevas, preciso era esperar los resultados de otros eclipses; pero interin, olvidando el consejo de Bernoulli de no precipitarse en asuntos físicos á sacar consecuencias que puedan luego quedar desmentidas por la experiencia, se presentaron varias teorías, entre las que figura la óptica propuesta por el Dr. Feilitzsch, profesor de física en Greifswald, que pretende explicarlo todo por interferencias, opinión que tampoco tuvo gran

acogida, porque, como dice Arago, le faltaba desarrollo. En esta indecision se llegó al 30 de noviembre de 1853, dia en que ocurrió un eclipse total de sol visible en el Pacifico, que solo fué observado al Sur de Pisco, en el Perú, por el Director del Observatorio de Santiago de Chile, Sr. Mœsta, quien, valiéndose de una ecuatorial de Frauenhofer, vió la corona de luz blanca, uniforme, disminuyendo en intensidad tan gradualmente que no pudo determinar su extension, si bien describe y pinta algunas ráfagas luminosas mucho mayores que el resto de la auréola, de la cual dice *que cada vez presentaba un aspecto mas glorioso y tal, que no lo puede describir*. Respecto á protuberancias, solo vió una rosácea de un minuto y ocho segundos de altura, que ocupaba sobre el borde lunar una extension de treinta á cuarenta grados, y cerca de esta masa luminosa notó dos apéndices ó manchas negras redondeadas de un minuto de altura, sin que fuera posible equivocarlás con una ilusion óptica. De este resúmen se infiere que la observacion del Sr. Mœsta no esclareció ninguna de las cuestiones pendientes, porque no habiendo tomado mas que una altura de la protuberancia rosácea, nada se puede deducir, y solo vino á aumentar el largo catálogo de las confusiones con el descubrimiento de los apéndices negros, que por su forma y tamaño no son confundibles con las montañas lunares, quedando todo en el mismo estado que antes de este eclipse.

Para que las observaciones del que debia ocurrir el 7 de setiembre de 1858 fuesen mas útiles al conocimiento del Sol que las verificadas hasta entonces, publicó el caballero Carrington, célebre observador del Sol, una bien meditada instruccion, impresa y circulada con profusion por el Almirantazgo inglés, que, como siempre, no solo favorece los progresos que tienen aplicacion inmediata á la navegacion, sino que dispensa su alta proteccion á todos los asuntos de verdadero interés científico. Acogida favorablemente esta excitacion por el Gobierno del Brasil, que ya se preparaba á estudiar el fenómeno visible en su territorio, nombró una comision compuesta del Director del naciente Observatorio de Rio-Janeiro, Sr. Mello, del astrónomo francés Dr. Liais, que accidentalmente estaba allí para asuntos científicos, y de otros va-

rios oficiales brasileños, la cual se trasladó á Paranagua, puerto de la costa oriental de la América del Sur, situado en la línea central, y de allí envió dos subcomisiones, una á Campinas, punto de la sierra de mar en el límite austral de la zona de totalidad, y otra á la isla de Pinheiros, cerca del límite boreal de la sombra. Así distribuidos, y con pocas esperanzas de ver el eclipse, porque desde el 23 de agosto siempre estuvo el cielo cubierto de nubes, y muchas veces lloviendo, consiguieron por fin hacer numerosas observaciones, de cuya detallada é importante relacion solo tomaremos los resultados que tienen conexión con nuestro objeto.

En primer lugar hacen constar que por las rápidas y frecuentes variaciones notadas en las manchas solares desde el palacio imperial, donde las estudiaron y dibujaron cuidadosamente, se infiere que habia entonces grande agitacion en la superficie del Sol, resultado acorde con la observacion del Sr. Liais, que estudiando el dia 7 una mancha tan grande que era perceptible á la simple vista, notó sobre el núcleo algunas nubes, cuyo fenómeno habia sido ya observado en otras ocasiones por los Sres. Carrington, Dawes y el P. Secchi.

En la corona no distinguieron ningún anillo al rededor del doble astro, presentando aquella por todas partes una degradacion uniforme de intensidad del borde al límite, solo que esta degradacion era rápida desde cierta parte y muy lenta despues. El ancho de la corona, medido por el Sr. Liais, resultó de unos treinta y tres minutos, pero se destacaban muchos rayos y ráfagas mas brillantes que el resto de la corona y de mayor extension, y cinco grupos de ellos formando conos, cuya base era la parte mas luminosa que rodeaba el disco. Por último, el Sr. Liais halló que la luz de la auréola estaba debilmente polarizada.

Vieron algunas protuberancias rosáceas al Oeste, y dos blancas al Este, cuya situacion angular determinó el Sr. Liais, notando que eran mas anchas de base que altas, que estaban limitadas por un borde negro, y que desaparecieron hácia el medio del eclipse, quedando visible durante tres segundos el contorno negro, cuando ya habia desaparecido detrás de la Luna la parte blanca.

Medida una de las protuberancias occidentales á los ocho segundos de empezada la totalidad, resultó que tenia cincuenta y ocho segundos de altura, y al fin llegó á tener unos setenta y ocho segundos. Hacia el medio del eclipse descubrieron en la parte occidental otra prominencia rosácea de muy poca altura, y en cuanto apareció el Sol por este lado, ya no pudieron distinguir ni esta ni las demás, así como tampoco pudo el Sr. Liais percibir en ellas ningun indicio de polarizacion.

Aunque estaban preparados para sacar fotografias de la fase total, como lo habian hecho del eclipse parcial, no pudieron verificarlo porque reapareció el sol cuarenta y dos segundos antes de lo que esperaban, siendo admirable que pudieran realizar tantas observaciones en un minuto y doce segundos que duró la totalidad.

Publicados estos resultados, con otros no menos interesantes que omitimos por abreviar, y que todos vienen á aumentar las grandes probabilidades que ya tenia la hipótesis topográfica de ser la cierta, agítose de nuevo la cuestion sin adelantar terreno, porque los astrónomos europeos pensaban confirmar ó rectificar sus opiniones observando el eclipse de 1860, á cuyo importante fenómeno dedicaban ya su atencion. Pero antes de referir lo que entónces ocurrió y los resultados obtenidos, nos parece indispensable fijar cuál era el estado de la discusion en aquella época, para que se aprecie despues si los medios empleados correspondieron al fin propuesto, ó si tambien se olvidaron las lecciones de la experiencia.

Desde que el ilustre Arago hizo ver, en su memorable discusion de las observaciones del eclipse de 1842, que los apéndices rosáceos, aparecidos sobre el borde del doble astro, no podian ser ilusiones ópticas explicables por la desviacion que sufren los rayos solares al rasar las sinuosidades de la Luna, ni admitiendo la existencia de enormes montañas en el Sol, y que lo mas probable es que fueran masas de la misma fotósfera, adheridas á ella ó flotantes en la atmósfera que debe rodearla, se empeñó la controversia, ó mas bien la guerra que contra esta hipótesis vienen sosteniendo todas las opiniones contrarias reunidas.

La teoría propuesta por Arago, que, al mérito de explicar la mayor

parte de las apariencias confirmadas por observaciones contestes, reúne la ventaja de estar en perfecta armonía con las ideas admitidas sobre la estructura del Sol, y de no oponerse á ninguna de las leyes de la Física terrestre, fué generalmente adoptada por los astrónomos, no solo como la explicacion mas razonable de los fenómenos discutidos, sino como la base ó punto de partida para ulteriores investigaciones; pero hubo algunos que no creyeron aceptable esta hipótesis, porque no explicaba todas, absolutamente todas las apariencias observadas en cualquier época y circunstancias.

Sabido es que cuando varias hipótesis pretenden explicar una série de hechos nuevos ó desconocidos, se principia averiguando la autenticidad de ellos, y despues se admite como teoria lo que interpreta mayor número de casos, aunque deje inexplicable alguno, que se considera como excepcion. Tal es el procedimiento que parece debia seguirse al discutir sobre las causas que producen los fenómenos observados en los eclipses, pero no ha sucedido así: á la teoria de Arago no se han opuesto otras probando que explican lo mismo que ella, y además algo de lo que deja oscuro é incompleto; todo se ha reducido á reunir casos aislados de distintos eclipses, y presentándolos en lista, se considera ya destruida como insuficiente la hipótesis que no puede explicarlos. Mas veamos cómo se ha formado esta lista ó capítulo de cargos.

*Se comparan los resplandores ó ráfagas, que vió Valz en el disco lunar durante el eclipse de 1842, con la observacion de Ulloa, Aranda y Winthuysen en 1778, que vieron en el disco negro un punto luminoso que brillaba como una estrella de segunda á tercera magnitud, lo que les hizo sospechar si seria un rayo de Sol que pasaria por algun agujero ó tunel que atravesara la Luna de una faz á otra, permitiéndoles ver la luz solar; y no se repara en que no hay conexion alguna entre este punto brillante como la polar, y las ráfagas ó invasiones de luz exterior notadas por Valz, Billet y otros, y descritas de un modo inconfundible con la relacion anterior. La observacion de Ulloa es única, y tan inexplicable que no pudiéndose atribuir á una erupcion volcánica, por no haberse notado ninguna señal de actividad en el hemisferio que la Luna*

presenta siempre á la Tierra, se ha admitido sin contradiccion la hipótesis del ilustre marino español, citándose el hecho en todas partes con el nombre de el *agujero visto por Ulloa*; y registrándose desde entónces en todos los eclipses solares el disco de la Luna para averiguar si efectivamente está horadada. Además, se colóca tan extraordinario fenómeno en la categoría de las protuberancias, calificándola de interior, sin duda para equilibrar el efecto producido por las exteriores, aisladas ó completamente destacadas del borde lunar, pero sin que la descripcion de tales apariencias tenga el mas ligero punto de contacto, ni sea posible confundirlas. Menos irregular sería comparar los resplandores notados por Valz con la especie de luz que iluminaba el disco negro en los eclipses de 1733 y 1806, de tal modo que Vasenio y Ferrer distinguieron la forma de las manchas de la Luna, cuyo fenómeno no dependerá solo de la luz reflejada por la Tierra, cuando no se ha repetido en todos los demás eclipses, donde únicamente se aspira á distinguir una parte del contorno lunar antes de que se proyecte en el disco del Sol.

Con igual facilidad se comparan, como si fueran objetos de una misma especie, las protuberancias blancas observadas por los Sres. Airy y Liais en 1842 y 1858, con las negras vistas en 1853 por el Sr. Mōesta, cuando éstas son tambien un fenómeno único, sin confirmacion, que no se puede ligar á ninguno de los otros mas ó menos conocidos, y que no pudiendo residir en la Luna, donde no hay prominencias que tengan la altura y forma que les atribuye el Sr. Mōesta, queda completamente inexplicable, pues aun admitiendo con el P. Secchi que sean una interrupcion de la aureola que rodea el disco negro, no se comprende el motivo de esta separacion en forma de arco, ni menos el que á través de tal quebradura puede aparecer como fondo oscuro la parte del cielo que rodea al Sol. Por el contrario, si las protuberancias blancas pertenecen, como es probable, á la fotosféra, entran en la categoría de las demás, de las que solo se diferenciarán por el color; cuya opinion fundamos en la detenida observacion que de una de ellas hizo el Sr. Liais, viéndola desaparecer paulatinamente detrás de la Luna, asi como el espacio que mediaba entre uno de los rayos oblicuos de la corona, que era tangente al extremo de la protuberancia

blanca, y terminaba en el borde lunar, es decir, que por esta feliz casualidad se averiguó que no solo los apéndices del limbo, sino la misma corona quedan sucesivamente cubiertos por la Luna, no pudiéndose negar que, sea cual fuere la velocidad con que esto se verifique, el fenómeno es traslunar. Lo único que queda oscuro en tan precisa y delicada observacion, que duró de quince á veinte segundos, es el origen del contorno negro que bordeaba la protuberancia, sin cuya orla hubiera sido difícil seguir su ocultacion, por lo que dudamos si sería realmente una protuberancia, ó una parte de la misma corona, separada del resto por alguna interrupcion inexplicable de su luz. De todos modos, consignamos el hecho en prueba de nuestra imparcialidad, y porque, cualquiera que sea la interpretacion que reciba, nunca destruirá la observacion cierta de que la Luna, por su movimiento, cubria las protuberancias y la corona en la parte oriental.

Otro de los medios que se emplean para probar la no identidad de los fenómenos, es comparar la diversa forma y color que han presentado las protuberancias en distintos eclipses, y aun en uno mismo para observadores situados en estaciones próximas. Si esta objecion no estuviera fundada en meras apreciaciones, y se apoyara en observaciones de precision, es decir, hechas con la exactitud que requiere la Astronomía, ciertamente que tendria gran fuerza; pero como todo lo que se dice de los diversos aspectos de una protuberancia no es mas que la expresion de lo que cada observador recuerda haber visto precipitadamente y sin rectificar, valiéndose de comparaciones mas ó menos oportunas, segun su imaginacion, y casi siempre impropias por la falta de objetos análogos á que hacer la referencia, no damos gran importancia á esta diversidad, que es mas aparente que real, porque mas existe en la manera de hacer la descripcion que en la naturaleza, haciéndose esto mas perceptible en el desacuerdo que suele haber entre las descripciones y los dibujos, que, por buenos que sean, no satisfacen á ningun observador, porque no encuentra en tan malos retratos los rasgos que caracterizan la fisonomía de un fenómeno que nadie presencia sin conmoverse. ¿Qué tiene de particular que los que usaron

anteojos pequeños y con poca amplificación hayan visto las protuberancias con bordes bien definidos, pareciéndoles semejantes á los dientes de una sierra ó á los picos de las montañas, y que estos mismos objetos, observados con anteojos grandes y oculares fuertes, aparezcan contorneados por débiles filamentos luminosos que les den el aspecto de llamas, como las describen los astrónomos que han empleado los mayores instrumentos? Ni tampoco debe extrañarse que haya exageracion en el desmesurado tamaño atribuido generalmente á las protuberancias, porque es bien sabido que la sensacion de todo objeto brillante lo representa mayor que lo que corresponde á su tamaño real; cuyo hecho se halla astronómicamente confirmado por la oportuna observacion del P. Secchi, que mirando desde su observatorio con la ecuatorial de Merz una luz eléctrica colocada en el Capitolio, le pareció que tenia mas de un minuto de diámetro, cuando realmente no podia tenerle sino de algunos segundos.

Si sobre tan inciertos datos se quiere establecer teoría, lejos de buscar diferencias hay que pasarlas por alto, como hijas de vagas apreciaciones, y fijarse solo en aquellos caracteres generales que sirvan para reconocer la identidad del fenómeno. Con esta sola precaucion dejamos ya consignadas las semejanzas que existen donde otros no han encontrado mas que discordancias.

Tampoco nos asusta la diversidad de colores atribuida á las protuberancias, porque además de que el color es de suyo indefinible, no se puede dar á conocer sino por referencias, y es donde cabe mayor ambigüedad de apreciacion, no solo entre distintos observadores, que no esten préviamente ejercitados en el modo de estimar los colores y su intensidad, sino que aun para uno mismo pueden aparecer los objetos con diferente tono de color, segun su estado fisiológico. Al querer deducir consecuencias ciertas de la diversidad de colores, se olvida que es muy frecuente hallar personas que tienen diferente grado de vista en sus dos ojos, no pudiendo por consiguiente apreciar con exactitud el color de un objeto. Añádase que, segun autoridades tan competentes como Arago, los astrónomos padecen deslumbramientos

que duran largos ratos, en los cuales sus apreciaciones son muy erróneas, y que es muy fácil se hallen en este caso los que para observar un eclipse emprenden viajes, que, á mas de privarles de sus hábitos, los colocan en condiciones muy distintas de clima y alimentos, y como vivaqueando en las estaciones, no siempre cómodas, y generalmente espuestas á la intemperie. Con estos antecedentes, que no es posible desatender, y recordando que cuando llega el momento de observar la fase total de un eclipse, ya llevan los astrónomos dos ó tres horas mirando al Sol para estudiar la situacion de sus manchas y la fase parcial, se comprenderá que no se hallan entonces en su estado normal, ni en el mas á propósito para juzgar con calma de la media tinta que colorea las protuberancias: á lo cual aún puede agregarse que si han variado de ocular precipitadamente, quizá no haya quedado en foco, cuyo defecto de situacion, unido á cualquier otro de acromatismo que pueda tener el antejo, alterarán notablemente el color de la imagen. Esta acumulacion de causas distintas, que no se negará pueden concurrir en la observacion de un eclipse, es la que nos induce á no dar gran valor á la diversidad de colores atribuida á los apéndices luminosos, bastándonos saber que la generalidad los ha visto de color de rosa, mas ó menos oscuro, y con la trasparencia especial que caracteriza el fenómeno; pareciéndonos además que no siendo la observacion del color susceptible de ninguna comprobacion experimental, ni de cálculo, no es buena base de argumentacion, ni tampoco debe buscarse una teoría que armonice todas las divergencias.

No son menos ni menores las discordancias que se encuentran en las descripciones de la aureola que circunda el sol eclipsado: unos la suponen de muy poca anchura, y otros, como el Sr. Liais, por medicion deducen que se extiende tanto como el diámetro lunar: algunos la han visto tranquila y decreciendo en intensidad desde el borde á los extremos, y otros agitada por movimientos ondulatorios y formada de anillos: para unos la luz es blanca, mientras que á otros les parece amarillenta; y asi podríamos continuar refiriendo las apariencias discordes notadas y descritas desde 1706 hasta ahora; pero como acerca de este

asunto poco tendríamos que añadir á lo expuesto con gran copia de datos y erudicion por el Sr. Baden Powell, de la Real Sociedad astronómica de Londres, no nos detendremos aquí á examinar la desigualdad de las circunstancias en que se han recogido los datos, que se comparan luego como si fueran obtenidos en las mismas condiciones, reservando para mas adelante el consignar lo que acerca de la corona está ciertamente averiguado, y lo que aún necesita confirmacion.

Cortando aquí la lista de los principales argumentos presentados contra la hipótesis topográfica, debemos advertir que no se ha formado despues de coleccionar ni clasificar las observaciones de todos los eclipses, para juzgarlas con el mismo criterio, sino que cada uno ha quedado en libertad de escoger las que le parecen á propósito para sostener su argumentacion. Así vemos que el Abate Zantedeschi, profesor de Física en la Universidad de Padua, al explicar la corona de los eclipses, suponiendo que procede de la luz reflejada y refractada en la atmósfera de la Luna y en el mismo globo lunar, no se cuida de reunir las observaciones, ni ver si todas son explicables por su hipótesis. Análogamente el profesor Feilitzsch, al dar á su teoría óptica el desarrollo que echaba de menos Arago, y al discutir las observaciones de los eclipses posteriores á 1842, particularmente las de 1851, solo cita las que considera convenientes, omitiendo ó hablando ligeramente de algunas otras interesantes, que por ser debidas á observadores muy expertos no pueden omitirse. Del mismo modo el Sr. Faye, de la Academia de ciencias de Paris, el mas terrible y constante adversario de la teoría topográfica, al ocuparse tantas veces de las hipótesis que mejor explicarían los singulares fenómenos de los eclipses totales de Sol, nunca lo ha hecho discutiendo todos los resultados de los eclipses observados, ni aun los de uno solo, sino que ha tomado de cada uno de ellos lo que podia servirle para sacar triunfante la objecion que presentaba.

Al ver el extraño sistema de argumentacion que sostiene esta controversia, imposible nos parece que no se haya hecho sentir alguna voz autorizada reclamando la observancia de las antiguas prácticas astronómicas. Admitir todas las observaciones sin averiguar su valor y

procedencia, es la verdadera supresion de los pasaportes en los dominios de la Astronomía, en donde para que la situacion de un astro merezca confianza, no basta que la hayan determinado Piazzi ó Bessel, sino que se exigen los datos originales para verificar el cálculo. Pues esta ciencia, que tantas precauciones toma para no introducir errores en los elementos de sus teorías, admite ahora como bueno todo lo que le cuentan de los eclipses solares, sin parar mientes en lo difícil que es la observacion, ni en las ilusiones á que puede dar lugar. No es esto criticar á los que con fe y entusiasmo procuran contribuir al estudio de un fenómeno que, por su rareza y brevedad, necesita la concurrencia de muchos observadores: la censura se dirige á la comparacion que se hace de observaciones desiguales. La consecuencia inmediata de este procedimiento, tan contrario al seguido en las ciencias exactas, que solo admiten observaciones purgadas de los errores necesarios ó accidentales que puedan desfigurarlas, es mantener la cuestion estacionaria, si es que no retrograda, porque retroceder es el no adelantar, y haber llegado la confusion hasta el punto de sostener que las diversas circunstancias de un eclipse no son mas que ilusiones ópticas, que por mucho que interesen, no merecen la pena de que nadie se moleste en observarlas. Aunque la teoría óptica no tuviera mas inconveniente que el desaliento que infunde en el ánimo de los observadores, que solo mirarian un eclipse solar como un fenómeno curioso, seria preciso admitirla con reserva; pero su mayor defecto es que deja irresoluto, y presenta como irresoluble el atrevido problema planteado en 1842. Cuando el carácter de la época actual es la realizacion de las empresas que mas se acercan á lo imposible, ¿se ha de parar la Astronomía ante las dificultades que presenta la observacion de los eclipses solares? ¿Ha de renunciar el hombre á uno de los pocos medios que tiene de conocer algo la naturaleza del Sol? ¿Cuándo podrá compararse la dificultad que hay para poner en armonía las diferentes observaciones de un elipse solar, con los diez y siete años que empleó Kepler para descubrir sus leyes? Si el fundador de la Astronomía racional se hubiera desanimado ante la discordancia que presentaban las observaciones de

Marte con la hipótesis de una órbita circular, ¿poseeríamos ahora uno de los descubrimientos que mas enaltecen la razon humana? ¿Cabe mas discordancia que la que presentan los diferentes arcos de meridiano, medidos á costa de inmensos sacrificios? Y sin embargo, á nadie se le ha ocurrido proponer que se abandonen semejantes mediciones, ni renuncia por eso el hombre á su decidido propósito de conocer la verdadera figura de la Tierra.

No siendo menos grande el resultado que se prometen ahora los astrónomos de la observacion de los eclipses solares, tampoco deben arredrarse por las dificultades que presenta una cuestion estudiada en menos de quince minutos, que es todo el tiempo invertido en observar el Sol eclipsado. Las dificultades bien definidas y caracterizadas, como dice Arago reproduciendo un pensamiento de d'Alembert, son semi-descubrimientos, que abren el camino para conocer verdades nuevas, que quizá no se hubieran descubierto por las solas indicaciones de la teoría, en lo que conviene el Sr. Faye cuando, al dar consejos para el eclipse de 1860, cree que lejos de empeñarse en identificar las apariencias notadas en distintas estaciones, debe procurarsè poner en claro el desacuerdo, para estudiar las variaciones que puede tener el fenómeno.

Otra consecuencia funesta de no hallar mas que dudas en la observacion de los eclipses solares, sería retraer nuevamente á los astrónomos del estudio fisico de los cuerpos celestes, que exige gran perseverancia para obtener resultados diminutos é inciertos, y cuya importancia se restableció por la iniciativa de los Herschel, que dando á conocer las continuas variaciones que hay en el cielo, han demostrado que Newton descubrió realmente la atraccion universal. Pero ¿á qué cansarnos en aducir pruebas de los resultados á que conduciria la libre admision de todas las observaciones indistintamente, cuando el mismo Sr. Faye confiesa, en su informe sobre las verificadas por la comision brasileña en 1858, que no se puede negar ni afirmar rotundamente la identidad de los fenómenos observados en diversas estaciones, ni se conoce la explicacion de la corona? Esta manifestacion espontánea, acompañada de las dudas que abriga de que un observador pueda hacer

mediciones exactas de varios objetos en un par de minutos, nos relevan de toda prueba, y la consignamos con tanto mas gusto, cuanto que el Sr. Faye, sin ser el mantenedor de ninguna teoría determinada, ha empleado su reconocido talento y variada instruccion en atacar la hipótesis topográfica por todos sus puntos vulnerables, aunque reconociendo que es una reunion de ideas bien ligadas, que no dominan sin rival, porque no explican algunas de las apariencias observadas desde 1842, y reproducidas en otros eclipses posteriores, los que presentando además fenómenos inesperados, en vez de solventar las antiguas dudas, han suscitado otras nuevas.

Reconoce tambien el Sr. Faye lo infructuoso y deleznable de su argumentacion, cuando, en los ya citados consejos que dió sobre lo que convenia hacer en 1860, dice que es preciso medir la altura y posicion de las protuberancias, porque este es el punto que se viene debatiendo inutilmente desde 1842, por haberse contentado con vagas apreciaciones; y con este motivo añade, que pareciéndole insuficiente é inexacto el modo seguido para verificar las mediciones, espera que el concurso de la fotografía quitará la ambigüedad que hay en las observaciones personales, conservando la fiel imágen del fenómeno, donde se podrán estudiar detenidamente todas sus circunstancias.

Aunque pudiéramos admitir que las manifestaciones del Sr. Faye resumen el estado de la cuestion á principios de 1860, como no estamos acordes en que haya la confusion que él supone, por no haber entresacado las observaciones contestes de los varios eclipses estudiados, y como al efecto dejamos consignadas las consecuencias ciertas que de cada uno se deducen, nos parece conveniente fijar aqui cuáles eran los puntos cuestionables, para que se comprenda luego con facilidad si los resultados aumentan ó aclaran las dudas suscitadas desde 1842.

En las observaciones de un eclipse solar hay que distinguir dos clases esencialmente distintas; una de las que se refieren á los movimientos de Sol y Luna, y otra de las relativas al aspecto que presenta el fenómeno y á los efectos que produce en la Tierra. De las primeras, ó

puramente astronómicas, no hemos tenido que ocuparnos, porque nada esclarecen nuestro asunto; y de las segundas, ó físicas, solo hemos considerado las referentes á la extraña apariencia que ofrece el Sol eclipsado, porque en ellas se fundan los precedentes que vamos á establecer.

Se sabia que en los eclipses totales de Sol aparece siempre el doble astro rodeado de una aureola de luz casi blanca, cuya intensidad decrece tan gradualmente desde el borde á los límites, que estos se pierden en el fondo oscuro del cielo, por lo cual no se ha medido exactamente su anchura, ni se ha determinado su centro, y se dudaba si esta corona tendria su origen en el Sol ó en la Luna.

En el primer caso hay que admitir que la fotosfera está rodeada de una atmósfera mas ó menos diáfana, que solo llega á ser visible cuando está cubierto el disco solar, ó que proviene de la luz zodiacal, que segun las observaciones del Sr. Piazz Smith en el pico de Tenerife, y las del Sr. Liais en el Brasil, no es un anillo como generalmente se cree, sino que llega hasta el Sol, en cuya hipótesis, cubierto éste, se haria perceptible aquella en su parte mas iluminada.

En el segundo caso se atribuye la corona de los eclipses, no solo á la reflexion de los rayos del Sol en el globo lunar, sino que se admite en la Luna una atmósfera de poca altura, donde se reflejan y refractan los rayos solares, concurriendo todas estas inflexiones á producir la gloria que circunda el Sol eclipsado.

Tambien se sabia que en todos los eclipses de Sol observados desde 1842, y en algunos anteriores, se han visto en el contorno del doble astro unos apéndices luminosos, generalmente rosáceos, ya adheridos ó ya separados del borde, que no conservan el mismo tamaño durante todo el eclipse, porque los situados en la parte oriental desaparecen paulatinamente detrás del disco negro, mientras que por el limbo occidental aumenta la altura de los que habia, aparecen otros nuevos y se distinguen algunos aun despues de concluida la totalidad.

Contra la certeza de estos hechos sospechados desde 1842, puestos fuera de duda por varios observadores en 1851, y rectificadlos por el Sr. Liais en 1858, nada se alega, pero se repara que, segun la opinion del

mismo Sr. Liais, del Sr. Adams y otros, el movimiento de la Luna no basta para explicar la variacion de altura notada en las protuberancias, aunque confesando que las mediciones en que se funda este parecer no son mas que aproximadas, con lo que el argumento pierde toda su fuerza, y la observacion queda reconocida como incontestable. Para explicarla satisfactoriamente, y desvanecer las dudas ocurridas sobre si los tales apéndices serian parte integrante del Sol, ó si provendrian de la desviacion que pueden sufrir los rayos solares al rasar el borde de la Luna, se presentaron las diversas hipótesis que dejamos indicadas. De todas ellas la mas antigua y generalmente adoptada es la topográfica, que admitiendo la constitucion fisica del Sol sostenida por Herschel, supone que las protuberancias adyacentes al doble astro son las desigualdades de la fotósfera que no quedan cubiertas por el disco lunar, y que las aisladas ó nubéculas son masas de la misma fotósfera flotantes en la atmósfera que la rodea, cuya teoría, como se ve, es la que liga el estudio de los eclipses con el conocimiento de la estructura del Sol.

No tenemos para qué ocuparnos de algunas otras hipótesis, como la de las nubes planetarias y la atmosférica, que tan cómoda es para explicar los diferentes aspectos que puede ofrecer un mismo fenómeno en distintas estaciones, porque han sido ya de todo punto abandonadas, y solo mencionaremos la óptica del profesor Feilitzsch, que sin más títulos que las otras, nada más que por haber sido mejor desarrollada sostiene todavía la lucha. Pretende esta teoría explicar todas las apariencias de un eclipse solar como efecto de la reflexion, difraccion é interferencias que experimenta la luz del Sol al rasar las asperezas del borde lunar, para lo cual supone, como cosa corriente, que los fenómenos ópticos observados en los experimentos de gabinete, pasarán del mismo modo en la region de la Luna; supuesto que, no fundándose en ninguna prueba directa, ni en razones de analogía, es completamente inadmisibile, por lo que omitimos algunas otras objeciones que quizá convenga presentar más adelante.

Mientras así se discurria sobre los diversos fenómenos de los eclipses solares, todos los astrónomos esperaban que en el de 1860

se determinaria la anchura y centro de la corona; que se averiguaria si su luz proviene de la del Sol reflejada en su atmósfera, y que se medirian con exactitud la situacion angular y la variacion de altura de las protuberancias, porque tales eran los datos que aun los más exigentes consideraban necesarios para salir de tanta confusion. Veamos, pues, si se consiguió este propósito en la observacion de aquel memorable eclipse.

Todo el mundo recuerda el inusitado movimiento científico que se notó á mediados de 1860: en los observatorios oficiales se aprestaban comisiones como para una campaña; los astrónomos extranjeros se concertaban entre sí para aunar sus fuerzas; el Almirantazgo inglés puso á disposicion de los que quisieran observar el eclipse el vapor *Himalaya* para que los trajese á la costa Cantábrica; nuestro ilustrado Gobierno creyó llegado el caso de eximir de las leyes fiscales á los instrumentos astronómicos que se introdujeran, y las autoridades estaban prevenidas para evitar molestias y prestar auxilios á los extranjeros que vinieran á observar en España. Ahora bien, ¿tanta proteccion de propios y extraños y tan cordial inteligencia, tenian por objeto favorecer el estudio de algun fenómeno nuevo y nunca visto? No por cierto. Se trataba sencillamente de observar un eclipse total de Sol, que ocurría en una estacion favorable para observaciones, en un cielo celebrado por su transparencia, y visible desde un país donde habia seguridad de encontrar lo necesario para establecerse: pero la sola reunion de estas circunstancias no parece suficiente motivo para que los astrónomos y aficionados de toda Europa abandonasen sus tareas por contemplar un fenómeno, si no frecuente, no tan raro, que fuera preciso aprovechar aquella ocasion como la única de verlo. Algo nuevo debia esperarse de aquella observacion, cuando tanto se premeditaba el modo de hacerla, para no desperdiciar ninguna de las ventajas que ofrecia aquel eclipse, y cuando se convino en suplir por el gran número de observaciones la imposibilidad de comprobacion. La novedad que tan agitados traía á los astrónomos era que pensaban estudiar el eclipse bajo el punto de vista que lo considera la teoría topográfica, es decir, que esperaban ver la

atmósfera solar y la parte de fotósfera que pudiera quedar descubierta al interponerse la Luna entre el Sol y la Tierra. Esta fue la verdadera causa, el interés que inspiró al mundo científico todo lo referente á aquel eclipse, en el que la parte astronómica se consideró como secundaria, aunque es de la mayor importancia el conocer exactamente ciertos elementos que sirven para explicar cómo deben aparecer las protuberancias en distintas estaciones. No es esto decir que las observaciones relativas á los contactos, diámetros y demás que se conexas con la teoría de los movimientos, hayan perdido su importancia, pero es preciso convenir en que no tienen tanta como antes, porque hay otras muchas ocasiones y medios de hacer observaciones ménos espuestas á error, y porque cuando la perfeccion de las tablas ha llegado al punto de que los Sres. Hanssen y Leverrier sostienen una acalorada controversia con los Sres. Adams y Delaunay sobre una diferencia de seis segundos de arco en la ecuacion secular del movimiento medio de la Luna, no es posible que los geómetras esperen corregir la teoría por la observacion de los eclipses. En tal concepto es como decimos que se consideró secundaria la parte puramente astronómica en el eclipse de 1860, prefiriendo todos estudiar con el mayor cuidado su aspecto físico, y resultando como era consiguiente numerosas observaciones, donde lo accesorio está mezclado con lo esencial, y donde faltan muchas circunstancias, que por fuerza hubieron de desatender los que, no dominando la natural impaciencia y deseo de ver todo el fenómeno, descuidaron la observacion exacta y rigurosa de los detalles, que son la base de esta discusion. Afortunadamente no tenemos para qué referir el cómo se hicieron estas observaciones, que el público ya conoce por las memorias y periódicos científicos; y solo tomaremos de algunas los resultados ciertos que sirvan para nuestro intento, dejando las demás, no porque dudemos un instante de la aptitud y veracidad de sus autores, sino porque creyendo que todos han referido fielmente lo que han visto, no cometeremos la imprudencia de comparar el aspecto de las protuberancias vistas al través del antejo de un sextante, con el que deben presentar reflejadas en un espejo de cuarenta centímetros de

diámetro. Con este criterio, que no es distinto del aplicado á las observaciones astronómicas, vamos á referir las físicas que se hicieron el 18 de julio de 1860.

En las descripciones de la corona, hechas con referencia á lo que cada observador vió en su anteojo, no encontramos mas que la reproduccion de todas las divergencias notadas en los eclipses anteriores respecto á color, brillo, extension y demás particularidades, que unos han observado y para otros han pasado desapercibidas, sin que por eso deje de haber muchas observaciones que convienen en la direccion que tenian los grandes haces de luz blanca, en su situacion sobre la circunferencia del disco negro, y en la diversa inclinacion de otros rayos brillantes, que no siendo normales, se encontraban hácia el extremo de la auréola formando una especie de hojas; pero no es necesario esforzarse en poner de manifiesto estas concordancias, que siempre podrian tacharse de estar fundadas en vagas apreciaciones, cuando tenemos dos observaciones de mayor excepcion, que aclaran cuantas dudas pueden suscitarse sobre el origen de la corona.

Es una de ellas la verificada en Briviesca por el Sr. Prazmuski; astrónomo de Varsovia, que vino á España con el solo objeto de estudiar la luz de la corona, sin cuidarse de los demás accidentes que, procediendo de otras causas, podrán modificar el aspecto del fenómeno, pero no alterar su esencia. Partiendo este hábil observador de los experimentos de Arago sobre polarizacion, y convencido de que era el medio mas directo de averiguar si la luz de la auréola provenia del Sol, se valió para estudiarla de un anteojo con ocular terrestre, que aumentaba veintidos veces, el cual convirtió en polaríscopo poniendo en el foco del objetivo una placa de cuarzo de doble rotacion, y entre el primero y segundo cristal del ocular, donde el haz luminoso está mas adelgazado, un prisma de Nicol, obligado á girar del mismo modo que la placa, con cuya disposicion el campo del anteojo quedaba dividido en dos partes por una línea oscura.

Dirigido el anteojo al Sol eclipsado, y colocada la imágen en el centro del campo, la línea negra era vertical, y los dos segmentos de la au-

réola solo presentaban la misma coloracion en sus extremidades superior é inferior, y á los dos lados de estos puntos ambas mitades estaban coloreadas de tintas complementarias, rojo de rubi y verde esmeralda. Girando luego el antejo al rededor de su eje óptico, todo seguia lo mismo con relacion á la linea oscura, de cuya sencilla ó intachable observacion dedujo el Sr. Prazmuski que la luz de la corona estaba polarizada en el plano normal al borde del doble astro.

No contento el astrónomo polaco con haber desvanecido toda incertidumbre sobre el sentido de la polarizacion de la corona, y sabiendo que bajo este punto de vista no habia dato alguno respecto á las protuberancias, porque no se habia aislado su luz para examinarla con independencia de la del fondo, resolvió tambien este problema, valiéndose de un antejo de doble fuerza que el usado para la auréola, el que tenia entre el primero y segundo cristal una lámina de cuarzo de simple rotacion, y delante del ocular un prisma birefringente de ángulo muy pequeño, que daba á las imágenes una separacion angular de minuto y medio, pudiendo además girar sobre sí mismo. En este polariscopio la Luna y la corona aparecian bien separadas por el prisma, pero en tan pequeña cantidad, que la mayor parte de su extension se hallaba formada por dos imágenes complementarias reconstituyendo la luz blanca. Las protuberancias aparecian igualmente duplicadas, y como su extension era menor del minuto y medio que separaba el prisma, resultaba que sus dos imágenes no estaban nada sobrepuestas, viéndose ambas proyectadas con toda claridad sobre el fondo blanco de la corona, Si las protuberancias hubiesen estado polarizadas, sus dos imágenes hubieran aparecido coloreadas de tintas complementarias; pero como ambas tenian el mismo color y de la misma intensidad, se infiere que su luz no estaba polarizada.

Aunque parezca impropio de este escrito la minuciosidad con que hemos referido esta observacion, creemos necesario hacerlo así, para que conste que aplicamos á estas observaciones el mismo criterio que á las astronómicas, y para que, conociendo el procedimiento, no quede duda sobre las deducciones.

De tan importantes y exactos resultados se infiere que la luz de la corona emana del Sol, y que ha sido reflejada en una atmósfera gaseosa, de donde viene casi bajo el ángulo máximo de polarización, que siendo para los gases de cuarenta y cinco grados, prueba que las partículas gaseosas sobre que se opera la reflexión deben hallarse próximas al Sol, y que solo una atmósfera trasparente, que le rodee, es la que puede satisfacer á las observaciones.

Por el contrario, de que las protuberancias no envían luz polarizada, portándose como las nubes de la atmósfera terrestre, deduce el Sr. Prazmiski que son nubes solares, no formadas de partículas gaseosas, sino sólidas ó líquidas, cuya deducción, si bien puede contrariar la hipótesis herscheliana sobre la constitución física del Sol, no perjudica en nada á la teoría topográfica, que se limita á sostener que las protuberancias rosáceas son objetos reales pertenecientes á la fotosfera solar.

La otra observación, que llamamos así por conservar este nombre á todos los datos recogidos en el momento del eclipse, y que sirve para completar el estudio físico de la corona, es la interesante colección de fotografías, obtenidas en Tarazona por el Sr. Foucault, célebre físico francés, que, formando parte de la comisión de astrónomos de París, vino á España con la modesta pretensión de hacer algunos ensayos sobre el poder fotogénico de la luz de la auréola. El aparato que usó era una cámara oscura ordinaria, dispuesta paralácticamente con un objetivo doble de gran abertura y foco corto, que daba sobre el cristal raspado una imájen solar muy brillante. Con esta cámara, y usando colodion húmedo, sacó tres pruebas, una en diez segundos de exposición, otra en veinte y la tercera en sesenta, tratándolas en seguida á todas por el sulfato de hierro y el cianuro de potasio para obtener imágenes positivas. En las tres placas quedó bien impresa la corona, solo que en cada una la extensión es proporcional al tiempo de exposición; así que en la tercera, su anchura es triple del radio lunar. También se ve que la intensidad luminosa de la auréola va decreciendo conforme se separa del disco central, perdiéndose sus límites en el fondo del cielo, y notándose ciertas variaciones positivas y negativas que figuran los rayos de una gloria, dis-

tinguiéndose entre ellos uno mas vivo y mayor que los demás. ¿Quién sino la Fotografía hubiera podido conservar un retrato tan fiel de lo que todos han visto y no han logrado trasladar al papel? Ya no quedará duda de lo inciertas que son las apreciaciones, y de cómo debe estudiarse la corona para que los resultados sean comparables.

Pero aún hay mas: por la casualidad de haber recibido el aparato alguna lijera sacudida cuando ya estaba descubierto el objetivo, han quedado impresas en la primera placa varias imágenes, que se habrán formado accidentalmente en fracciones de segundo, por lo que se reducen á un contorno luminoso circundando el disco negro, pero todas reproducen ciertas variaciones de intensidad que descubren la mayor luz que habia por donde acababa de ocultarse el Sol; cuyo resultado inesperado, confirma lo que ya habian dicho las observaciones, y prueba tambien la actividad fotogénica de la auréola. No sabemos si se ha publicado este precioso trabajo, pero sentiremos que por exceso de modestia, ó porque no sea artísticamente perfecto, queden inéditas estas fotografías, que son los mejores y mas auténticos documentos referentes á la corona que pueden legarse á la posteridad, y quizá los únicos en que podrá determinarse micrométricamente con cuál de los dos astros coincide el centro de la auréola que los rodea, estudio que completará cuanto hace falta para decidir si aquella pertenece al Sol, ó se forma accidentalmente en el borde de la Luna.

No son menos exactas ni concluyentes algunas observaciones de protuberancias que no se han tenido en cuenta al discutir sobre su origen probable.

El Sr. Otto Struve, Director del Observatorio de Poulkova, que observó en Pobes con el mismo anteojó que usó en Lomza para observar el eclipse de 1851, notó, cuarenta y siete segundos antes de la totalidad y cerca del punto Sur, unas apariciones ó fenómenos luminosos que creyó no tenían el verdadero carácter de las protuberancias, pareciéndole mas bien masas de nubes grises flotantes en la corona, pero con los bordes muy iluminados. Despues vió en el borde oriental las mismas protuberancias que se observaron en otras estaciones, y constan en las

fotografías; y fijándose en una situada cerca del punto Norte, midió dos veces su altura, que en el intervalo de cuarenta segundos solo varió de veintisiete á treinta y dos segundos de arco, cuya pequeña variacion correspondia perfectamente con la situacion que ocupaba respecto al movimiento de la Luna. Le llamó en seguida la atencion una bella protuberancia situada en el borde occidental, donde registrando poco antes nada habia visto, y midiéndola halló que tenia setenta y seis segundos de altura, cuyo enorme crecimiento, verificado en dos minutos, corresponde muy bien á la situacion que ocupaba en la direccion del movimiento lunar y cerca del punto por donde reapareció el Sol, que con su luz lo borró todo, impidiendo una segunda medicion. Cuando ya nada se podia ver por este lado, miró otra vez á la protuberancia oriental cerca del punto Norte, la que reconoció perfectamente, y continuó viéndola tres minutos despues de acabada la totalidad, y hasta que la falce solar distaria de ella unos diez grados.

El Sr. Winnecke, astrónomo de Poulkova, que observó cerca de Pobes con un antejo igual al del Sr. Struve, confirma la observacion de éste respecto á la protuberancia oriental cerca del Norte, que la siguió viendo durante cinco minutos y diez y ocho segundos despues de reaparecer el Sol, y cuando el filete solar solo distaba de ella un arco de pocos minutos, notando que en todo este tiempo no cambió su forma ni dimension, solo que paulatinamente iba perdiendo luz, pero conservando el tinte rojo hasta el fin.

El astrónomo real de Inglaterra, Sr. Airy, que por tercera vez observaba un eclipse total, se situó en Hereña, cerca de Pobes, con intencion de medir los ángulos de posicion de las protuberancias, como efectivamente lo hizo; pero habiendo quitado el cristal oscuro antes de empezar la totalidad, vió con asombro que, aunque brillaba el Sol, se distinguian en todo su esplendor dos protuberancias y una nube flotante, todas rojas, y al acabarse la totalidad siguió viendo la nube, y tomó las últimas mediciones de una protuberancia despues de reaparecer el Sol.

En estas observaciones, y en las de la comision rusa, que no se ta-

charán de inciertas, encontrarán la satisfacción de sus dudas los que no saben explicarse por qué unas protuberancias varían de altura, cuando otras conservan casi el mismo tamaño durante todo el eclipse.

El Sr. d'Abbadie, en Briviesca, también se dedicó á medir la altura de una protuberancia, pero con tan poca suerte que, dudando de una de las mediciones, la corrigió deduciendo luego que la variación no correspondía al movimiento lunar; pero el Sr. Airy, rehaciendo el cálculo, le probó que estaba bien antes de retocar, y que los resultados en tal supuesto estaban acordes con lo que debía producir la marcha de la Luna, salvas las diferencias que caben en esta clase de mediciones, cuya inexactitud reconoce el mismo Sr. d'Abbadie, quien con laudable escrupulosidad explica todas las circunstancias que pueden alterar su observación. Tampoco vió la nubécula que vieron el Sr. Lespiault y otros en la misma estación; pero no la niega, confesando que es muy fácil no ver una cosa que no se mira.

Los Sres. Villarceau y Chacornac, astrónomos del Observatorio de París, situados en el Moncayo con telescopios del sistema Foucault, montados ecuatorialmente, y adaptando al ocular unos micrometros especiales, midieron por casualidad una misma protuberancia, que es la situada en el borde oriental no lejos del Norte, esto es, la misma que midió dos veces el Sr. Struve, cuya coincidencia ratifica y avalora la observación. El primero halló que en dos minutos el ángulo de posición varió tres grados y medio, y el segundo dedujo que en seis minutos y once segundos el mismo ángulo había variado diez grados y siete décimas, cuyas variaciones están acordes; debiéndose solo advertir que el Sr. Chacornac hizo la última observación tres minutos y veintitres segundos después de reaparecer el Sol, lo que no es de extrañar, porque empleaba un telescopio de cuarenta centímetros de diámetro, que es, sin disputa, el mas poderoso instrumento con que se ha observado aquel eclipse, y cuyo resultado confirma el del Sr. Struve, probando sin contradicción de cuán distinto modo pueden aparecer los objetos según los instrumentos que se empleen. Tan importantes observaciones, que no se tacharán por cierto de inexactas, no se mencionan siquiera por los

que se complacen en discurrir sobre la observacion que ha hecho cualquier aficionado á la simple vista; pero no porque se las desatienda serán menos ciertas, ni tendrán menos valor, deduciéndose rigurosamente que si no se las refuta es porque son incontestables.

Pero aún hay otra observacion que confirma las anteriores, debida al Sr. Bruhns, Director del Observatorio de Leipzig, quien observó en Tarazona la misma protuberancia estudiada por los Sres. Struve, Villarceau y Chacornac, porque desde luego le pareció que era la mas á propósito para decidir si pertenecia al Sol, en atencion á que la distinguió dos minutos antes de ocultarse aquel, continuó viéndola del mismo tamaño y forma durante la totalidad, y la siguió ocho minutos y medio despues de reaparecer la luz. Calculando luego lo que debia variar la posicion angular de esta protuberancia respecto al centro de la Luna en los trece minutos y siete décimos que estuvo visible, halló que era de veintiseis grados y tres décimos, y haciendo el mismo cálculo con respecto al Sol sacó que la variacion solo era de un grado, error que cabe muy bien en la incertidumbre de las mediciones.

En otras estaciones como Vitoria, el Desierto de las Palmas, Castellon y Oropesa, se hicieron observaciones análogas, y muchas contestes con las anteriores, por astrónomos de reconocido mérito, las que no consideramos tan concluyentes como las ya consignadas, porque los observadores, deseando verlo todo, no se han contraido á estudiar un solo fenómeno, mezclándose por consiguiente la apreciacion en sus mediciones. Solo reparamos que en algunos puntos, como Castellon, todos estaban contagiados de la teoría óptica, representada allí por su autor el Sr. Feilitzsch; de modo que todo lo interpretan en el mismo sentido, llegando á decir que la nubécula no existia hácia el medio de la totalidad, siendo así que entonces mismo dejaba impresa su imájen en las fotografías que sacaban en la estacion del Desierto, tan inmediata á Castellon. Entre una descripcion y un retrato ¿quién vacilará para decidir de qué lado está la verdad? Si el Sr. Plantamour extraña no haber visto la protuberancia aislada cuando aún existia, le contestaremos con D'Abbadie que muy bien puede no verse un objeto que no se mira, y que algo

puede tambien depender del tamaño de su anteojo, con el que confiesa que no obtuvo mas que resultados aproximados, aunque le parece que no podia ser mucho el error porque la imájen era pequeña; mas por lo mismo creemos nosotros que caben mayores errores en la estima de ángulos y alturas.

Tambien es curioso que el Sr. Feilitzsch, que niega la realidad de las protuberancias, ha visto las mismas, y en los mismos sitios que las observadas en otras estaciones muy distantes de la suya, y en la corona ha visto los mismos haces de luz ó ráfagas que en Tarazona, y hasta el rayo curvilíneo, que compara á un arco de lira, y que se le ha olvidado pintar en el dibujo que acompaña á su relacion del eclipse.

Pero todavía hay documentos mas auténticos é irrecusables de la realidad de las protuberancias, obtenidos por medio de la fotografia, que ensayada con cierto temor de que no sirviera para fijar fenómenos tan fugitivos, y cuya fuerza actínica se-desconocia, ha dado resultados tan admirables y exactos, que de hoy en adelante será considerada como el mas poderoso y fiel auxiliar de la Astronomía.

El Sr. Warren de la Rue, comerciante inglés, que como otros de igual clase dedica sus ocios y su fortuna á trabajos astronómicos, y muy conocido por sus fotografias de objetos celestes, se trasladó con el foto-heliógrafo del Observatorio de Kew á Rivabellosa, cerca de Miranda, y auxiliado de los Sres. Beckley, Downes, Bech, Reynolds y Clark sacó treinta y una pruebas del eclipse, dos de las cuales pertenecen á la totalidad, y son las mas interesantes. En la primera de éstas aparecen con gran exactitud todas las protuberancias del limbo oriental, inclusa la nubécula, observadas en la mayor parte de las estaciones; y aunque la prueba está pasada por haber estado espuesta un minuto en la duda del tiempo que seria necesario para obtener imájen, tiene tales detalles que se encuentra todo lo descubierto en los anteojos, y aun algo mas, porque se ve una especie de garfio, que no distinguió el Sr. La Rue con un anteojo de tres pulgadas de abertura, porque su color no era perceptible, pero que tenia bastante poder fotogénico para dejar su huella en la placa. Tambien aparece en esta prueba la protuberancia grande

observada en Pobes, en el Moncayo y en Tarazona, y la pequeña punta que vimos desde la última estación en la parte occidental del limbo cerca del punto Norte.

En la segunda fotografía todo aparece cambiado: el disco negro casi cubre la gran protuberancia y la cordillera que había por donde desapareció al Sol; la nubécula está tocando al borde; la gran protuberancia, que se vió aun después de acabada la totalidad, conserva todo su esplendor, y la pequeña que había al otro lado del punto Norte ya es enorme, y seguida de la cordillera de llamas que anunció el punto por donde reapareció el Sol. Tan fiel retrato del portentoso fenómeno, que todos han contemplado atónitos, sin poder dar cuenta de sus continuas variaciones, porque no es posible atender á todas, entusiasma, y quita hasta la más leve duda de que la Luna haga otro efecto que el de una pantalla que no cubre todas las desigualdades de la fotosfera solar.

A mayor abundamiento, y por si aún se objetara que las fotografías del Sr. la Rue no son más que la copia del aspecto que presentó el eclipse en Rivabellosa, tenemos las pruebas sacadas por el Sr. Monserrat en el Desierto de las Palmas con la ecuatorial de Cauchoix, que trajo de Roma el P. Secchi. Cinco son las fotografías de la totalidad, obtenidas del tamaño de la imagen focal sin amplificar, por temor de que, disminuyendo la intensidad de la luz, le faltara fuerza para reaccionar sobre la placa sensibilizada, y que muestran, según la época de su exposición, todas las protuberancias descritas anteriormente. Habiendo aumentado después las negativas hasta darles las cuatro pulgadas de diámetro que tienen las inglesas, la perfecta correspondencia se descubre á primera vista; pero nos creemos dispensados de establecer aquí el paralelo, porque con su habitual maestría lo ha hecho ya el P. Secchi, y recientemente el Sr. de la Rue ha presentado á la sociedad Real de Londres una comunicación probando la identidad de los objetos fotografiados en Rivabellosa y en el Desierto de las Palmas.

En vista de tan concluyentes resultados, cuyo acuerdo se manifestaría aún más claro si la naturaleza de este escrito permitiera acom-

pañar dibujos, nos parece que la cuestion está definitivamente resuelta á favor de la teoría topográfica, que tiene medios de explicar naturalmente, y sin apelar á analogias forzadas, todos los fenómenos auténticamente confirmados; pero no son de esta opinion los que, sordos á la razon, y cerrando los ojos para no ver nada de lo que dejamos consignado, comentan cuantas discordancias aparecen en las demás observaciones, y mezclando los hechos con las causas que pueden explicarlos, producen tal confusion de ideas que, mirada la discusion ligeramente, hay motivos para creer que fueron perdidas como las anteriores las observaciones del eclipse de 1860. Y aun podria decirse que el resultado es peor, porque se han aumentado las discordancias fundadas en observaciones aproximadas ó no depuradas de los errores necesarios y accidentales que las vician, y además los que observaron con alguna prevencion han tenido el gusto de verla confirmada; de modo que todos han vuelto á su campo, rompiéndose de nuevo las hostilidades con mas enerjía que nunca.

El Sr. Faye se presentó al instante en la Academia de ciencias de París, no á sostener la teoría óptica, que nunca ha apadrinado francamente, sino á combatir la topográfica con nuevos é ingeniosos argumentos, entre los que merece especial mencion el que tiene por objeto probar la existencia de una atmósfera lunar que, dilatada por el largo tiempo que ha estado expuesta á la accion de los rayos solares, se desbordara en la época de los eclipses dando lugar á fenómenos de difraccion y refraccion que explicarian la corona, contribuyendo á disminuir la duracion de la totalidad. Pero sin negar la posibilidad de que exista esta atmósfera, descubierta por tan seductor raciocinio, bien merece la pena de que se explique en tal supuesto la polarizacion de la luz de la corona, estudiada con todas las condiciones de una observacion rigurosa por el profesor Edlund en 1851, y confirmada por el Sr. Prazmuski en 1860; y que la explicacion se estienda á decir por qué es tan pronunciada la polarizacion en la corona, y por qué no existe en las protuberancias, cuyas circunstancias se explican sencillamente admitiendo una atmósfera gaseosa al rededor del Sol, en la que se operará la

reflexion de la luz, que llegará á la Tierra polarizada y bajo el ángulo máximo de polarizacion.

El abate Zantedeschi, acorde con el Sr. Faye, tambien atribuye la corona de los eclipses á luz reflejada y refractada en la atmósfera lunar, la cual admite fundado en sus experimentos de que no hay ningun cuerpo verdaderamente fijo; añadiendo que si la Luna no está rodeada de una capa gaseosa, lo estará de moléculas muy ténues de su misma materia, que bastarían para producir inflexiones de luz; y no repara que, aun pasando por que haya moléculas que se sostengan elevadas por alguna fuerza misteriosa, el racionio se aplicará mejor que á la Luna al Sol, cuya superficie está constantemente agitada: de modo que el argumento vendria á probar que debe existir la atmósfera solar, á no ser que se sostenga que no hay ningun cuerpo fijo sino el Sol.

Lo admirable es que se hicieran tantos esfuerzos, y se incurriera en tales contradicciones para negar la atmósfera solar, cuando ya estaba puesta en evidencia por los experimentos del Sr. Kirchhoff, publicados desde principios de 1860.

Continúa el Sr. Faye sus argumentos reproduciendo la antigua lista de observaciones discordantes, reforzada con las notadas ultimamente, y no se ocupa de refutar ó explicar los defectos que encuentra en las mediciones de alturas y de la posicion angular de las protuberancias, cuyas observaciones recomendó él mismo, así como la obtencion de pruebas fotográficas, de que tampoco ha hecho caso alguno; por lo que no le seguiremos en el escabroso camino donde es tan frecuente encontrar hipótesis que desvian de la verdad y conducen al error, bastándonos saber que en medio de la discusion ha confesado, que la fotosfera puede no tener en todos sus puntos igual grueso ó espesor, y que no permaneciendo insensible á las consecuencias del análisis espectral, se inclina ya á creer en la existencia de la atmósfera solar, con la sola reserva de que desea ver aplicado este procedimiento al estudio de las protuberancias.

Tomando otros por bandera la teoría óptica, predicán con empeño el abandono de la hipótesis topográfica, presentándola en caricatura

como necesitando seis fotósferas para explicar los fenómenos de los eclipses, cuya observacion les parece una mera curiosidad sin relacion alguna con el conocimiento del Sol. Tambien desechan la hipótesis herscheliana sobre la estructura solar, que tan perfectamente explica la observacion de las manchas, calificándola de Sol fraguado en el gabinete, como si hubiera algo que no sea hipotético respecto á la naturaleza del Sol: y los que así tachan el raciocinio por analogía para llegar á lo que no puede descubrirse directamente, fundan todo su sistema en la analogía que hay entre los eclipses y lo que pasa en una cámara oscura cuando se intercepta el rayo de luz que entra por un agujerito con una pantalla de dos ó tres milímetros de diámetro.

Partiendo de esta paridad improbable é improbada, y olvidando las condiciones esenciales del experimento recomendadas por Fresnel, suponen que todo sucederá lo mismo cuando el foco luminoso sea el Sol, la pantalla la Luna, y la distancia á que se observa el fenómeno sesenta radios terrestres; admitiendo además que las escabrosidades de la superficie lunar son hendiduras tan estrechas como las que puedan abrirse en una cámara, y que las montañas lunares son corpúsculos, y otras varias convenciones por el estilo, que una vez consentidas, sería preciso admitir las consecuencias que de ellas se deducen; pero, como no sabemos de ningun experimento directo ni análogo que autorice para semejante generalizacion, no creemos necesario detenernos á juzgar esta teoría, que falsea por su base. Tampoco nos parecen suficientemente justificados los hechos que así se pretenden explicar, y de donde se sacan argumentos contra la teoría topográfica, porque no se hace mas que reproducir la antigua lista de discordancias recogidas por el Sr. Feilitzsch, sin tomar en consideracion ninguna de las observaciones exactas verificadas en 1860, y parándose á comentar algunas como la del Sr. Bianchi, óptico de Tolosa, á quien se le figuró ver reproducidos entonces los mismos fenómenos que observó en 1842. Tomar en consideracion el dicho de un aficionado, que aunque fuera una observacion, en el hecho de ser aislada no constituiria ciencia, ni de ella se deduciria nada general, y no mencionar las observaciones de los

Sres. Airy, Struve, Villarceau y Chacornac, es un modo bien raro de buscar la verdad, comparable solo al hecho de sostener que desapareció la nubécula hácia el medio del eclipse, cuando todavía aparece su imagen en las fotografías sacadas en el Desierto algun tiempo despues. Otro tanto pudiera decirse del modo de negar los incontestables resultados de la polarizacion, suponiendo que no está bastante adelantada para establecer conclusiones sobre la atmósfera solar, fundándose en paridades de lo que pasa en los gabinetes. Ni la polarizacion de la corona se ha estudiado comparándola con los experimentos de gabinete, y aunque así fuera, no serian los partidarios de la teoría óptica los que tendrian derecho para rechazarlos, cuando todo su sistema se funda en experimentos indebidamente generalizados.

Pero á qué continuar señalando las contradicciones inevitables en que incurren los que pretenden sostener analogías que no existen, cuando la teoría topográfica triunfa en toda la línea con sus observaciones concluyentes y contestes relativas á protuberancias, con los retratos del fenómeno acordes entre sí y con la observacion, cuando descubre la atmósfera solar por la polarizacion y por la análisis espectral, que tan oportunamente ha venido en su apoyo, y cuando la teoría óptica solo puede oponer unas cuantas negaciones, ó sean observaciones contradictorias, hechas con instrumentos medianos, y reconocidas por sus mismos autores como aproximadas.

Tiempo es ya de que expongamos la explicacion de los fenómenos observados en los eclipses totales de Sol, segun se desprende de los datos que dejamos consignados, pero concretándonos á la corona y las protuberancias, que son los únicos de que nos hemos ocupado, por lo conexionados que están con la constitucion física del Sol.

En la auréola hay que distinguir la luz blanca, cuya intensidad decrece insensiblemente desde el borde lunar hasta perderse en el fondo del cielo, de las ráfagas luminosas y rayos brillantes que, mezclándose con ella, dan á toda la corona el aspecto de una gloria. La primera es la manifestacion de la atmósfera solar, que solo llega á ser visible cuando la Luna oculta el disco del Sol, y que se puede decir

fué descubierta por Arago al estudiar el eclipse de 1842, quedando así completa y no complicada la hipótesis herscheliana, que supone el Sol terminado por la fotosfera. Esta atmósfera debe ser gaseosa, diáfana, de densidad decreciente á partir de la superficie, y de una extension que no se puede medir sino por la impresion que ha dejado en las fotografías del Sr. Foucault; pero aun con estas condiciones, que son las generales, y creyendo que participará de las inmensas borrascas que agitan la fotosfera, no basta para explicar las grandes ráfagas de diferente brillo y extension que el resto de la corona. Se cree generalmente que esto proviene de la diversa reflexion que sufren los rayos solares al chochar con el globo lunar, cuya opinion se funda en las apariencias análogas que se notan produciendo un eclipse artificial, como lo hicieron La Hire y De l'Isle, ó modificando el experimento como lo ha hecho el P. Secchi, y si se confirma que la Luna tiene cierto poder reflectante especular, se robustecerá mucho esta interpretacion, á la que hay que agregar que todo el fenómeno se ve á través de la atmósfera terrestre, que producirá refracciones anormales dependientes de la diversa densidad de las capas paralelas al cono de la sombra. De modo que la corona del astro doble se puede considerar formada por la que rodea al Sol, sobre la cual se proyectan los rayos de luz reflejados en la Luna, y toda ella modificada por la influencia de nuestra atmósfera, que no tiene su estado normal en las inmediaciones del cono sombrío.

Las protuberancias rosáceas adheridas al borde del disco negro serán las crestas de las extensas ondulaciones de la fotosfera, que quedan descubiertas cuando la Luna oculta el último punto que emite luz blanca, y el color puede provenir de la absorcion que produzca la atmósfera solar entre las últimas capas de la fotosfera, que regularmente estarán mas enrarecidas que las inferiores; y tambien puede ser porque estas capas tengan una composicion análoga á la de nuestras nubes. Las protuberancias aisladas ó flotantes, que tienen el mismo color y transparencia que las otras, serán masas de la misma fotosfera, elevadas á grande altura por las fuerzas ascensionales que, partiendo

del interior, rasgan la fotosfera, ó bien trasportadas fuera del nivel medio por efecto de la rotacion. En este supuesto, las protuberancias del borde oriental, situadas en la direccion del movimiento lunar, desaparecerán segun que avance el disco negro, y crecerán en la misma proporcion las que ocupen una situacion diametralmente opuesta; cuyo efecto quedará modificado para las demás protuberancias proporcionalmente á la posicion que tengan sobre el borde, llegando el caso de que las que estén en una direccion perpendicular á la órbita de la Luna no variarán de forma ni tamaño mientras sean visibles, y solo se notará que no pertenecen á nuestro satélite porque se las verá en diferentes puntos del borde. Esta explicacion, aunque establecida *à priori* por la hipótesis topográfica, se halla hoy plenamente confirmada por las observaciones directas, y puesta en evidencia á perpetuidad por las imágenes fotográficas. Por manera, que á la atenta observacion de los eclipses, verificada segun las inspiraciones de esta hipótesis, se debe el haber reconocido las capas superiores de la fotosfera, que deben tener una constitucion análoga á la de nuestras nubes, puesto que como éstas aparecen algunas completamente aisladas, y el haber descubierto la atmósfera del Sol, que tan combatida ha sido hasta que la ha confirmado el estudio del espectro solar.

Conste tambien que la teoría topográfica ha obtenido tan felices resultados, no buscando observaciones que acomodar á su propósito, sino deduciendo de las verificadas en condiciones aceptables, que los fenómenos vistos no eran subjetivos, como pretende la teoría óptica, sino realidades que pueden aparecer algo desfiguradas por la constitucion anormal de la atmósfera terrestre en las inmediaciones del cono de sombra, y por la calidad de los medios que se empleen para observarlas.

Probar que la corona y las protuberancias de los eclipses tienen existencia real, es lo que únicamente se proponia la teoría topográfica, y lo que ha demostrado al fin por diversos procedimientos concurrentes y contestes, sin cuidarse para nada de las consecuencias que de tales resultados se deduzcan, ni de las dificultades que ocurrirán al

ponerlos en armonía con las hipótesis admitidas sobre la constitucion física del Sol, y sin considerarse menos triunfante porque aún queden algunas observaciones aisladas sin esplicacion satisfactoria.

Deslindada así la diferencia que hay entre la observacion de un eclipse y su explicacion, corresponde ya exponer cómo interpretan los fenómenos observados las dos hipótesis que procuran explicar la estructura del Sol, pero de tan delicado asunto solo diremos algunas palabras para no abusar mas tiempo de nuestro indulgente auditorio.

Desde que W. Herschel, fundándose en la famosa observacion que hizo Wilson de una mancha solar cerca del borde, dió cuerpo á las opiniones de Bode, Michell, Schroeter y otros, quedó reconocido como cierto que el Sol está formado de un núcleo opaco, rodeado de una atmósfera mas ó menos diáfana, la que á su vez está recubierta por una capa de nubes inflamadas ó simplemente luminosas, que constituyen la fotosfera; cuya hipótesis dominó sin rival por lo bien que explica la formacion de las manchas, que se atribuye á erupciones de fluidos elásticos que rasgan la superficie brillante, dejando abiertas inmensas cavidades oscuras donde cabria holgadamente la tierra, y las cuales llegan á cerrarse por la continua aproximacion de sus bordes.

Mas á pesar de la extraordinaria agitacion que revelan estas apariencias, y de las frecuentes y rápidas variaciones que se han notado en el disco del Sol, desde Scheiner y Galileo, por varios observadores, á nadie se le ocurrió que debia estar rodeado de una atmósfera trasparente; así que, al descubrirla con motivo del eclipse de 1842, no fué bien recibida por todos, creyendo algunos que se complicaba mucho la estructura del Sol, cuando lo realmente inexplicable sería que no hubiera atmósfera donde reina tanta actividad. Vinieron luego á confirmar aquella los estudios hechos por el P. Secchi y el Sr. Chacornac sobre la intensidad luminosa del disco solar, los que prueban, de conformidad con lo hallado por Bouguer, que el Sol brilla menos en los bordes que en el centro, y como los bordes pasan sucesivamente á ser centro, claro es que la variacion de brillo depende de la absorcion de su atmósfera. Lo mismo se ha obtenido estudiando el calor que emiten los diversos

puntos del disco solar, cuyos resultados, acordes con los anteriores, están plenamente confirmados por las imágenes fotográficas del Sol, que presentan una degradación de luz desde el centro á la circunferencia, tan perceptible, que parece un ligero sombreado al difumino. Por último, los experimentos de los Sres. Bunsen y Kirchhoff han venido á corroborar la existencia de la atmósfera solar, que ya estaba admitida entre todos los que, deseando conocer la verdad, no rechazan las observaciones que contrarian su opinion.

Pero ahora surge una nueva dificultad. Para explicar el Sr. Kirchhoff las rayas oscuras que encuentra en el espectro solar, supone, por analogía á lo que sucede con las llamas artificiales, que en la atmósfera del Sol hay metales volatilizados que interceptan las rayas brillantes que emitirían directamente; de donde infiere que la fotosfera no es gaseosa, y que la estructura del Sol no es la generalmente admitida, sino que debe estar formado de un núcleo sólido ó líquido incandescente, rodeado de una atmósfera diáfana de menor temperatura. Y para conciliar esta opinion con el hecho incontestable de que la luz de la fotosfera no está polarizada, como debia suceder si fuera sólida ó líquida, dice que, por el estado de continua agitacion en que estará aquel océano de fuego, la luz saldrá bajo diversos ángulos, y no habrá plano uniforme para el sentido de las vibraciones, desapareciendo la polarizacion, que solo se percibe cuando la superficie luminosa está tranquila. Aunque es ingeniosa esta explicacion, mientras no esté demostrada experimentalmente no la creemos admisible, porque equivale á renegar de los descubrimientos de Arago, que tan satisfactoriamente interpretan ciertos fenómenos, y porque nos parece que el Sr. Kirchhoff generaliza demasiado pronto lo que observa en el espectro, sin haber tenido en cuenta, á lo menos que sepamos, que con las rayas oscuras producidas por la absorcion de la atmósfera solar se mezclarán tambien las telúricas, notadas hace tiempo cuando el Sol tiene poca altura, y que segun las delicadas observaciones del Sr. Janssen permanecen visibles todo el dia, sin otra variacion que la de estar mas desvanecidas, modificando por consiguiente el espectro de todos los astros.

Tampoco nos satisface la esplicacion de las manchas solares que da el Sr. Kirchhoff, atribuyéndolas á nubes flotantes que interceptan la luz, porque esto no explica la penumbra, ni la desaparicion de la mancha por la reunion de sus bordes, ni está acorde con la profundidad que se descubre al observar una mancha. Así lo han comprendido tambien los que, creyendo que debe abandonarse la hipótesis herscheliana, por no concebir cómo existe un núcleo opaco y frio en medio de una fotosfera ardiendo, presentan para explicar las manchas otras interpretaciones, entre las que figura últimamente la propuesta por el Sr. E. Gautier, que partiendo de que el Sol es un globo liquido incandescente, compara las manchas á las solidificaciones parciales ó escorias que flotan en la superficie de un metal en fusion; cuyo parecer tampoco puede admitirse porque no está acorde con lo que muestran las observaciones.

Resucitada así la vieja hipótesis de que el Sol es un globo ardiendo, renace tambien la dificultad de saber cómo se alimenta esta combustion; y aunque ahora no hay que apelar, como en tiempo de Newton, á los cometas que iban á quemarse en el Sol, porque los progresos de la Física permiten mirar la cuestion de otro modo, el resultado viene á ser el mismo, pues hay que admitir con Waterston y Thomson que la velocidad de los meteoros que entran en la atmósfera solar se convierte en luz y calor, opinion acorde con las ideas del Sr. Grove, pero no suficientemente demostrada para reconocerla como un hecho.

Al considerar las dificultades con que lucha la hipótesis del Sr. Kirchhoff para explicar algo mas que la realidad de la atmósfera solar, se vuelve involuntariamente la vista á la hipótesis de Herschel, en la que, salvo la opacidad y temperatura del núcleo, todo es admisible, y que con igual sencillez explica los fenómenos de los eclipses que las apariencias diarias de la superficie del Sol; que no se opone á la periodicidad de los máximos y mínimos de las manchas solares, descubierta por la ímproba constancia de los Sres. Schwabe y Wolf; que no se altera por la relacion que existe entre estos periodos y los del magnetismo terrestre, hallados por el general Sabine; y que no teme verse abandonada, aunque siendo ciertas las analogías que encuentra el

Sr. Stewart entre las auroras boreales y las protuberancias rojizas, resultara que éstas son la manifestacion de extensísimas auroras solares.

Añádanse á la probabilidad que forma esta agrupacion de resultados tan acordes las importantes observaciones de los Sres. Carrington y Hodgson, que observando, el uno en Redhill y el otro en Highgate, vieron el 1.º de setiembre de 1859 un resplandor ó nubecilla luminosa que se proyectaba sobre el fondo negro de una mancha; la no menos interesante del Sr. Dawes, que el 22 de octubre observó una fábula, que se proyectaba fuera del bordé solar, y pareciéndole que seria el reborde de una mancha que iba entrando, tuvo el gusto de reconocerla el dia 24; y por último, la de los Sres. Parpart y Wacker que observando en Storlus el eclipse, allí parcial, de 1860 vieron tambien un resplandor ó nube que se proyectaba sobre el fondo de una mancha: cuyas observaciones, aunque no numerosas, están hechas con tan buenos instrumentos y son tan fidedignas que renace la esperanza de poder estudiar la naturaleza del Sol sin aguardar la ocasion de que esté eclipsado.

Pero aunque nuestra opinion, y casi nuestra parcialidad por la hipótesis herscheliana, se descubre en las anteriores líneas, no tenemos empeño en imponerla á la Academia. Sea cual fuere la hipótesis que se adopte para interpretar los fenómenos luminosos de los eclipses solares, nuestro objeto está cumplido: ambas hipótesis fundan su explicacion en la realidad de los fenómenos, esto es, que ambas excluyen la teoría óptica y reconocen la verdad de la topográfica.

Terminado así mi propósito, solo teño haber cansado vuestra atencion, sin lisonjearme de que acepteis mis conclusiones; pero tampoco lo pretendo, porque mi único deseo ha sido exponer con sinceridad el juicio que he formado estudiando las observaciones de los eclipses solares sin prevencion de ningun género, y me daré por satisfecho si he conseguido presentaros los datos suficientes para que encontreis justificado el interés que inspira al mundo científico todo lo relativo á tan delicada cuestion.

Tambien confio en que, á través de la oscuridad inherente al asunto y de mi poca destreza para tratarlo, sabreis apreciar la perseverancia

con que los astrónomos contemporáneos arrostran toda clase de dificultades por descubrir la estructura solar, no seguros de lograrlo, pero sí ciertos de que los materiales así recogidos, y las conjeturas aventuradas no serán estériles en el mundo, porque, cuando la sucesión de los siglos presente como verdades lo que hoy parecen misterios, la posteridad comprenderá al menos que no se había perdido la esperanza de llegar á conocer la naturaleza del Sol.

# CONTESTACION

AL DISCURSO ANTERIOR

POR

EL SR. D. EDUARDO RODRIGUEZ,

ACADEMICO DE NUMERO.

---

Señores:

**L**A honra de pertenecer á esta Real Academia, honra para mí de tanto valer que la considero como una de las mas elevadas á que puede aspirár el que se dedica en nuestra patria al estudio de las ciencias exactas, físicas y naturales, impone deberes que llena fácilmente cualquiera de mis dignos compañeros, pero que son para mí demasiado graves. El cumplimiento de uno de estos deberes me obliga á dirigiros hoy la palabra, para contestar á nombre de la corporacion al importante discurso que acabais de escuchar, y espero que, teniendo en cuenta lo difícil de mi posicion, me oireis con indulgencia.

Bien podria tributar grandes elogios, tantos como merece, al nuevo académico por su trabajo, sin temor de que los creyérais dictados por la verdadera amistad que le profeso, puesto que sois jueces competentes y le habeis ya juzgado; pero por esta misma razon lo creo innecesario, y ageno de este lugar, santuario de la ciencia.

El Sr. Novella empieza su discurso, consagrando sentidas frases á la memoria del ilustre académico á quien sustituye. Cierto es todo cuanto dice: la pérdida del Sr. Travesedo ha sido grande para los que nos honrábamos con el nombre de amigos suyos: nunca podrá olvidar-

se lo que con su laboriosidad, unida á un superior talento y profundos conocimientos, ha contribuido al brillo de nuestra Academia, y cuanto ha hecho fuera de ella. Yo desde este sitio le envio un afectuoso recuerdo, que sin duda llegará á la mansion en que sus virtudes le habrán colocado.

La eleccion hecha por el Sr. Novella del tema para su discurso, es ya una prueba de su talento, y de los conocimientos que posee en una materia en que tanto se ha trabajado, y que ha producido tantas encontradas opiniones, ocupándose de ella los hombres mas notables por su saber, que han presentado teorías discutidas con empeño. En efecto, la naturaleza fisica del Sol es una cuestion tan dificil, que no es extraño haya producido lucha muy empeñada entre las eminencias de la ciencia, que suponiendo diferentes causas á los fenómenos observados, han tratado de explicarse la composicion de nuestro magnífico luminar segun su modo de ver, y haciéndose, digámoslo así, un Sol á su manera. En esta confusion de ideas encontradas, se ha juzgado que podia ser un medio á propósito para buscar la verdad, el estudio de los eclipses totales; y entre todos, ha llamado mas particularmente la atención el del año de 1860, ya por el estado en que se encontraba la ciencia, ya por la circunstancia de ser visible en nuestro país, colocado en la culta Europa, y al que con facilidad podian acudir los hombres científicos que deseaban estudiar el fenómeno. En este acontecimiento, que bien puede llamarse notable, tomó una parte activa el nuevo académico, y por eso nos presenta en su discurso muchas observaciones propias, aunque su modestia no le permite nombrarse. Yo tambien fui observador, pero con objeto distinto, y pude sin embargo admirar la grandiosidad de lo que á mi vista pasaba, que nada tenia de extraño en la naturaleza; que se está produciendo en todos los momentos, puesto que la luna, como cuerpo opaco, interceptará siempre los rayos solares y formará eclipses para diferentes puntos del espacio; pero que á nosotros, habitantes de esta pequeña reunion de materia perdida en la inmensidad de los espacios sin fin, se nos presenta como un magnífico é imponente espectáculo, ya veamos en él un hecho sin consecuencia y

de mera curiosidad, ya un medio de obtener datos para resolver si es posible, con ellos, cuestiones interesantes cuyo resultado nos es desconocido. Acabais de oír una descripción hecha por el Sr. Novella con mano maestra, de la grandiosidad é importancia del fenómeno.

Pero permitidme una rápida ojeada á la historia de la cuestion desde su principio, pues la constitucion física del sol ha sido objeto de estudio para los hombres mas eminentes de todas las épocas. ¿Qué es, se han preguntado, esa esplendente antorcha que nos ilumina? ¿Qué, ese foco inagotable de calor que nos vivifica? Natural era la respuesta en los antiguos tiempos, cuando las ciencias se encontraban en su cuna, y cuando los medios de observacion eran imperfectos: entonces se hizo la teoría mas sencilla, suponiéndose por los filósofos griegos que el Sol era un cuerpo incandescente, de una materia incorruptible, mas noble que la de las llamas conocidas que se apaga y hace humo; pero no se fijaron en la naturaleza de este cuerpo, lo cual era superior á sus conocimientos. Mas adelante, cuando fué progresando la ciencia y se perfeccionaron algun tanto los medios de observacion, estudiaron el Sol diferentes sabios astrónomos, y entre ellos el P. Scheiner, que descubrió varias manchas en el disco luminoso; pero sus observaciones fueron recibidas con una sonrisa de incredulidad, porque se avenian mal con la incorruptibilidad de la materia del Sol y con la suposicion de una masa toda candente. Sin embargo, existia Galileo, que con su talento superior comprendió que podrian ser exactas las observaciones del P. Scheiner, y estudiando por sí mismo las vió confirmadas. Entonces ideó una teoría que pudiera explicar el nuevo fenómeno, suponiendo el Sol formado, como se creia en aquella época, de un cuerpo candente, pero añadió que estaba cubierto de una atmósfera gaseosa, en la cual se encontraban nubes en suspension, y estas eran las que producian las manchas, diciendo, para darse á entender, que si el globo en que habitamos fuera luminoso, las nubes de nuestra atmósfera formarían manchas en él, mirándole desde otro planeta. Pero pronto modificó sus ideas sobre esta teoría, pensando que si las manchas estaban formadas fuera del Sol ó como protuberancias sobre él; cuando dos de estas se

encontraran cerca del centro luminoso separadas por un pequeño espacio, y en su movimiento se fueran acercando hácia el borde, era preciso que este espacio disminuyera á la vista á medida que se presentaban las nubes mas de costado y desapareciera al fin; pero esto no sucedía, y por lo tanto Galileo adoptó la explicacion dada por Marius, eminente astrónomo de aquella época, que supuso las manchas solares producidas por escorias ó cuerpos opacos flotando, ó unidos á la superficie del núcleo candente, las cuales podian desaparecer, por la combinacion de los cuerpos que las formaban, con otros que encontrarán en su camino, haciéndose volátiles ó de la misma naturaleza que el resto de la masa, por efecto de la elevada temperatura.

Muchos observadores allegaron después nuevos datos, hasta que Wilson, como resultado de ellos y de sus propios estudios, variando la anterior teoría, mas ó menos admitida en su tiempo, presentó la suya, reducida á suponer el sol formado de un núcleo central oscuro, sólido y relativamente frio, cubierto de una atmósfera ó fotosfera luminosa brillante, compuesta de una especie de bruma ó masa de nubes enteramente móviles: las manchas estarian formadas en este caso por erupciones de gas que, producidas en el núcleo central, romperian la fotosfera, dejando á descubierto una parte del núcleo opaco, que sería la parte oscura de la mancha, resultando la penumbra ó parte menos oscura por el aspecto de las paredes inclinadas de fotosfera que formarían la cavidad. No nos detendremos á examinar las objeciones hechas á esta teoría; pero de las conclusiones de Wilson han resultado dos hechos principales, admitidos y comprobados al parecer por observaciones posteriores: es la primera que la fotosfera debe ser gaseosa y en forma de nubes, lo que la hace enteramente accidentada, dando lugar á las fáculas ó rayas brillantes como efecto de sus ondulaciones: es la segunda, que las manchas son huecos ó cavidades profundas, lo cual parece comprobado tambien, á pesar de negarlo todavía astrónomos eminentes, por el aspecto que presentan las manchas bien definidas cuando se aproximan al borde del sol, pues se ve que no son manchas producidas por cuerpos salientes ó en relieve, como ha supuesto La-

land, ni superficiales, segun decia La Hire: y todavia puede hoy aducirse otra prueba con las fotografias sacadas recientemente por el Sr. Warren de la Rue con dos dias de intervalo, las cuales, colocadas en un estereoscopio, hacen ver la profundidad de la mancha.

A fines del siglo pasado, William Herschel modificó la teoria de Wilson, suponiendo que la fotósfera no tocaba al núcleo central, sino que se hallaba separada de él por otra atmósfera semi-transparente, que reflejando la luz de la fotósfera la impedia llegar hasta el centro. Rotas las dos cubiertas por erupciones gaseosas del núcleo, se reflejaria la luz de la fotósfera en las paredes interiores de la primera atmósfera, y esto produciria la penumbra de la mancha, siendo en ésta el centro oscuro la parte que en la rotura quedaba descubierta del núcleo opaco, lo mismo que creia Wilson. Suponia tambien Herschel que la atmósfera interpuesta, la que por su media transparencia interceptaba mucha parte de luz, reflejaba el calor de la fotósfera impidiéndole llegar hasta el núcleo, el cual por esta causa se encontraria á una temperatura poco diferente á la de nuestro globo, y en condiciones de ser habitado por seres semejantes á nosotros. Aun cuando esta teoria puede admitirse en algunas de sus partes, hay otras que rechaza un ligero exámen. ¿Es fácil darse razon de un núcleo opaco envuelto por una fotósfera que, segun su luz y el calor que de ella percibimos, debe encontrarse á elevadísima temperatura? ¿De qué supondremos formada la atmósfera intermedia? Porque en efecto, no conocemos ni se concibe un cuerpo tan poco conductor del calor, que de capa en capa, y en el trascurso de los siglos no haya llevado el de la fotósfera al núcleo, haciéndole candente, ó cuando esto no sea, elevando por lo menos su temperatura hasta el punto de hacerle inhabitable á seres de nuestra organizacion.

John Herschel, admitiendo en su mayor parte esta teoria para explicar la formacion de las manchas, suponia que en los polos del Sol es menos gruesa la capa atmosférica, porque se aplasta en ellos á causa del movimiento de rotacion solar: de aquí que sea mas rápida la radiacion polar y resulte mayor enfriamiento, debiendo producirse vientos, que penetrando por la fotósfera hasta el núcleo, romperán esta desde

arriba hácia abajo, y formarán las manchas en la region en que aparecen, que es donde se deberán producir estos vientos ó torbellinos; pero por efecto de los mismos vientos, las manchas caminarian hácia el ecuador, lo cual no sucede.

Las observaciones de los eclipses hechas por hábiles astrónomos, han producido tambien importantes descubrimientos desde hace bastantes años. Plantade, en el que observó en 1706, da la descripcion detallada de una auréola luminosa que rodeaba á los dos astros en el momento del eclipse total, y Vassenio en 1733 descubrió varias protuberancias en el borde visible, que mas tarde observó tambien el español Ferrer, y que se viéron en los eclipses siguientes hasta 1842, deduciéndose que estas protuberancias debian pertenecer al Sol, puesto que eran poco variables para los diferentes observadores, y si hubieran sido efectos atmosféricos, cada observador las hubiera visto distintas. Tambien Ferrer creyó que la aureola estaba centrada con el Sol y no con la Luna.

La historia de lo que ocurrió en el eclipse de 1842, observado por muchos sábios astrónomos, nos la ha hecho el Sr. Novella, haciendo ver la discordancia que entonces se notó en las observaciones, ya por el número, color y forma de las protuberancias, ya por el aspecto de la corona luminosa, que todos percibieron; y examinando despues con muy buen juicio estos datos contradictorios, trata de buscar el origen de las diferentes maneras de ver, haciendo notar las divergencias que resultan cuando se compara una cosa que se ve por primera vez con otra antes conocida, y sobre todo en el modo de apreciar su color. Y en efecto, dos distintas personas pueden juzgar del color de los objetos de muy diferente manera, no solo por causas externas, sino por la disposicion particular de los observadores; y entre los muchos ejemplos que en prueba de esto pudieran citarse, existe el de dos hermanos que no distinguen el color rojo del verde, y de otro tercer individuo que confunde con frecuencia estos dos colores y el amarillo, presentándose en otros individuos el mismo defecto por intervalos y no de una manera permanente como en los citados antes: y si bien puede decirse que no

era este el estado en que se encontraba ninguno de los observadores del eclipse, resultará sin embargo que merecen muy poca fe las relaciones del color que se supone haber visto en los objetos.

Después de este eclipse, admitiendo Arago completamente la teoría de W. Herschel hasta en la posibilidad de ser habitado el globo central, añadió que las protuberancias debían pertenecer á la fotosfera, que esta determina el borde exterior visible del Sol, y que se encuentra rodeada de una atmósfera trasparente, invisible en el estado normal de éste, pero visible cuando su luz está interceptada por la Luna.

Pero un experimento posterior de Arago llamó mucho la atención de los astrónomos y físicos, pues fijaba al parecer la naturaleza de la fotosfera. Armado con su polariscopio y tomando luz de los bordes, vió que no ofrecía señal ninguna de polarización, lo cual era una prueba concluyente, en el estado en que se encontraba la ciencia, de que esta luz provenía de un foco gaseoso, y no sólido ni líquido, siendo por tanto la fotosfera gaseosa, y comprobándose una vez mas la exactitud de la misma conclusión de Wilson.

Ya hemos oído lo poco que se adelantó con las observaciones del eclipse de 1850 estudiado por Kutezycki, resultando sin embargo el hecho de haber visto unas protuberancias aisladas. Llegado el de 1851, la discordancia entre las observaciones fué grande, pero se vió que la luz de la corona se encontraba polarizada, y aun se fijó el plano de polarización; también se notó variación en el tamaño de las protuberancias, y una en forma de garfio. Para explicar los fenómenos observados en los eclipses, se había presentado antes una teoría que se llamó atmosférica, suponiéndose que nuestra atmósfera, ya por sus propiedades generales, ya por causa de masas de nubes formadas por la baja de temperatura que ocasiona la interceptación de los rayos solares, producía los fenómenos observados. Esta teoría, que se presentaba en oposición á la topográfica, ó sea la que supone que reside en el Sol mismo la causa de los fenómenos, fué pronto desechada porque era insostenible después de las observaciones hechas en los eclipses hasta 1851. Pero en reemplazo de la teoría atmosférica presentó la suya el

Dr. Feilitzsch, á la que llamó óptica, suponiendo que la luz del Sol, rasando en los bordes de la Luna, producía los fenómenos de difracción combinados con los de reflexión é interferencias. Esta teoría, rechazada por Arago, nos la presenta el Sr. Novella, y despues de hacer juiciosas observaciones, se pronuncia en contra por creerla inadmisibile: nada podríamos añadir de mas peso á sus razones, con las que estamos enteramente de acuerdo: sin duda habrá difracción en algun punto; la luz sufrirá reflexiones, y habrá tambien interferencias, siendo fácil explicar por estas causas el origen de ciertos hechos aislados que se han observado; pero de ningun modo creemos sea admisible esta teoría para explicar todo el conjunto de fenómenos distintos que aparecen en un eclipse: otro debe ser el origen de ellos, y no puramente ilusiones ópticas.

En el estado que tan bien nos ha descrito el Sr. Novella se encontró la cuestion en el año de 1860, y los astrónomos mas eminentes de todos los paises, entre los que se contaban naturalmente los de España, así como varios profesores de ciencias exactas y físicas, se aprestaron para hacer sus observaciones y concurrir á la gran solemnidad científica del 18 de julio. Todos los extranjeros encontraron la mas cordial hospitalidad en nuestro país. en particular por parte de los hombres científicos, con los que mas en contacto tuvieron ocasion de hallarse, y nuestros astrónomos los trataron con la caballerosidad natural de españoles, unida á la que les es propia. Estos extranjeros despues han hecho justicia cumplida á España y á sus habitantes en posteriores comunicaciones: alguna excepcion ha habido, sin embargo, y acaso por quien debiera esperarse menos atendidas sus particulares circunstancias; pero este pequeño lunar no es perceptible en el cuadro presentado por todos los demás. El objeto de los astrónomos era estudiar la parte visible de la fotosfera y la atmósfera solar, y el Sr. Novella, con el conocimiento propio del que ha tomado parte activa en esta campaña de la ciencia, nos cita las observaciones que se hicieron, poniendo primero las del Sr. Prazmuski, que vió la luz de la corona polarizada en el plano normal á el borde del doble astro, y que observando la

luz de las protuberancias no la encontró polarizada; de lo cual dedujo que la luz de la corona emanaba del Sol y estaba reflejada en una atmósfera gaseosa, y que las protuberancias debían ser sólidas ó líquidas: también le pareció que la corona estaba centrada con el Sol. Nos habla después de las fotografías sacadas por los Sres. Foucault en Tarazona, Warren de la Rue en Rivabellosa, y Monserrat en el desierto de las Palmas: en las del primero, puede verse la extensión de la corona, y en las de los otros dos se marcaron las protuberancias y dieron resultados tan iguales, que amplificadas en Roma las del Sr. Monserrat, que tenían el tamaño de la imagen focal, hasta la extensión de las obtenidas por el Sr. de la Rue de cuatro pulgadas inglesas, se vieron idénticas habiéndolas sobrepuesto, según ha manifestado recientemente el P. Secchi. Estas fotografías han dado á conocer algunos errores que, con respecto al tamaño, posición y forma de las protuberancias tenían las imágenes presentadas por varios astrónomos, hechas bajo la impresión del efecto que les produjo el fenómeno, y representando lo que creían haber visto. El P. Secchi ha marcado en su dibujo una nube ó protuberancia aislada en un punto donde no la vieron los demás astrónomos, ni la han dado las fotografías. Sería por tanto de desear que las del Sr. Foucault se hubieran hecho conocer, para deshacer, si era posible, los errores que han debido publicarse sobre el aspecto y tamaño de la corona. El Sr. Novella, después de dar cuenta de todas las observaciones verificadas, las compara, deduciendo nuevos argumentos en favor de la teoría topográfica y contrarios á la óptica, indicando los presentados por el Sr. Faye, que tampoco era partidario de la topográfica; dice que el análisis espectral ha dado á conocer la atmósfera solar desde principio de 1860; y haciendo un resumen de todo lo anterior, deduce que existe la atmósfera, que debe ser gaseosa y diáfana, decreciendo en su densidad hácia el límite: las ráfagas que en ella se notan serán de luz reflejada por la Luna y por la atmósfera terrestre, que se sobreponen á la corona; modificándose todo visto al través de nuestra atmósfera. Las protuberancias serán crestas ó cimas de las desigualdades de la fotosfera, y las aisladas, serán masas suspendidas en la atmósfera mis-

ma. De todo saca por conclusion que la teoría topográfica necesitaba probar que existian las protuberancias y la corona, y esto lo ha conseguido en el último eclipse.

Ahora se puede preguntar: Las observaciones hechas en el eclipse de 1860, ¿han fijado de una manera positiva algunas de las hipótesis formadas sobre la constitucion del Sol? No hay duda que tantos trabajos hechos han dado algunos resultados, aun cuando no sean todos los que se podia esperar, y es innegable que aquel eclipse despertó de nuevo el deseo de estudiar la cuestion; hombres eminentes publicaron despues sus observaciones, fundando en ellas, y en los últimos adelantos de la ciencia, otras nuevas teorías, y viniendo á producir, si es posible, mayor confusion.

Varios astrónomos se han ocupado recientemente de estudiar las manchas del Sol, publicando notables observaciones. Se ha visto que, en general, todas las manchas se encuentran situadas en las zonas comprendidas entre  $30$  y  $35^\circ$  boreal ó austral, apareciendo pocas veces en la ecuatorial. Tambien se sabe que las manchas y las protuberancias son dos fenómenos distintos, pues además de que los eclipses han hecho ver que donde hay manchas no aparecen protuberancias, se deduce de que estas últimas aparecen en todo el disco solar y las manchas no. Scheiner habia visto, y despues los Sres. Carrington y Spöerer, que no tienen todas las manchas del Sol igual velocidad en su movimiento; y el primero de estos dos, que ha observado hasta 5290 manchas, y publicado hace muy poco tiempo sus trabajos, ha podido conocer que la velocidad varía de unas á otras segun la latitud de una manera regular: así es que calculando el tiempo de la revolucion completa del Sol por medio de una mancha situada á  $1^\circ,55$  de latitud, han encontrado 24,5 dias, y por otra, colocada á  $24^\circ,63$ , resultó 26,1 dias. Tambien se han notado movimientos de las manchas en latitud, pero mucho menos considerables; de lo cual se puede deducir que no existen grandes corrientes entre el ecuador y los polos; pero el Sr. Spöerer para explicar estos fenómenos, supone diversas corrientes en el Sol; una considerable de vientos impetuosos de Oeste en el ecuador; otras que

varian, ya del Oeste ya del Este, en las zonas comprendidas entre 5° y 15°; y en las otras zonas mas distantes del ecuador, serán solo del Este, debiendo existir tambien algunas accidentales: no nos parece fácil la esplicacion de estas suposiciones. El Sr. Chacornac, observador infatigable durante 15 años, desde 1849, ha encontrado que el aspecto de cada grupo es semejante al que presentan las cadenas volcánicas terrestres, siendo la forma del cráter primitivo la misma que el Señor Béche ha dado para los de la tierra, esto es, circular en la parte occidental y con largas fracturas en el lado opuesto, de donde salen pequeñas rasgaduras; pero ha observado en el Sol cadenas que llegan á la séptima parte del diámetro de esta, y en la tierra no llega ninguna á igual magnitud respectivamente. Estas cordilleras, dispuestas en grupos paralelos al ecuador, son invadidas por las fáculas, colocadas detrás de ellas, de modo que la mancha primera en sentido de la rotacion, es la última que desaparece. Aún pudiéramos citar otras curiosas observaciones del mismo astrónomo, pero indicaremos la del Sr. Schwabe, que ha podido notar una periodicidad en la aparicion de las manchas, presentando su máximo y mínimo cada 5 á 6 años, y una analogia en su distribucion con esta periodicidad; por eso ha calificado al Sol como una estrella periódicamente variable. El Sr. Dawes ha dividido las manchas en profundas y superficiales; las primeras estarán formadas por rasgaduras de las cubiertas del núcleo, y las otras por masas ó protuberancias formadas dentro de la fotosfera. Finalmente, el Sr. de la Rue ha emitido la idea de que el número de manchas, guarda relacion con el movimiento de los planetas; idea que le ha parecido justa al Sr. Chacornac, y que ha visto al parecer comprobado con sus recientes observaciones.

Examinando la superficie del Sol con buenos anteojos, se distingue la fotosfera en un estado de agitacion continua, y se presentan fenómenos curiosos. El Sr. Nashmyth ha visto la superficie del Sol, de un aspecto anacarado, como formada de escamas que ha comparado á hojas de sáuce; otros las han hallado semejantes á granos de arroz; y en fin, algunos las han llamado granulaciones. El Sr. Dawes ha publi-

cado muy recientemente sus estudios sobre el mismo asunto, hechos con un nuevo antejo mas poderoso que los antiguos, y ha visto en la superficie del Sol el mismo anacarado, pero compuesto de masas luminosas separadas por líneas de pequeñas manchas negras, y los intervalos entre estas manchas, ocupados por una sustancia menos luminosa que el resto. Estas masas presentan figuras muy variadas, que algunas veces parecen hojas largas y puntiagudas, y las supone formadas por nubes sobrepuestas, mas ó menos luminosas: cuando afectan esta forma, se encuentran en general cerca de las manchas, en su penumbra, contorneándolas irregularmente del lado de la sombra; los bordes interiores se presentan como dentados; los surcos brillantes de su superficie, que se dirijen sensiblemente hácia el centro, parece que se proyectan á distancias desiguales del lado de la region sombría y tienen la forma de un haz de paja. John Herschel supuso la superficie del Sol llena de pequeños puntos negros que cambiaban continuamente, y á los que dió el nombre de poros; pero el Sr. Dawes no cree exactas estas observaciones, pues ha visto que los poros no son siempre circulares, sino que á veces son líneas oscuras, grises y no negras, viéndose por intervalos en mayor número y mas claros. La descripción que ha dado el P. Secchi de la superficie del Sol, estudiada tambien con un buen antejo, está muy de acuerdo con la del Sr. Dawes: la compara con una red sombría cuyos nudos son pequeños y mas negros, y los espacios son puntos blancos, mas ó menos prolongados: ha visto tambien en las penumbras, cuerpos blancos que unas veces tienen la forma de filamentos y otras el de nubes ó copos de algodón. Este mismo observador ha notado que el calor del Sol es menor en los bordes que en el centro, y tambien es menor en las manchas que en el resto de la superficie.

En cuanto á las fáculas, por las observaciones del Sr. Dawes y el P. Secchi, unidas á las que resultan de las fotografías estereoscópicas del Sr. de la Rue, se ha probado que, además de la diferencia que tienen con el resto del disco, por la que presentan el aspecto de hojas ó granos, tienen tambien la de estar elevadas sobre la superficie, de

una cantidad que se ha calculado en mas de 100 leguas. El nuevo académico ha apuntado entre sus observaciones la que hizo el 26 de agosto de 1863: este dia pudo notar una fácula cerca del borde occidental, distinguiendo claramente que era un monton de nubes acumuladas, y vió muy bien el relieve y las ondulaciones que en gran número presentaba en sus bordes. Dificil explicacion tiene este fenómeno en la hipótesis de un núcleo líquido, pues en tal caso hay que suponer que las fáculas son olas que permanecen durante algunos dias elevadas. Segun el Sr. Stewart, las fáculas están casi siempre detrás de las manchas, ó sea al lado contrario del movimiento del Sol.

El origen del calor solar ha sido tambien objeto de teorías particulares. Mayer y luego Waterston habian dicho que la pérdida se reproducia por el choque de materias cósmicas que, atraidas por el Sol, se precipitaban en él con una velocidad extraordinaria, cambiando su fuerza de movimiento en el choque, por calor; suponian por tanto una cantidad de aereolitos que cayendo sobre el Sol, suplian el calor perdido por la radiacion. Reichenbach quiso calcular esta cantidad, y el Sr. Thompson trató de dar á la teoría una base científica, pero algunos hechos le convencieron de que no podia ser cierta, á pesar de haberse visto varias veces caer aereolitos sobre el Sol, y todavia muy recientemente, y explicó el calor solar considerando que toda gran masa es el resultado de la aglomeracion sucesiva de los materiales diseminados en el espacio, y que tienen estos que desenvolver una considerable cantidad de calor con la destruccion de la fuerza viva que los puso en movimiento; siendo este el origen del calor solar, que no podria explicarse fundado solo en acciones químicas ni eléctricas. Esta teoría, presentada antes por Laplace, no está de acuerdo con la de Herschel en cuanto al núcleo opaco.

La corona luminosa se ha supuesto por todos los astrónomos como una atmósfera del Sol; pero no se han hecho hipótesis sobre su composicion, ni se ha medido su extension, lo cual ofrece dificultades, por no presentarse bastante cortada cuando aparece en los eclipses; pero esta atmósfera no puede llegar á 3 minutos, exceso de la distancia

perihélica del gran cometa de 1843 sobre el rádio de la fotósfera, porque si el cometa hubiera penetrado en ella, es natural que hubiera seguido la suerte de las estrellas fugaces que penetran en las capas mas enrarecidas y elevadas de nuestra atmósfera.

Pero además de las observaciones que dejamos indicadas, y algunas otras que aún pudieran citarse, nuevos adelantos importantísimos en la ciencia, han influido de una manera notable sobre la cuestion que nos ocupa. Cuando el inmortal Newton en los primeros años del pasado siglo, refractando con un prisma la luz del Sol ó de las estrellas y la artificial, producía el espectro, abría un campo hasta entonces desconocido para importantes investigaciones, que habían de producir sorprendentes resultados. Un siglo despues Wollaston observaba unas bandas negras que atravesaban el espectro, las que mas tarde estudiaba Fraunhofer reuniendo mucha cantidad de luz, y examinando con un antejo: de esta manera encontraba mas de 600 rayas, marcando 7 principales grupos que se han llamado las rayas de Fraunhofer. Este mismo físico observó que la luz eléctrica producía las mismas rayas, pero brillantes, y vió tambien que las llamas en que se quemaban algunas sales daban igualmente rayas brillantes, y no siempre colocadas en el mismo punto del espectro; experimentos que repetía Herschel algunos años despues, y sentaba el principio de que los colores comunicados á las llamas por diferentes cuerpos, pueden proporcionar en muchos casos un medio facil de reconocerlos. Talbot, adelantando en este estudio, daba el espectro particular de las llamas en que se quemaba estronciana y litina, y mas tarde el del cobre y algunos otros metales. Entonces se observaron los espectros de la luz estellar, y vieron muy notables diferencias en las rayas de ellos, observando entre otras que la luz de Venus daba rayas menos marcadas en el extremo de su espectro que las que daba Sirio, el cual presentaba dos rayas en la banda azul y una en la verde, que tenían mucha diferencia con las del espectro del Sol, y no coincidían con ninguna. En 1832 Brewster observó que algunos vapores absorbían varios rayos solares, haciendo aparecer bandas negras en el espectro de la luz del Sol que los atra-

vesaba, y despues Miller pudo observar que la atmósfera absorbia tambien rayos, ó tenia sus líneas propias. Reuniendo este todos los resultados hasta entonces obtenidos, y añadiendo los suyos, publicó en 1845 una memoria con láminas de diferentes espectros de varias llamas; primer trabajo de este género que se ha publicado. En 1849 Leon Foucault examinaba sobrepuestos los espectros del Sol, y de la chispa eléctrica, y veia que la línea doble, *D* de Fraunhofer, oscura del Sol, coincidia exactamente con una brillante de la chispa: reconocia tambien una raya amarilla, producida en el espectro por la luz del sodio, la cual coincidia con la misma raya *D* oscura antes mencionada; veia igualmente que si hacia pasar la luz del Sol á través de la eléctrica, esta raya amarilla del sodio se hacia negra, deduciendo que el arco voltario emitia rayos por sí y los absorbia cuando emanaban de otro foco; idea generalizada mas tarde, y origen de importantes aplicaciones. Marson y poco despues Angstroem observaban los espectros de la chispa producida por la botella de Leyden, y el último veia que los gases y vapores absorben los rayos de una refrangibilidad idéntica á la de la luz que estos mismos gases emitirian si estuvieran candentes; añadiendo que segun sus observaciones, estaba convencido de que la explicacion de las rayas oscuras del espectro solar, comprendia la de las brillantes del eléctrico. En la misma época, 1855, Wheatstone hizo ver que la naturaleza del metal empleado en un arco de luz eléctrica tenia influencia en las rayas del espectro, y publicó láminas correspondientes á los espectros del mercurio, zinc y otros metales hasta 6, añadiendo que la diferencia era tan marcada que podian por este medio distinguirse aquellos metales unos de otros. Estos descubrimientos llamaron la atencion de los dos fisicos de Heydelberg, Bunsen y Kirchhoff, en 1861, fijándose en la idea de que las diferentes rayas observadas en los espectros de una luz, podrian provenir de los distintos cuerpos que en ella ardieran, y sus experimentos les hicieron ver, no solo la exactitud de este principio, sino que las rayas eran tan características, segun los cuerpos que ardan en la llama, que podian servir para descubrirlos, aun cuando se encontraran en cantidades suma-

mente pequeñas, y aunque estuvieran combinados con otros cuerpos. Y el análisis espectral pasó á ser una verdad demostrada, y sus resultados fueron admirables y fecundos, por el empeño con que sábios físicos se ocuparon de la cuestion, construyéndose tambien por hábiles artistas, preciosos y bien entendidos espectróscopos, con los cuales creció mas y mas este magnífico descubrimiento; y el Rubidio, el Cesio, el Talio y el Indio vinieron á aumentar el catálogo de los cuerpos simples conocidos. Pero Foucault y Angstroem habian ya emitido ideas que era preciso confirmar ó desechar, y este fué naturalmente un punto de estudio que debia ser examinado de nuevo. Ocupándose el Sr. Kirchoff de él, obtuvo los mismos resultados de Foucault, y sentó el principio de que la potencia emisiva de una llama, debia ser igual á la absorbente, lo mismo que sucedia para el calor: y aquí se encontraba la explicacion del fenómeno, de que toda atmósfera luminosa que tiene vapores en suspension, y que por consiguiente produce espectro con las rayas características de estos vapores, si es atravesada por la luz de un foco mas intenso, las rayas brillantes se harán negras, y el espectro será inverso, ó negativo del primero con respecto á ellas. Por lo tanto el Sol da un espectro negativo de la atmósfera luminosa que rodea el núcleo central, debiendo ser este un cuerpo candente y mas brillante que la atmósfera que le rodea, correspondiendo las rayas oscuras á las brillantes que se manifestarian si el núcleo central se apagara: argumento fuerte contra la teoría de Herschel en cuanto al núcleo opaco. Pero como solo los sólidos y líquidos candentes dan espectros continuos, resulta que la fotosfera tiene que ser líquida; y este es tambien otro argumento de mucha importancia contra las teorías de la fotosfera gaseosa. Comparando Kirchoff el espectro del Sol con el de varios metales, ha encontrado que todas las rayas características que presenta el espectro del hierro, coinciden exactamente con otras negras del solar; luego debe encontrarse hierro en el Sol, y Calcio, Magnesio y Sodio, que si bien presentan pocas rayas en sus espectros, son tan caracterizadas, y coinciden con tanta exactitud con otras del Sol, que no pueden dejar duda de la existencia de estos cuerpos en él, lo mismo

que Cromo y Niquel; resultando tambien de las observaciones del Sr. Hofmann muchas probabilidades de que hay Bario, Cobre y Zinc, alguna duda en el Cobalto y Estroncio, y ningun indicio hasta ahora de la existencia del Potasio, Oro, Plata, Estaño y Antimonio.

Pero se puede presentar una objecion á estas observaciones. Los Sres. Brewster y Gladstone han observado que algunas de las rayas negras del espectro varian de intensidad durante el dia, haciéndose invisibles cuando el Sol está alto, y muy marcadas á la salida y puesta de este astro; y han deducido que estas rayas deben ser formadas por nuestra atmósfera, pues cuando los rayos atraviesan mayor capa de ella son visibles; por eso las llaman rayas atmosféricas. En tal caso, bien pudieran ser todas las rayas que se ven en el espectro solar debidas á la atmósfera, ó por lo menos algunas de las características de los metales que se suponen en el Sol. Pero el Sr. Janssen, que se ocupa actualmente de esta cuestion, y acaba de publicar sus observaciones, que comprenden la parte del espectro entre las rayas *C* y *D* de Fraunhofer, ha distinguido unas de otras, y demostrado por consiguiente que no son todas formadas por nuestra atmósfera: segun sus observaciones, resulta que las bandas oscuras del Sr. Brewster se descomponen en rayas separadas mirándolas con anteojos fuertes; rayas que son comparables á las del sol, y que son visibles á cualquier altura que se encuentre este, pero que presentan variaciones de intensidad segun la hora del dia á que se observen, por la diferencia de grueso de la capa atmosférica que tienen que atravesar. Su trabajo está acompañado de láminas en que se representan las rayas atmosféricas, llamadas por él telúricas, y las solares. Para fijar sus observaciones, ha subido al Faulhorn en los Alpes, á 2683 metros de altitud, y ha observado que la intensidad de las rayas telúricas decrece elevándose en la atmósfera, al paso que crece la de las que provienen del sol, siendo las variaciones de intensidad de las primeras, mayor en el punto elevado que en el llano. Supone que no son causa de la formacion de estos rayas las nieblas, nubes ó vapores que pueda tener la atmósfera; sin embargo, reconoce que influye en su aparicion mas ó menos clara el estado

higrométrico del aire. La region del espectro entre *A* y *B* de Fraunhofer, está casi surcada de rayas telúricas, así como una porcion de la raya *B*, los grupos entre *B* y *a* y el grupo *a*. Fácil le ha sido, segun las observaciones citadas, distinguir las rayas telúricas de las solares, citando tambien el experimento de mirar la luz de una hoguera durante la noche; su espectro no presentó rayas telúricas cuando estaba á corta distancia, y las presentó alejándola. Entre este fisico y el P. Secchi existe desacuerdo, pues supone con insistencia el último, contra la opinion del primero, que los vapores de la atmósfera influyen en la claridad de las rayas, contestando su adversario que los vapores solo sirven para reflejar la luz, haciéndola caminar mas espacio en la atmósfera, y aclarando las rayas por esta causa. De todos modos resulta bien demostrado que á pesar de producirse rayas telúricas en el espectro solar, las hay tambien del Sol, y se encuentran hoy dia bien reconocidas en su mayor parte las que proceden de uno y otro origen.

Como consecuencia de los nuevos descubrimientos que acabamos de reseñar, ha presentado el Sr. Kirchoff una nueva teoría sobre la naturaleza del Sol, que ya nos ha indicado el Sr. Novella. Le supone compuesto de un núcleo sólido ó líquido á muy elevada temperatura, y rodeado de una atmósfera diáfana que se encuentra á mas baja temperatura que el núcleo. Esto es con corta diferencia lo que dijo Galileo hace mas de dos siglos y medio. La teoría del Sr. Kirchoff tambien está acorde con las ideas de Laplace, pues decia que si las masas que hoy componen los diferentes cuerpos celestes formaban una inmensa nebulosa en un principio, la que por su condensacion ha dado origen á aquellos, deben todos ser de naturaleza idéntica en cuanto á su composicion. Si la tierra fué un dia líquido candente, así debe suponerse á los demás cuerpos: el enfriamiento segun las masas, hace que la Luna se halle á mas baja temperatura que la Tierra, y por lo mismo, el Sol se encuentra ahora á una superior al rojo blanco, por cuya razon tendrá en su atmósfera todos los cuerpos que con este calor son volátiles.

El Sr. Kirchoff en su nueva teoría, explica las manchas suponiendo que habrá descensos locales de temperatura en el Sol, lo mismo que en la Tierra, y estos producirán nubes, de muy distinta composición naturalmente que las que se encuentran en la atmósfera terrestre: formada la nube, toda la parte de atmósfera que está encima se enfria, por no recibir los rayos caloríficos del centro, que intercepta la misma nube, y cuando este descenso sea suficiente, se condensarán los vapores y resultará el núcleo opaco de la mancha: pero mas arriba, donde los vapores están muy enrarecidos, se formará otra segunda nube menos densa, semitransparente, y esta dará la penumbra. Explica el fenómeno de que las manchas aparecen solo en cierto espacio del Sol y no el ecuador, tomando en cuenta la observacion del P. Secchi, de que en los polos del Sol hay una temperatura menor que en su ecuador, y deduce que debe haber corrientes entre este y el polo, las cuales formarán las manchas, demasiado pequeñas en el ecuador por la muy alta temperatura, y por tanto invisibles desde la Tierra. Las fáculas y lúculas serán cuerpos de la superficie del Sol que se encuentren á mayor temperatura, ó tengan una mayor potencia de radiacion, y se hagan visibles.

La teoría del Sr. Kirchoff, de acuerdo con las deducciones del Sr. Prazmuski despues de observar el eclipse de 1860, ha sido admitida por muchos físicos, y entre ellos por el Sr. Magnus, el cual, introduciendo en una llama varios cuerpos, entre otros la sosa, ha observado que los cuerpos gaseosos radian menos calor que los líquidos y sólidos, y deduce de esto que no es fácil sostener la opinion de que una fotosfera gaseosa ó vaporosa sea el lugar del calor del Sol. Pero el Señor Kirchoff, en la explicacion de las manchas, ha encontrado pronto impugnadores, siendo uno el Sr. Emile Gautier, que admitiendo la teoría nueva, se separa de ella en esta parte, y supone que son solidificaciones parciales ú oxidaciones en la superficie candente del núcleo; la parte oscura de la mancha estará formada por una porcion de la masa enteramente solidificada y gruesa, y la penumbra por otra porcion menos gruesa unida al rededor de la primera. Estas solidificaciones ó escorias al cabo de mas ó menos tiempo, encontrándose en circuns-

tancias á propósito, ya en presencia de otros cuerpos que obran químicamente sobre ellas, ya por un exceso de temperatura, vuelven á fundirse, y la mancha desaparece. Apoya el Sr. Gautier esta hipótesis en lo que ha observado en la superficie de un metal fundido ó una mezcla de metales que necesiten elevada temperatura para permanecer en fusion. Todo esto lo habia dicho ya Marius en tiempo de Galileo. Explica tambien con esta hipótesis el singular fenómeno observado por R. Wolff en 1848, de grandes bolas vistas en la atmósfera solar, que hacian explosion y se convertian en manchas. Se le ha hecho la objecion de que siendo la densidad media del Sol 1,4 segun resultados obtenidos por varios fisicos, y sin duda á causa del estado de dilatacion en que se encuentran los cuerpos por efecto de la elevada temperatura, no podrán flotar muchas escorias sólidas; pero á esto ha contestado el Sr. Gautier, que en la tierra tenemos la piedra pomez que flota en el agua. El mismo fisico ha completado la teoría tratando de explicar todos los fenómenos observados en el Sol: las fisuras luminosas vistas en las manchas estarán formadas en las escorias, y por estas fisuras se verá la luz del núcleo: para las fáculas admite la explicacion de Kirchoff: la irregularidad que se ha observado en el movimiento de las manchas la atribuye á tempestades perpétuas que deben formarse á causa de la gran cantidad de electricidad que ha de resultar de las reacciones químicas que allí se producirán: explica la mayor velocidad observada en las manchas mas próximas al ecuador, por una accion exterior debida á la presion atmosférica sobre el líquido, combinada con otra de las capas interiores de esta masa misma en fusion, que deben tener tambien un movimiento irregular por falta de equilibrio fisico y químico entre los diversos componentes de esta masa, que formarán torbellinos en el interior del globo y en su atmósfera: supone tambien que el movimiento de rotacion del núcleo no puede trasmitir á toda la atmósfera su velocidad, y que habrá frotamiento entre sus capas: estando la atmósfera solar compuesta de los cuerpos que el análisis espectral ha hecho reconocer en ella en estado de vapor, se hallará formada de capas de estos cuerpos segun sus densidades, encontrándose abajo por

consiguiente, ó tocando al núcleo, los vapores de hierro, cobre, zinc y otros, mezclados acaso con polvo de los mismos metales condensados; esta capa así formada será la envoltura rosada que produce el aspecto de las protuberancias observadas en los eclipses.

La teoría del Sr. Kirchoff ha tenido tambien fuertes impugnadores. Los Sres. Warren de la Rue, Steward y Lewy han publicado hace muy poco tiempo sus ideas contrarias, diciendo que ningun hecho importante autoriza á suponer que la superficie luminosa del sol sea sólida ó líquida; que además la observacion y la lógica demuestran que la cubierta brillante de este astro es una materia gaseosa, y análoga en cuanto á su naturaleza á nuestra propia atmósfera; las manchas no son superficiales, y se reconoce que provienen de un fenómeno producido mucho mas abajo de la superficie; tienen por carácter una disminucion de calor radiado, y de aquí hay que suponer que todo el calor proviene del exterior y no que crece de la superficie al centro. Los trabajos de estos astrónomos, reuniendo sus observaciones sobre manchas y fáculas durante doce años, y las deducciones que presentan, son de un gran interés.

Muy de acuerdo parece la teoría del Sr. Kirchoff con algunos principios adquiridos para la ciencia de una manera indudable; pero tambien se encuentra en contradiccion con otros que se han tenido por no menos ciertos. Arago habia demostrado que la fotosfera tenia que ser gaseosa, y el análisis espectral hace ver que debe ser líquida; además, diferentes observaciones hechas por distinguidos físicos, están igualmente en divergencia. Entre todas estas ideas encontradas, no es fácil hallar la verdad. Tratando el Sr. Faye de poner acordes, si es posible, resultados que parecen contradictorios, se ha ocupado, ó mas bien podemos decir que se ocupa de la formacion de una nueva teoría sobre la naturaleza física del sol; trabajo que acaba de publicar como un bosquejo, para fundar sobre él la teoría que aún no ha completado. No hay nada, dice, que diferencie el sol de las demás estrellas, admitiéndose por los astrónomos que es una de mediana magnitud, de luz casi blanca, y que tiene caracteres poco marcados de variabilidad periódica. Su im-

portancia para nosotros es grande, pero en la naturaleza no sale de los límites comunes á los demás cuerpos celestes. Segun esto, para explicar su constitucion conviene partir de una idea simple, aplicable al conjunto de las estrellas, y esta idea será suponer la materia reunida en vastas porciones á consecuencia de la atraccion de los materiales diseminados primitivamente en el espacio; de aquí resultarán dos acciones; primera, la destruccion de una cantidad de fuerza viva de los cuerpos atraídos, la cual será reemplazada por una enorme cantidad de calor; segunda, el movimiento de rotacion mas ó menos lento de la masa total formada. Apoya su sistema sobre el origen del calor solar en los cálculos del Sr. Helmholtz, que haciendo fundadas suposiciones, deduce datos con los que ha sacado que este calor producido por la pérdida de fuerza viva de los cuerpos atraídos, puede bastar para suplir el que pierde el Sol durante varios millones de años; pero si en vez de esta causa se admitiera que el calor perdido se suple por acciones químicas, resultaria que no hubiera bastado para el que se pierde durante tres mil años, ó sea la mitad de la época histórica. Fijando el Sr. Faye su teoría en estas ideas, prescindiendo de las épocas cosmogónicas, supone otras tres épocas ó fases diferentes en el enfriamiento de las masas fluidas, aisladas en el espacio, y á una temperatura superior á la de combinacion ó asociacion física ó química de los átomos ó de las moléculas. La primera época es de disociacion completa, que podrá acaso ser el estado de las nebulosas planetarias; el calor decrece del centro á la superficie, siendo débil la potencia emisiva; la luz será puramente superficial, porque la emanada del interior puede ser absorbida por las capas exteriores; el espectro de esta luz tendrá probablemente rayas brillantes separadas por intervalos oscuros; el movimiento de rotacion se ejecutará por toda la masa á la vez, puesto que esta se aleja poco de las condiciones de equilibrio. En la segunda época, por el enfriamiento de las capas externas se hacen posibles ciertas afinidades moleculares, y resulta una fotósfera, especie de laboratorio superficial que determina el contorno aparente de la masa: la potencia de emision de calor y luz en este caso es considerable, y esta última es emitida desde una gran

profundidad de la fotosfera, y el espectro que produce es negativo con respecto al del período anterior, no estando esta luz sensiblemente polarizada sobre ningun ángulo de emergencia; la gran cantidad de calor emitido por la fotosfera se alimenta de la masa toda, en la que se producen corrientes que ascienden y descienden entre las capas profundas y las superficiales, corrientes imposibles en el primer período, y cuya formación puede explicarse suponiendo que en la superficie la temperatura, si bien suficiente para tener separados varios cuerpos, no lo es para disociar otros, puesto que segun el Sr. Thompson, que se ha valido de datos recogidos por Pouillet, la temperatura en la superficie del Sol está comprendida entre 15 y 45 veces la de un hogar de locomotora; por tanto en la superficie de la masa aparecerán las fuerzas de cohesión y de afinidad que en el centro no pueden ejercerse por la elevada temperatura, y los cuerpos se combinarán, formando, ya sean torbellinos, como quiere Herschel, ya nubes, segun Wilson; entonces, solicitados los nuevos compuestos por la gravedad, caen al centro de la masa, donde encuentran bastante temperatura para disociarse de nuevo y enfriar este centro; pero al caer desde la superficie han sido reemplazados en ella por otra porción de la masa total, en la que se verifica el mismo fenómeno de asociación, y cae tambien al centro; por lo tanto la fotosfera es el producto de un simple enfriamiento. Para poner el Sr. Faye de acuerdo la opinión de Arago, que supone la fotosfera gaseosa por no estar su luz polarizada, y del Sr. Kirchoff, que la cree líquida ó sólida segun los resultados del análisis espectral, dice que la luz de las partículas candentes que flotan en un medio gaseoso no es mas que natural, á cualquiera profundidad á que se encuentren, sin sufrir refracción sensible en el medio en que flotan, y por tanto la luz no está polarizada; pero este medio ejerce su facultad absorbente, y determina las rayas propias de su naturaleza complexa. El movimiento de rotación no se ejecuta de una vez en toda la masa, encontrándose atrasada la superficie con respecto á la totalidad, porque la parte que llega del centro trae una velocidad menor, que es la correspondiente al punto de donde ha salido, porque en él era menor el radio; por tanto la fotos-

fera marcha con menos velocidad. Los fenómenos dependientes de las fuerzas que turban el equilibrio de la masa entera pueden tener un carácter de intermitencia. Si se disipa en algun punto la fotosfera, la luz y calor emitidos en este punto son solo correspondientes á los del medio gaseoso general, y de aquí las manchas y su menor calor. La penumbra y puntos brillantes no los ha explicado todavía. Las fáculas deberán su origen á las corrientes ascendentes. Esta época debe ocupar un tiempo muy largo, y presentarse en ella algunos fenómenos fijos. En la tercera época, el progreso del enfriamiento hace á la masa toda de una densidad uniforme, y se va contrayendo; las corrientes son mas lentas; la fotosfera se hace líquida ó sólida; al cabo se intercepta la comunicacion con la masa central, y esta se va enfriando por la conductibilidad de la capa exterior; la rotacion se regulariza; las manchas y fáculas desaparecen, y el cuerpo presenta la forma correspondiente á una masa fluida en equilibrio bajo la accion de fuerzas exteriores; la intensidad de la radiacion disminuye con rapidez; la luz emitida oblicuamente, se encuentra muy polarizada; el espectro, aunque no cambia de aspecto, debe sus rayas á la atmósfera del astro, distinta del cuerpo ó núcleo. A esta fase sigue la extincion definitiva ó fase geológica. Tal es el bosquejo que presenta el Sr. Faye para explicar la naturaleza física de los cuerpos celestes: supone el Sol en la segunda época, y le parece que tardará en pasar por ella millones de años, y no puede creer que las demás estrellas, aunque se hayan formado al mismo tiempo, están todas en el último periodo, ó sea próximas á la extincion.

Esta teoría tiene en nuestro concepto muchos puntos vulnerables, y sin duda se presentarán pronto impugnadores: sin haberla dado á conocer todavía entera, la hace objeciones el Sr. Leverrier, negando, como siempre ha negado, que las manchas sean cavidades huecas y que la fotosfera sea gaseosa, fundándose en que una mancha de mediana intensidad tomada cerca del centro, es más brillante que el mismo fondo luminoso tomado cerca del borde: el centro del Sol es segun esto mas luminoso que sus bordes, lo cual no se explica admitiendo una

fotósfera gaseosa, y se puede explicar suponiendo al Sol rodeado de una atmósfera no enteramente diáfana, la cual parece verse en los eclipses totales un poco antes de aparecer el borde del Sol. Tampoco el Sr. Warren de la Rue está de acuerdo con la teoría, pues supone que el calor proviene de la superficie, y el Sr. Faye le hace crecer hácia el centro.

En cambio el Sr. Chacornac se muestra partidario de la teoría del Sr. Faye, y presenta como prueba algunas observaciones sobre la forma de las manchas, que dice son erupciones volcánicas que rompen la corteza consolidada en parte, explicando del mismo modo las fáculas. En cuanto á las lúculas ó poros, que el Sr. Faye no explica, supone el primero que pueden provenir de fenómenos de disociacion en la superficie exterior de la corteza sólida, como sucede en las lavas de la tierra. Tambien el P. Secchi, en muy recientes comunicaciones, se muestra partidario de la teoría del Sr. Faye, y cita sus observaciones y las del Sr. Huygens sobre el espectro de la nebulosa de Orion, y aun de la de Andrómeda, que parecen de acuerdo con la manera de considerar la primera época ó fase de formacion de los planetas.

Tal es hoy dia el estado en que se encuentra la cuestion, comprendiendo los trabajos publicados despues de terminar el suyo el Sr. Novella; cuestion dificil, que tan variados fenómenos presenta, y de los que se han deducido tan distintas consecuencias por los eminentes observadores que con afan y decidido empeño persiguen y tratan de sorprender los secretos que en su constitucion les guarda misteriosa esa antorcha que nos ilumina, ese foco calorífico que nos manda sus rayos vivificadores. Pero porque los sábios fisicos de todas las épocas hayan tratado con ahinco de sorprender en este y en otros muchos casos los arcanos que les oculta la naturaleza, ¿se dirá que buscan lo que les está vedado? ¿Que, nuevos Titanes, quieren escalar el cielo acumulando los montes de su ciencia? No ciertamente. Los hombres dedicados al estudio de la naturaleza, quieren buscar lo desconocido haciendo uso de ese divino rayo que se ha llamado inteligencia; saben que no pueden allegar montes de ciencia, sino pequeños granos, con

los cuales formarán en el trascurso del tiempo una modesta cima, y están seguros que nunca llegará al cielo; pero colocados sobre la que hasta ahora han podido formar, ven la resolución de importantes y admirables problemas: desde esta cima, en la cuestión que nos ha ocupado, pueden decirnos el momento en que se ha de verificar el grandioso fenómeno de un eclipse, y el punto donde debemos situarnos para observarle; saben además que en el Sol, cuya distancia á nosotros han medido, arde el hierro, y el calcio, y el sódio, y otros varios cuerpos. ¡Decidme si resolviendo tales cuestiones no hacen un noble uso de la inteligencia!