

Cualquiera que sea el resultado definitivo que se obtenga de las observaciones del paso de Venus de 1882 sobre la paralaje solar, la ciencia sin duda cuenta ya con un acopio de datos, sobre Astronomía física sobre todo, que vendrá á resolver algunas cuestiones de importancia, siendo la principal tal vez la existencia definitiva de una atmósfera en el hermoso planeta, que unas veces á la puesta del Sol, otras en la mañana, irradia brillante en el firmamento. Más fuera de eso, la Geografía y la misma Historia Natural no quedarán sin participar también de las ventajas alcanzadas en el gran movimiento de 82 que hará época en los anales astronómicos.

ASTRONOMIA FÍSICA.

Comenzando ya en México á cultivarse los importantes estudios de la Astronomía Física, enteramente nuevos entre nosotros, y encontrando mucho bueno en los estudios que sobre el particular ha escrito Mr. Janssen, una de las notabilidades en aquel ramo de la ciencia, recomendé al Sr. Valle la traducción de los siguientes artículos del célebre astrónomo-físico. En ellos encontrará el lector, al lado de un estilo ameno, bien interpretado por el Sr. Valle, los prodigios que se obran y pueden alcanzarse todavía por medio de ese precioso y pequeño instrumento llamado espectroscopio.

En un Congreso científico Mr. Janssen se expresó de la manera siguiente:

Métodos en Astronomía Física.

Señores:

“La costumbre casi consagrada ya por el uso, de que el discurso de vuestro Presidente no abrase el conjunto de progresos realizados en todos los ramos

científicos á que dedicais vuestros estudios, sino que por el contrario, se limite á tratar con especialidad uno de ellos, reasumiendo su historia y sus progresos, me parece excelente, porque, así se gana en precision y autoridad lo que parece perderse por falta de extension; y á esta costumbre debemos verdaderas obras maestras, cuya impresion aún no se borra de vuestra memoria, y que me hace temer, con justicia, no alcanzar el éxito que deseo.

“Procuraré describir á grandes rasgos, los progresos y la influencia de una ciencia, á la que se debe en gran parte el movimiento científico contemporáneo, y cuyos descubrimientos, no solo han efectuado una revolucion en nuestros conocimientos astronómicos, sino que han abierto ancho é inesperado campo á las especulaciones filosóficas. Quiero hablaros de la Astronomía Física.

“La Astronomía Física es una ciencia muy moderna y aun contemporánea en sus partes principales, aunque su objeto puede considerarse como muy antiguo. En efecto, luengos años ha, cuando los hombres por primera vez dirigian su escudriñadora mirada hácia el firmamento, y de estas observaciones rudimentarias nacieron las primeras reflexiones sobre la naturaleza, el hombre quiso saber qué cosa era el Sol, que por su inmensa y bienhechora influencia fué llamado, desde tan remota época *El alma de la Naturaleza*; porqué la Luna poseía esa dulce y mis-

teriosa luz que dá un encanto tan lleno de poesía á las noches en Oriente, y el porqué de las mil cuestiones que nacieron al contemplar esos puntos brillantes que tapizan la bóveda celeste.

“Pero ¡cuan léjos estaba entonces el hombre de poder resolver estos problemas, origen de nuestra ciencia! Para descorrer solo una extremidad del velo que los envuelve, se han necesitado largos siglos de observacion y de trabajo.

“Esto se debe á que la Astronomía Física implica un conocimiento muy profundo de las propiedades de la luz, ya se considere este agente en sí mismo ó en sus relaciones con los cuerpos; implica gran perfeccionamiento en las artes mecánicas para poder construir los gigantescos y sin embargo tan precisos aparatos que emplea en sus investigaciones.

“La astronomía de los movimientos, por el contrario, solo necesita desde luego, de ojos é instrumentos muy sencillos. Así, ha sido ella el objeto de los estudios de los primeros astrónomos.

“Despues, la ciencia dejó de ser puramente descriptiva; se convirtió en geométrica, y al fin se remontó en sublime vuelo al aplicarle el alto cálculo, naciendo así la mecánica celeste.

“Hablando con propiedad, en este largo período la rama física de la ciencia no existió. Reducida á simples hipótesis sin verificacion posible, las teorías de la física celeste hasta habian caido en el descrédito.

Es preciso decirlo, los bellos é importantes descubrimientos con que los geómetras engalanaban á la hermana primógenita, contribuyeron y no poco en la produccion de semejante resultado.

“Pero tres grandes descubrimientos cambiaron del todo esta situacion, dando á la física armas para presentarse gloriosamente en la lid. Quiero hablar de los anteojos, del análisis espectral y de la Fotografía.

I

Los Anteojos.

“El descubrimiento de los anteojos dió la á Astronomía Física sus primeros fundamentos.

“Bien conocida es la emocion que se apoderó de la Europa entera, cuando se anunció el descubrimiento de un instrumento que permitia ver los objetos lejanos cual si estuviesen cerca. Entonces, Galileo, sabiendo solamente que el instrumento existia, adivinó su disposicion, lo construyó, lo dirigió al cielo, y por este medio secundado con su génio, hizo una série de magistrales descubrimientos. Estos descubrimientos pertenecen esencialmente á la Astronomía Física y constituyen su fundamento.

“En efecto, con excepcion del Sol y de la Luna que tienen un diámetro muy sensible y permiten que se les estudie en parte al ménos, sin ayuda de los an-

teojos, todos los otros astros se nos presentan bajo el aspecto de puntos brillantes, y solo pueden estudiarse sus movimientos. Una astronomía sin anteojos, nunca nos hubiera permitido sino sentar hipótesis más ó ménos probables sobre los planetas considerados como astros semejantes á la tierra, por su forma, constitucion y destino.

“Pero desde que estos puntos brillantes se resolvieron en los anteojos en discos perfectamente definidos, mostrando indicios de continentes, nubes y atmósferas; cuando se comprobó que al rededor de estos globos existian satélites cuyo papel es semejante al de la Luna con relacion á la Tierra, entonces esas probabilidades se convirtieron en una brillante certidumbre.

“Los anteojos son, pues, los que han descornado definitivamente el velo que cubria el misterio de la constitucion del sistema solar y los que asignaron á la Tierra el lugar que le correspondia en la familia de los planetas. Por ellos tambien se descubrieron las manchas del Sol y la rotacion de él; descubrimientos que completaron la concepcion del sistema solar y prepararon la de la teoría de su formacion. Hé aquí una fase bien determinada de la historia de las ideas del hombre sobre el Universo, y es el gran nombre de Galileo el que las caracteriza.

“¿Se podia adelantar más inmediatamente? ¿Se podia interrogar á su vez á las estrellas é investigar si

ellas tambien, tienen como el Sol, disco sensible, manchas, movimiento de rotacion, planetas que circulen al derredor de ellas, en una palabra, podian extenderse las nociones adquiridas sobre el sistema solar al universo estelar?

“El método ya no lo permitia.

“En efecto, se deduce de las medidas de la paralaje, que la distancia de la estrella más próxima á nuestro sistema es 200,000 veces mayor que la de la Tierra al Sol. Se necesitaria pues un anteojito provisto de un poder amplificador superior á 200,000 diámetros, para mostrarnos en las circunstancias más favorables, una estrella con un diámetro igual al que presenta el Sol á la simple vista. Es un poder amplificador 100 veces más grande que los mayores obtenidos, y que son prácticamente útiles.

“Nos vemos pues obligados á no salir de los límites de nuestro sistema, ó á proceder solo por analogía, en caso contrario. Estas analogías son ya muy poderosas en la época de Galileo y Copérnico y adquieren una fuerza irresistible con los estudios de Kirchoff y Huggins.

“Pero la naturaleza casi siempre reserva al observador sagáz y asiduo, sorpresas que sobrepujan á sus esperanzas.

“En efecto, miéntras que el estudio de las estrellas consideradas como mundos particulares permanecia inaccesible á nuestros estudios, un gran observador

descubrió hechos de un alcance mucho más general. —Esto nos conduce á una segunda fase del período de los anteojos, fase caracterizada por los estudios del gran Herschel. Herschel modificó la forma del instrumento, adoptando una que se prestaba mejor á la realizacion de los grandes poderes amplificadores que queria abtener.

“Con su inmenso estudio sobre las nebulosas, con su descubrimiento de las estrellas múltiples, que circulan unas al rededor de las otras, sentó las bases de la teoría de los mundos de centros múltiples: concepcion enteramente nueva, que no se deducia de la del sistema solar, y que era mucho más general.

“Estando así resuelto el problema en sus dos extremos, era más de sentirse que existiera sin resolucion aún, la parte média del problema.

“Ese vacío aun no se ha llenado. No podemos estudiar directamente esos mundos que forma cada estrella con el cortejo de planetas que la acompañan; pero un nuevo método de investigacion ha aclarado inexperadamente la cuestion.

II

El Análisis Espectral.

“El primer período de la Astronomía Física puede decirse que fué inaugurado con el modesto anteojito de Galileo, y concluyó con los grandes telescopios de

Herschel. Ya á principios de este siglo, cuando el Astrónomo de Selough acababa de terminar la gran revision del cielo, se veia que la cosecha estaba casi agotada y se buscaba otro instrumento de progreso.

“Arago creyó encontrarlo en el descubrimiento de Malus, que él perfeccionó de una manera tan brillante. Hizo los mayores esfuerzos por crear un nuevo ramo de la Astronomía Física fundado en la Polarizacion de la luz, pero el resultado no correspondió á sus esperanzas.

“El gran Astrónomo fisico logró obtener algunas aplicaciones magníficas, pero bien pronto cesaron los descubrimientos y ahora el método polariscópico solo se usa para distinguir los fenómenos de emision de los de reflexion. No sucedió lo mismo con un método, cuyo origen se remonta, segun creemos, á la época en que nació la óptica. Este está fundado igualmente en la accion que los cuerpos ejercen sobre la luz, pero por la riqueza y profundidad de las modificaciones que considera, escudriña algo más que las propiedades generales de la materia; toca á aquellas que se refieren á su individualidad propia, es decir, á las que caracterizan la especie química.

“El principio que sirvió de base á este nuevo método llamado análisis espectral, es tan sencillo como general, y puede formularse así: los rayos elementales que emite cualquiera sustancia gasiforme radiante, dependen de la especie química de esta sustancia

y la caracterizan. De aquí se deduce que, la imagen espectral resultante del análisis del haz de radiaciones emitidas por el cuerpo, debe variar con la naturaleza química de este cuerpo. En efecto, el análisis espectral está fundado sobre la consideracion de los espectros.

“Es preciso añadir, que la naturaleza química del cuerpo no es el elemento exclusivo que modifica la constitucion de un espectro; esta constitucion puede variar con las circunstancias físicas en que se produce el fenómeno; así, la causa generatriz de la radiacion, la temperatura, la presion, etc., modifican el fenómeno resultante, pero no á tal grado que pierda su fisonomía y carácter; por el contrario estas causas secundarias de variacion enriquecen al método.

“La distancia enorme que existe entre la concepcion de un cuerpo caracterizado únicamente por sus propiedades generales, y la concepcion de ese cuerpo, dígamoslo así, individualizado á tal grado, que constituya una especie química, ha sido salvada, señores, gracias á que la luz se ha estudiado no solo en conjunto, sino en sus elementos; gracias á que no solo se han examinado las modificaciones que en variadas circunstancias podia sufrir un haz de rayos luminosos; sino que el exámen se ha extendido hasta descubrir qué modificaciones podia experimentar cada uno de esos rayos elementales de que el haz luminoso se compone. La pequeñísima cantidad de ma-

teria que forma una molécula química, emite un sistema particular de ondas, cuando puede vibrar libremente, como cuando se encuentra en estado gaseoso, sistema que varía principalmente con la especie química de esta molécula; sistema de ondas que también varia, pero de una manera secundaria, con la distancia que separa á las moléculas, con la naturaleza é intensidad de las fuerzas que solicitan el movimiento vibratorio de la molécula, etc.

“¿No es verdad, que con fuerza irresistible el espíritu tiende á comparar el sistema de rayos luminosos emitidos por una molécula con el sistema de sonidos que de una cuerda vibrante nacen, y cuya causa principal de variabilidad es que dependen esencialmente de la longitud de la cuerda, siendo las otras circunstancias en que se verifica la vibracion, las que originan los fenómenos secundarios, de volúmen, timbre, etc? ¿No es verdad, decimos, que dicha comparacion siempre se hace, al ménos para que el espíritu se dé cuenta exacta del fenómeno que estudia?

“Y aquí, es preciso fijarse mucho en que, cuando se analiza de este modo la luz, para considerarla en sus elementos, se ejecuta una operacion del todo semejante á la que el químico efectúa cuando descompone un cuerpo compuesto, separando los cuerpos simples de que está formado. El rayo elemental es una especie química en la luz, puesto que posee todos los atributos que caracterizan á éstas: él ya no puede

subdividirse en nuevos elementos más sencillos, tiene una individualidad propia caracterizada por la longitud de la onda, por los efectos fisiológicos que provoca, ya solo, ya asociado con otros rayos y por los fenómenos á que da lugar cuando actúa sobre los cuerpos. Las dos ciencias se han asimilado desde el momento en que la luz se examinó bajo el mismo punto de vista que los cuerpos compuestos. El análisis químico por la luz, germinó por decirlo así, desde que se concibió la *especie química* dotada de rayos particulares á ella.

“La gran idea de especificar los rayos luminosos, se debe á Newton, y esta idea tomó en la ciencia el lugar que le correspondia, cuando ese gran génio, tal vez el mayor de los que han iluminado á la inteligencia humana, explicó la acción del prisma sobre la luz blanca. Sí; desde entonces quedaron sentadas las bases del análisis espectral, y se hubiera podido comenzar su estudio; pero el espíritu humano no está dotado de una lógica tan penetrante y absoluta, para que pudiera deducir inmediatamente todas las consecuencias que despues ha dado á luz tan grandiosa concepcion. Era preciso que el tiempo se encargara de descubrir, por una casualidad feliz, los fenómenos reveladores, fenómenos cuya significacion real tal vez no se hubiera comprendido, á pesar del génio de los experimentadores, si á éstos no los hubiera iluminado la gran idea de Newton con sus incomparables

resplandores. La noción de la individualidad de los rayos se había insinuado tanto en las inteligencias, que ya fructificaba sin que ellas mismas se dieran cuenta de ello. Mas la historia que debe remontar su investigación hasta descubrir todas las causas que han tomado parte en un acontecimiento, no impedirá el que admiremos tanto como debemos á los creadores del maravilloso instrumento, puesto que ellos han dado cuerpo y vida á aquello que en germinal letargo se encontraba, y se han mostrado así, dignos sucesores de Newton.

“Sabeis, señores, que el análisis espectral apareció en el campo científico repentinamente; aun recordais la emoción con que recibimos el anuncio de que el análisis químico de la atmósfera solar había sido hecho y en el que se enumeraban los metales que la constituyen. Pero también conocéis suficientemente la historia de la ciencia, para admitir que un método tan completo como el que se daba á conocer, aparezca sin ningún antecedente. Estos antecedentes existen, en efecto, y son muy numerosos. A los trabajos que concurren con su contingente para establecer el método definitivo, están íntimamente ligados los nombres de John Herschel, Talbot, Miller, Wheatstone, Swan, Masson, Toucault, etc.

“Todos estos esfuerzos fueron sintetizados por Kirchhoff y Bunsen, instituyendo así el método bajo su forma general y práctica, consagrando su obra, con

la mejor de las consagraciones: la de los descubrimientos.

“Al presentarse el análisis espectral ante el mundo científico, mostraba, como prueba de su bondad, en una mano el cesium y el rubidium, y en la otra la lista de los metales que existen en un astro situado á ciento cuarenta y ocho millones de kilómetros de la tierra, descubrimientos que él había efectuado. ¿Podría sorprender con tales antecedentes la entusiasta acogida que se le hizo?

“Los resultados que con él se han alcanzado han sido dignos de su estreno. Pero los ilustrados autores que lo formaron, creyendo que su tarea ya había concluido y su recompensa era ya bastante bella, vieron con poco interés las aplicaciones que se sucedieron sin interrupción.

“Cuando el método espectral apareció, se admitía que la incandescencia de los gases, era una de las condiciones de su absorción electiva. Por el contrario, un físico francés opinaba que el fenómeno debía atribuirse más bien al estado gaseoso que á la temperatura, infirió que la atmósfera terrestre, de la misma manera que la que se admite al rededor del Sol, debía ejercer una acción de este género, y demostró, en efecto, que el espectro solar contiene todo un sistema de rayas oscuras finas, comparables á las de origen solar y que se deben á la acción de nuestra atmósfera. Ya Brewster había descubierto que el espectro

del Sol, al salir y al ponerse este astro, se enriquecía con unas bandas oscuras que desaparecían del espectro obtenido en el instrumento del ilustre físico inglés, durante el día. En una de sus últimas memorias dada á luz en 1860, Brewster, como su eminente colaborador Gladstone, declararon que estaban inciertos aun sobre la causa del fenómeno.

“La existencia de esta absorcion electiva que ejerce nuestra atmósfera, se demostró, aún, con más claridad, por la experiencia que se hizo en el lago de Ginebra, experiencia en la que se obtuvieron las rayas de absorcion observando la luz de una hoguera; luz que recorría un trayecto de 21 kilómetros sobre el lago Lemán.

“En fin, en una experiencia que se hizo en la fábrica de la Villette, con un tubo de 37 metros de longitud, lleno de vapor, á siete atmósferas de presión, se demostró que el vapor de agua posee una absorcion electiva muy completa, y así también, que la mejor parte del fenómeno de la absorcion de nuestra atmósfera debe atribuirse á la acción del vapor de agua.

“Estas observaciones y experiencias duplicaban el campo de investigación del análisis espectral. Ya no solamente podemos descubrir la naturaleza y composición de las inflamadas atmósferas del Sol y de las estrellas; nuestras investigaciones pueden extenderse á objetos cuyo exámen nos interesa mucho más: ante todo debemos examinar nuestra propia atmós-

fera, analizar sus altas é inaccesibles regiones, análisis que por ningún otro medio podrían comprenderse. Después, saliendo de la Tierra, podemos escudriñar las atmósferas planetarias, ver si en ellas existe el vapor de agua, y con él una de las primeras condiciones de la vida terrestre. Si atendiendo á las circunstancias astronómicas que nos permiten conjeturar el estado geológico de las superficies planetarias, comparamos la composición de sus atmósferas, podemos aun, observar en esos astros evoluciones atmosféricas que para la tierra serán del dominio del pasado ó del dominio del porvenir. En fin, cuando este mismo estudio de las atmósferas planetarias esté más completo, decidirá si nuestra atmósfera es un tipo reproducido en los otros planetas y cuya composición parezca, en consecuencia, indispensable para la existencia de los seres; ó por el contrario, si llegando á comprobarse la existencia de variadas composiciones atmosféricas, se deberá admitir la aparición y el desarrollo de la vida en medios esencialmente diferentes.

“Estas aplicaciones pueden emplearse no solo en los astros planetarios: existen en efecto, ciertas estrellas cuyos caracteres espectrales revelan el vapor de agua. Ahora, para que los gases generadores del agua hayan podido combinarse y dar nacimiento al vapor de ésta, se necesita que la atmósfera del astro se haya enfriado ya notablemente. Nuestro Sol está aun muy lejos de este estado crítico. Lo que es muy notable,

es que, solo las estrellas amarillas y sobre todo las rojas presentan estos caracteres. Así el espectroscopio puede servirnos, hasta cierto punto, para determinar la edad de un sol, y medir la longitud de las etapas que él ha recorrido.

“Mientras que estos estudios se hacían en Francia, el análisis espectral, tal como lo habían instituido sus autores, recibía en Inglaterra magníficos desarrollos. Los Sres. Miller y Huggins emprendían el estudio de las estrellas, y en todas las que habían sometido á su exámen encontraron los elementos solares diversamente asociados. La importancia filosófica de este resultado es inmensa, puesto que demuestra, que la materia que forma el mundo solar y la que constituye las estrellas tienen un origen comun. Era la demostración de la unidad material del mundo. Pero aun se avanzó más. Existen astros, que los creemos colocados en los confines del Universo visible, y cuya luz se ha debilitado tanto, en el inmenso trayecto que debe recorrer para llegar hasta nosotros, que apenas los contemplamos como débiles resplandores. El Sr. Huggins, sin embargo, logró analizarlos y demostró que existe toda una clase de nebulosas, que en realidad no pueden resolverse en estrellas, y que están formadas por gases incandescentes entre los cuales figura siempre, en primer lugar, el hidrógeno que parece ser en consecuencia, el elemento principal en la composición del Universo.

“Así, á todo el universo visible, no solo á nuestro astro central y sus planetas que son como de nuestra familia, sino tambien á esos soles tan lejanos, que nuestros más poderosos telescopios son impotentes para mostrarnoslos con un diámetro sensible, y aun á esas nebulosas que en nuestros instrumentos aparecen tan solo como débiles resplandores, el poder de la química se extiende, nuestro análisis los escudriña y les arranca el secreto de la unidad de la materia, de que ellos han sido cortados de la misma tela que nosotros. Pero, aun hay más, á semejantes distancias y con las vagas é indecisas formas de las nebulosas, no sería posible estudiar movimientos delicados y decidir si en regiones tan remotas, rige aun la gran ley de la gravitación; pero la química dió su apoyo á la mecánica, y ahora, podemos afirmar atrevidamente que esa materia idéntica á la nuestra, está sometida como ésta, á las leyes de la gravitación. Ciertamente cuando Newton descomponía un haz de luz blanca y sentaba las bases de la teoría del espectro, estaba muy léjos de sospechar, que más tarde, su gran ley de la gravitación encontraría en esas experiencias, alas para remontarse hasta las regiones donde toda medida cesa, donde es impotente todo cálculo.

“El análisis espectral, despues de haber recorrido el Universo, en algunos años, y haber recogido en él la cosecha que acabo de bosquejar, volvió al Sol su punto de partida, y á él volvió con motivo de los eclipses.

“Se sabe que en los eclipses se contempla, todo un enjambre de bellísimos y no ménos extraordinarios fenómenos, cuya explicacion hasta entonces, no habia podido encontrarse.

“Esas protuberaciones de color rosáceo, y extrañas formas que circundan el borde oscuro de la Luna; esa magnífica aureola luminosa; ese inmenso resplandor cuyos rayos se extienden á distancias enormes, hasta 1868 fueron otros tantos enigmas para los astrónomos. En este año tuvo lugar uno de los mayores eclipses del siglo: puede decirse, que cuando los cielos se habian dejado arrancar tan bellos secretos, el astro del día, queria invitarnos á estudiar su admirable estructura.

“El eclipse se observó y los resultados sobrepusieron nuestras esperanzas. Inmediatamente se reconoció la naturaleza de las protuberaciones y hasta se descubrió un método que permite estudiarlas diariamente sin estar obligado á aprovechar solamente las raras oportunidades que los eclipses presentan. Bien pronto, con este método se descubrió la atmósfera cromosférica que completaba y explicaba la de las protuberaciones. Estos primeros resultados pueden formularse así.

“Al Sol de Herschel y de Arago, formado de un núcleo central y de una capa luminosa que lo rodea, la fotosfera, se agrega una capa formada principalmente de hidrógeno incandescente. Esta capa, en contac-

to inmediato con la fotosfera, es muy delgada, tiene solamente de 8" á 12" de espesor; en ella se efectúan pequeñas erupciones de vapores metálicos que provienen de la fotosfera y en las cuales dominan el sodio, el magnesio y el calcio. Pero con frecuencia, y sobre todo en la época en que abundan las manchas solares del globo solar, se levantan formidables erupciones de hidrógeno, que atraviesan esta misma capa y se elevan á alturas que llegan á veinte ó treinta mil leguas de altura.

“Estas erupciones, son las protuberancias de los eclipses solares, cuya naturaleza y formas se explican así perfectamente.

“En cuanto á la aureola y los fenómenos exteriores á ésta, se estudiaron en los eclipses posteriores al que acabamos de referirnos.

“En 1871, las observaciones francesas demostraron que la corona constituye una nueva atmósfera solar, atmósfera muy rara, de extension enorme, donde el hidrógeno domina todavía, aunque presentando particularidades espectrales cuya explicacion aun no ha podido encontrarse. Las apariencias que esta atmósfera nos presenta, parece que en parte se deben á las erupciones protuberanciales que la penetran y se extienden en su seno. Tambien parece muy probable, que la figura de la corona varié con el estado de actividad exterior del Sol, opinion formulada por el autor de estas observaciones. En las épocas del máxi-