

mo de las manchas, cuando las erupciones protuberanciales están en toda su actividad, esta atmósfera debe estar surcada por numerosas corrientes de gases y vapores que aumentan su extensión, su densidad y modifiquen su aspecto. Esta opinión ha sido confirmada por uno de los observadores del último eclipse observado en Egipto.

III

La Fotografía.

“Terminaré esta corta reseña de los métodos de la Astronomía Física, dedicando una palabra á un arte que ahora presta maravilloso contingente á todos nuestros estudios científicos; me refiero á la Fotografía.

“Considerándola bajo su antiguo y primitivo objeto, su fin era fijar las imágenes de la cámara oscura; actualmente este fin y sus medios han tomado considerable ensanche. Solo trataremos de ella, concretándonos á enumerar sus aplicaciones en la Astronomía Física, y las esperanzas que ésta funda en dicho arte. Dígase lo que se quiera, el hecho es que en Francia fué donde se hizo la primera aplicación de la fotografía á la ciencia del cielo. La primera imagen de un astro, fijada en una placa Daguerrea, fué la del

Sol, y se debe á los Sres. Fizeau y Foucault, autores del admirable procedimiento, para medir en la Tierra la velocidad de la luz.

“A poco se obtuvieron en los Estados Unidos, imágenes de la Luna. Después de estos primeros ensayos se emprendieron trabajos regulares, dedicados principalmente al Sol y á la Luna. Todo el mundo conoce las bellas pruebas fotográficas lunares del Sr. Warren de la Rue, y sobre todo del Sr. Rutherford. En diversos observatorios se toman con regularidad fotografías del Sol, con objeto de estudiar sus manchas y fáculas.

“Más recientemente, el Sr. Rutherford y el Señor Gould emprendieron la construcción de cartas celestes, y poco há, en New York por el Sr. Draper y en Meudon se obtuvieron fotografías de la nebulosa de Orion.

“Todos estos trabajos son muy importantes; se refieren á uno de los primeros objetos de la fotografía astronómica, obtener imágenes permanentes y fieles de los astros y de los fenómenos que en ellos se producen, imágenes que permiten estudios y medidas ulteriores. Hasta ahora, para conservar el recuerdo de un fenómeno, solo contaban los observadores con la memoria, la descripción ó el dibujo. Estos medios han sido reemplazados por la fotografía, que por decirlo así, materializa el fenómeno, impide que se extinga, que entre en el dominio del pasado, con-

servándonoslo siempre listo para examinarlo y estudiarlo.

“Cualquiera que sea la importancia de estos resultados, los últimos trabajos fotográficos sobre el Sol, han demostrado que este método de observacion puede emplearse como medio para hacer descubrimientos astronómicos.

“Las grandes imágenes del Sol, obtenidas en Meudon en los últimos años, han revelado que en la superficie solar se verifican fenómenos, invisibles aún con los más poderosos telescopios de un Observatorio, fenómenos que abren un campo completamente nuevo en estos estudios solares. Con la ayuda de esas imágenes hemos conocido al fin, la verdadera forma de esos elementos de la fotosfera, á propósito de los cuales han sido emitidas tan diversas y contradictorias aserciones. Estos elementos están constituidos por una sustancia fluida, que con facilidad cede á la accion de las fuerzas exteriores. En las regiones de calma relativa, la materia fotosférica toma formas que se aproximan más ó ménos á la esférica, y cuyo aspecto es el de una granulacion general. Por el contrario, allí donde reinan corrientes y violentos movimientos, los elementos granulares están más ó ménos alargados, tomando un aspecto parecido al de los granos de arroz, al de las hojas de Sauz y aun de verdaderos filamentos. Pero esta agitacion fotosférica solo se extiende á regiones limitadas, y en los inter-

valos que éstas dejan se observa la forma granular. De aquí resulta que la superficie solar presenta el aspecto de una red cuya malla estuviere formada por rosarios de granos mas ó ménos regulares, y los intervalos llenos de cuerpos estirados, alargados en todas direcciones. Un atento estudio de estos curiosos fenómenos conduce á explicarlos de una manera muy sencilla.

“La capa de materia luminosa á la que el Sol debe su poder radiante, como se sabe, es muy delgada. Si esta capa estuviere en perfecto equilibrio, la materia fluida que la constituye, formaria una envoltura continua al rededor del Sol; confundiéndose entre sí los elementos granulares, la superficie solar tendria, en toda su extension un brillo uniforme. Pero las corrientes ascendentes, de donde emanan las erupciones de vapores metálicos y las protuberancias hidrógenas, rompen en muchos puntos la capa fluida que tiende á formarse.

“Esta se encuentra rota y dividida en fragmentos más ó ménos considerables. Allí donde las fuerzas perturbatrices dejan á los elementos fotosféricos en un reposo relativo, toman éstos una forma globular más ó ménos pronunciada. Por el contrario, en los puntos en que existen las corrientes ascendentes, estos elementos atestiguan con su aspecto, la violencia de las acciones á que están sometidos. Ved aquí el origen de las formas tan variables de los elementos fo-



tosféricos, sobre que tanto se ha discutido, y ved tambien explicado el porqué de esa estructura en red de la superficie solar, estructura que la fotografía nos reveló.

“Estas imágenes patentizan aun, la enorme diferencia que existe entre el poder luminoso de estos elementos de la fotosfera y el del medio en que nadan, que parece enteramente oscuro al lado de ellos. De esta constitucion resulta que el poder radiante del Sol variará proporcionalmente al número y brillo de esos elementos. En consecuencia, ya no puede considerarse á las manchas como el elemento principal de las variaciones que la radiacion solar pueda experimentar; en adelante es preciso no olvidar este nuevo factor cuya accion tal vez sea preponderante.

“Estas fotografías permiten aun hacer un estudio que promete resultados de suma importancia; quiero hablar de los movimientos que adquieren los elementos granulares bajo la accion de las fuerzas que trastornan la capa fotosférica.

“Para estudiar estos movimientos, se toman por medio del revólver fotográfico, á muy cortos intervalos, imágenes sucesivas del mismo punto de la superficie solar. La comparacion de estas imágenes revela, en efecto, que la materia fotosférica está animada de movimientos de una violencia tal, que la de nuestros fenómenos terrestres solo da una idea muy débil de su intensidad.

“Pero sabeis, señores, que la fotografía, siguiendo el ejemplo del análisis espectral, está en vía de recorrer los cielos. El año de 1881, vió la primera fotografía de un cometa, en que se haya podido fijar una porcion muy considerable de la cauda del astro. Esta fotografía ha revelado curiosos detalles de estructura y ha permitido tomar diversas medidas fotométricas, especialmente la que demostró, que el apéndice caudal á algunos grados del núcleo solamente es doscientas ó trescientas mil veces ménos luminoso que la Luna, á pesar de su gran brillo aparente. Sin duda debe procurarse perfeccionar estos primeros ensayos, porque será de la mayor importancia para la historia de estos singulares astros, cuya naturaleza es aun tan emigmática, el obtener documentos tan evidentes como los que podrá proporcionar la fotografía.

“No ménos interesantes ensayos, se han hecho por el Sr. Draper en América y por el Observatorio de Meudon, para obtener fotografías de las nebulosas, y ya han conseguido fotografiar la de Orion.

“Las nebulosas tienen grande importancia, por los elementos que proporcionarían á la teoría de la formacion de los sistemas estelares y del génesis de los mundos, si se comprobase claramente la existencia y naturaleza de las variaciones que se produzcan en su estructura, por esto se comprende la inmensa importancia de obtener buenas fotografías de las nebulosas.

“El primer ensayo se hizo ya en América por el Sr. Draper y en Meudon. Pero el asunto presenta considerables dificultades, tales como el debilísimo poder luminoso de estas nubes de materia cósmica, la vaguedad de sus contornos, y el brillo tan diferente en sus diversas partes. De aquí resulta que, según la duración de la exposición, la pureza del cielo, la sensibilidad de la placa, las imágenes obtenidas de una misma nebulosa serán más ó ménos completas, pero de ninguna manera comparables. Hay pues necesidad imperiosa de definir rigurosamente las condiciones en que se obtienen las imágenes. Para conseguirlo, uno de los medios más seguros consiste en tomar al mismo tiempo que la imagen de la nebulosa, las de algunas estrellas brillantes que estén próximas á la nebulosa; cuando estas imágenes se obtienen fuera de foco, están formadas por círculos cuya mayor ó menor opacidad puede servir para atestiguar las condiciones de la experiencia y para reproducirlas ulteriormente.

“Para que la segunda imagen de la nebulosa sea comparable á la primera, se necesita que los tiempos de exposición empleados en obtener estas dos imágenes estén en la misma relación que los que hayan dado círculos estelares de la misma intensidad. Resumamos las ventajas de la fotografía.

“Nuestro ojo está constituido para recibir imágenes del mundo exterior. Estas imágenes deben formar-

se tan pronto como dirigimos la vista á un objeto y desvanecerse en el momento que la desviamos. De esta necesidad prima se deriva una propiedad fundamental de la retina, que no conserva las impresiones luminosas sino durante cortísimo tiempo. Toda impresión que ha durado cerca de un décimo de segundo se borra, y la retina queda apta para recibir otra. Así para conservar en el ojo una imagen permanente, nos vemos obligados á mantenerlo dirigido al objeto para recibir de éste impresiones siempre nuevas.

“De esta propiedad de la retina proviene la fugacidad de las imágenes oculares y su intensidad. Acabamos de explicar la causa de su fugacidad; su intensidad depende del tiempo en que la retina puede acumular las acciones de la luz. Siendo este espacio de $\frac{1}{10}$ de segundo, las acciones aumentan en ella, desde el principio de la acción luminosa hasta el fin de ese espacio de tiempo. Después, las acciones ulteriores solo reemplazan á las que se han formado ántes, y la intensidad permanece constante.

“Si la retina pudiese acumular acciones luminosas durante un tiempo doble, las imágenes duplicarían su intensidad; si esta acumulación pudiera producirse en un segundo entero, todas las imágenes tendrían una intensidad casi décuple. En ese caso la luz del día nos sería insoportable y la noche estaría tan sembrada de estrellas que la bóveda celeste nos parecería una inmensa vía lactea. Tales serían las consecuen-

cias de un simple cambio en la duracion de las impresiones de la retina. Ahora, la capa sensible que formamos en nuestras placas fotográficas, posee la propiedad de acumular indefinidamente las acciones luminosas y la de conservar su traza. He aquí, lo que la diferencia esencialmente de la retina animal.

“Esa propiedad de las placas sensibilizadas las imposibilita en lo absoluto para llenar las admirables funciones de nuestro órgano visual; pero en cambio la convierte en una preciosa joya para la ciencia. Esta retina fotográfica, cuando haya recibido los últimos perfeccionamientos del arte, podrá darnos imágenes en límites de duracion tan amplios que confundan el espíritu. Actualmente podemos obtener impresiones fotográficas del Sol en $\frac{1}{100000}$ de segundo, é ignoramos el límite á que se podrá llegar en este sentido.

“Por otra parte, las imágenes del cometa han exigido una hora de accion luminosa y la de la nebulosa de Orion, un tiempo más del triple del anterior. De aquí se deduce que en el segundo caso la accion luminosa ha sido 500 millones de veces más larga que en el otro; ¿qué fenómenos, por diverso que su brillo fuera, podrian escapar á tan admirable elasticidad? Pero todavia más: las placas fotográficas que se sabe preparar hoy, no solamente son sensibles á todos los rayos elementales que excitan la retina; sino que extienden su poder á esas regiones ultra-violetas, y á

las opuestas del color oscuro, donde el ojo no tiene poder alguno.

“En resúmen, ¡qué de preciosas ventajas para nuestras experiencias!

“La conservacion de las imágenes, la extension de la sensibilidad, la facultad de registrar fenómenos opuestos por su debilidad ó su fuerza luminosa.

“Por esto sin vacilar digo, que antes de mucho, la placa fotográfica se convertirá en la verdadera retina del sábio.

IV

CONCLUSION.

“Tal es, Señores, el incompleto bosquejo, de los trabajos efectuados en Astronomía física. Sin embargo, ¿no es verdad, que es suficiente para demostrar que este nuevo ramo de la astronomía, está ya á la altura de su hermano primogénito? ¿No es verdad que uno es digno del otro y que juntos pueden marchar á la conquista de los cielos?

“Comparémoslos, en efecto.

“Al lado de uno, vemos al cálculo, á esa maravillosa palanca intelectual que, apoyado solo en algunos datos de observacion deduce las más bellas é inesperadas consecuencias. Al lado de otro, esos sorpren-

dentes instrumentos que analizan la luz, como si fuese material, ó la hacen producir imágenes de objetos próximos ó lejanos, y aun se apoderan de imágenes fugitivas, convirtiéndolas en fijas y permanentes.

“Al lado del uno, todavía, está ese genio matemático que ha creado el análisis del infinito, genio lleno de exactitud y penetración, que sabe escudriñar todos los elementos de una cuestión é inferir de la complicación de datos hasta las últimas consecuencias que de ellos pueden obtenerse. Al lado del otro, está ese genio de observación, que, ya con ese buen sentido innato y superior, observa los fenómenos y descubre en ellos sus íntimas relaciones; ya interroga á la naturaleza y conduce entonces sus experiencias, como el géometra conduce su análisis cuando quiere probar ó descubrir; ya, iluminado por una repentina inspiración, una simple raya le basta para ver abier-
tos inmensos horizontes.

“Al lado del uno, en fin, están los cielos medidos, el mundo solar colocado en una balanza, sus movimientos tan bien encadenados por la ley que los rige, que tal vez muy pronto el pasado, el presente y el futuro, no existirán para el astrónomo. Y al lado del otro, maravillas acaso más admirables aún. Los astros revelándonos sus formas y hasta los detalles más delicados de su estructura, como si hubiesen dejado las profundidades de los espacios para venir á someterse dócilmente á nuestro estudio. Los mundos confian-

do los secretos de la materia que los engendra, á la luz que nos envían; la historia del cielo escrita por el cielo mismo.

“En fin, por todos estos esfuerzos reunidos, el Universo entero con su magestad y su grandeza, se halla sometido al dominio intelectual del hombre.

“En esta obra la Francia puede reclamar su parte. Si los anteojos son holandeses por su origen, italianos é ingleses, por los descubrimientos que con ellos se han hecho, el análisis espectral cuenta con muchos trabajos franceses y la fotografía casi nos pertenece por entero. Esto es una razón para que redoblemos nuestros esfuerzos y nuestros sacrificios, y mantengamos á esta querida y generosa patria en el rango que tanto tiempo ha ocupado. Nuestros poderes públicos siempre han demostrado, que bien comprenden la importancia de estos elevados estudios. Pero de hoy en adelante, los gobiernos deben estar sostenidos por la opinión. Una sociedad grande como la nuestra, es una de sus fuerzas más considerables y uno de sus órganos más atendidos. Hago votos porque la asociación sea siempre uno de los más firmes apoyos de una ciencia que ha sido una de las mayores glorias de la Francia.—*Janssen*.—Miembro del Instituto.”