

R-1155

NY/43

EVOLUCIÓN DE LOS MUNDOS

ENCICLOPEDIA DE ENSEÑANZA POPULAR SUPERIOR

EVOLUCIÓN DE LOS MUNDOS

SEGUIDA DE LA

EXPOSICIÓN DE LOS PRINCIPALES PROGRESOS
DE LA ASTRONOMÍA

POR

M. J. NERGAL

TRADUCCIÓN DE

CRISTÓBAL LITRÁN

«Jamás encontramos en la naturaleza
más que materia diversa en sí misma y
diversamente modificada por el movi-
miento».

D'HOLBACH

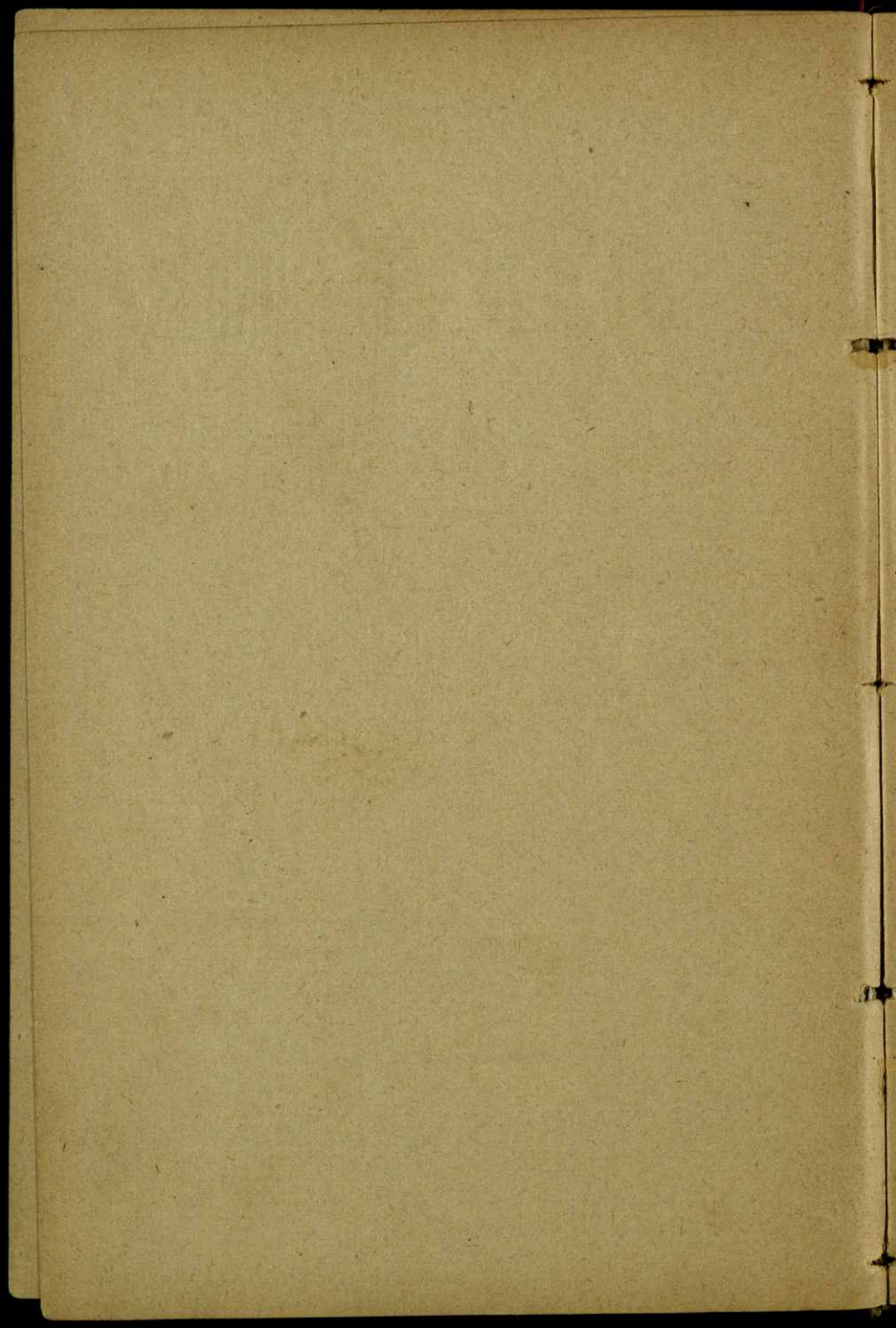
Système de la nature, 178, t. II, pág. 142



PUBLICACIONES DE LA ESCUELA MODERNA

CORTES, 478

BARCELONA



EXPOSICIÓN DE LOS PRINCIPIOS Y PLAN DE LA ENCICLOPEDIA DE ENSEÑANZA POPULAR SUPERIOR

Los filósofos racionalistas de fines del siglo XVIII crearon necesidades nuevas en una sociedad nueva.

Los cuadros sociales se ensanchaban; las ideas de igualdad tendían á hacer de cada hombre un ciudadano, y se procuró naturalmente extender á todos los beneficios del saber, que hasta entonces habían sido patrimonio de unos pocos.

El siguiente siglo desarrolló con creciente rapidez todas las ramas de las ciencias.

Hasta no hace mucho, toda nuestra ciencia cabía en un manual de reducidas dimensiones. Hoy no es ya así: es ardua y costosa la tarea de emprender cualquier estudio, por lo variadas y dispendiosas que son las fuentes de investigación. Las obras que reúnen los materiales adecuados á los especialistas no son, por otra parte, muy manuales; son casi siempre muy incompletas y prestan utilidad sólo en campo muy reducido.

La diversificación de las ciencias hace que los sabios tiendan más cada día á convertirse en especialistas de una de ellas; hasta de una de sus ramas.

En la Edad media el sabio abarcaba todos los conocimientos de su tiempo. Hoy se es químico, físico, his-

torizador; es raro que en nuestra época ningún hombre abarque el vasto conjunto del saber. Impotente para realizar una síntesis, se es siempre que más, historiador, psicólogo, sociólogo.

La ciencia, por otra parte, es todavía privilegio de algunos elegidos. Al obrero encorvado sobre su tarea le está negado explorar el patrimonio de la humanidad. Los mismos institutores, fuera de los elementos de los programas, no pueden seguir la marcha de las ciencias; por ende, sus discípulos no pueden seguir sino desde muy lejos la evolución de los conocimientos.

De ello se derivan grandes males: los conocimientos no se difunden como sería menester; carecemos de ideas comunes que podrían concertar la acción de los diversos individuos y de los diversos grupos, pues la actividad del hombre está regulada por la concepción individual que se forma del hombre y del universo.

Y como el hombre no debe vivir aislado, se encuentra en la vida colectiva trazadas las líneas generales del sistema, al cual se somete, por carecer de concepción propia metodizada.

Pues bien, en la actualidad varios géneros de explicaciones se disputan el predominio de los grupos sociales. Se las puede reducir á dos grandes clases: las concepciones religiosas y las científicas.

Tienen las primeras en su apoyo la enorme fuerza de la tradición, y se presentan además con la apariencia de un sistema completo en que están anticipadamente resueltas al parecer todas las objeciones. Como tienden á lo absoluto, dogmatizan y su masa activa se aumenta con todos los débiles que arrastran.

Las explicaciones científicas carecen de dogmatismo, son vacilantes, lo que es propio de lo que está en formación. Por esto la Ciencia aparece menos coherente que la Religión y exige un esfuerzo intelectual que no requiere la otra.

El que desea adquirir nociones científicas viene obligado á reobrar contra el medio social que se alimenta de tradiciones, y esto no es siempre asequible á todos. Hasta especialistas en una materia determinada aceptarán en lo demás la metafísica imperante en su grupo social. De ahí esa disparidad entre las ideas y la conducta.

Las especializaciones son una necesidad y un bien, porque todo trabajo, para ser eficaz, necesita ser limitado; pero es necesario encontrar para la acción una base común.

Al hombre se le presentan siempre cuestiones relativas á su origen y á su destino. Ha de optar entre las respuestas científicas y las que le imponga su grupo social, por absurdas que sean.

De ahí la necesidad de hacer una sistematización de la ciencia y de divulgarla. Pero la dificultad está no tan sólo en presentar de un modo exacto y preciso ese cuadro de conjunto del estado de la Ciencia en un momento dado, si que también en los métodos y en el lenguaje especial que cada ciencia exige.

Asegurándonos el concurso de personal idóneo en cada una de las ramas del saber, creemos haber orillado ese obstáculo.

Lo apuntado nos ha llevado á considerar la *Enciclopedia de Enseñanza popular superior* como obra necesaria.

A ello obedece la publicación de los 15 volúmenes cuya enunciación sigue.

No aspiramos á dogmatizar én ellos, sino á afirmar tan sólo lo que consienten los hechos actualmente patrimonio comprobado de la ciencia. Los conocimientos de hoy pueden y deben modificarse al compás de nuevos progresos.

Los autores de los libros cuya publicación emprendemos se limitarán á reunir y clasificar los hechos científicamente explicados.

Expondrán verdades adquiridas sin elevarse al terreno de las hipótesis. Sus ideas particulares podrán exponerlas en los prólogos de sus obras. El lector, con su espíritu crítico, formará el juicio que más acertado le parezca.

Los fenómenos serán explicados en los libros de los que damos una ligera idea, y se publicarán en el orden en que los anotamos:

I. **La evolución de los mundos.**—Reseña la formación de nuestro sistema solar, y la demostración del mismo nos sugiere cuál ha podido ser la formación de los otros sistemas siderales. En él vemos cómo se ha condensado en una nebulosa la materia difusa en el espacio, cómo de esa nebulosa se han separado los planetas, los mundos de hoy.

Sigue un breve pero muy interesante tratado acerca de los progresos realizados por la Astronomía.

II. **Historia de la Tierra.**—En esta obra volvemos á tomar la Tierra en el momento en que se ha separado de la nebulosa y se ha convertido en el planeta que habitamos. Veremos por qué serie de fenómenos físicos y químicos han aparecido el aire y el agua en su superficie. La historia de la Tierra se torna desde entonces fácil para nosotros, pues en la corteza terrestre se descubren las grandes etapas de dicha historia. La geología nos permitirá conocerlas y la paleontología seguir la evolución de los seres que en la superficie de nuestro globo han dejado huellas de su existencia. Veremos cómo prosigue en nuestros días la evolución de la Tierra bajo la influencia de los fenómenos de erosión, de los fenómenos sísmicos ó temblores de tierra, y de las erupciones volcánicas. Una parte de este libro estará consagrada al estudio del mar, porque en el medio marino es donde la vida se ha desarrollado primera-

mente. Esto nos llevará á estudiar en el volumen siguiente la aparición de la vida.

III. Origen y evolución de la vida.—¿Es diferente la materia orgánica de la que nos ofrecen los cuerpos *inorgánicos* de la química? Desde hace mucho tiempo se debate esta cuestión entre sabios y filósofos.

En esta obra hallará el lector la exposición de los conocimientos actuales acerca de este punto. Desde las famosas discusiones entre Pouchet y Pasteur ha progresado mucho la ciencia y la discusión está colocada hoy en muy distinto terreno. Como afirma Pouchet, la vida es solo una modalidad de la materia, pero como dice Pasteur, la materia viviente se produce de distinto modo que la materia bruta. Es difícil, sin embargo, y hasta arbitrario, establecer demarcación entre una y otra.

IV. Evolución de los seres vivos.—Se sigue fácilmente, leyendo este libro, la evolución de los seres, desde el protozoo, el más sencillo de los seres organizados, hasta los mamíferos, que son los más elevados en organización. Las células vivientes en el medio acuático se han agrupado en colonias diversas, según las diferentes circunstancias, de manera á formar otros tantos seres diversos.

En la serie paleontológica se siguen las modificaciones de los seres vivientes en su evolución hasta las formas actuales. Finalmente, la evolución autogénica del hombre nos muestra que el individuo pasa desde su concepción á su completo desarrollo, por estados correspondientes á los de los animales desde el origen de la vida. Tenemos, pues, fuentes diversas que nos permiten demostrar la evolución de los seres vivientes.

V. Los factores de la evolución de los seres.—Las obras precedentes han probado á los lectores que todos

los seres evolucionan; falta establecer las condiciones, la situación del ser viviente desde el punto de vista del medio físico, su tamaño y sobre todo su herencia.— Estos factores, combinados, producen los tipos diferentes de vida. Así es cómo tenemos lo que se llama en historia natural *facies*: animales de las grandes profundidades, de la superficie, de las cavernas, etc.

VI. Origen y evolución del hombre.—En su verdadero terreno colocada, la cuestión del origen del hombre no difiere de la del origen de las especies animales. Puede decirse que fué resuelta por Darwin. Pero desde aquella época han venido numerosos hechos á aclarar la cuestión. El tipo del antepasado de la humanidad ha podido ser reconstituido; hemos encontrado un vestigio de él en los terrenos terciarios superiores de Java. Más tarde aparece el hombre en los yacimientos de los valles del Rhin y del Meuse, y las huellas de su industria se ven esparcidas sobre toda la superficie de la Europa occidental y central. Los salvajes más atrasados de la época actual pueden también darnos una idea de lo que fueron nuestros antepasados en aquella remota época.

VII. El Pensamiento.—Una de las precedentes obras nos enseña que la vida es un mecanismo resultante de las propiedades de la materia. Vamos ahora á seguir las manifestaciones más y más complejas de la vida de las funciones vegetativas á las funciones intelectuales más elevadas, hasta á los fenómenos de conciencia.

La conciencia, es decir, el conocimiento del individuo por sí mismo, es una función de las partes anteriores del cerebro. Esa función se descompone, se fracciona, se transforma y desaparece con las modificaciones del órgano del cual es el modo de actividad .

VIII. **Historia de las Civilizaciones.**—Hasta aquí hemos considerado el hombre á la manera de un naturalista. Debemos examinarle ahora desde el punto de vista de su actividad social. Manifiéstase esta actividad por el conjunto de hechos que llamamos *Civilización*. Una civilización es el conjunto de las actividades sociales de un grupo humano localizado. Pasaremos brevemente revista á las grandes civilizaciones del mundo y procuraremos no queden en la sombra pueblos que los historiadores clasifican de ordinario entre los no civilizados: civilizaciones de la América septentrional y central, del Africa occidental, de la Polinesia, etc. Entre las grandes civilizaciones examinaremos sucesivamente Egipto, Caldea, Persia, India, China, las civilizaciones mediterráneas y las de la Europa occidental; los grandes Imperios históricos nos ocuparán también en razón de su influencia: Imperio romano, Imperio carlovingio, Sacro Imperio, etc.

IX. **Las Religiones.**—En el origen de todas las sociedades, cuando faltan casi por completo las ideas experimentales, se observa que casi todos los fenómenos sociales son indiferenciados, pero que los fenómenos religiosos se diferencian los primeros. En estas manifestaciones religiosas no se ve aparecer un Dios propiamente hablando. El hombre depende de su *totem*, especie animal ó vegetal con la cual cree tener relaciones de descendencia. Después del culto al *totem* se desarrolla el de los antepasados. Observamos que en los pueblos antiguos históricamente conocidos está formada la noción de divinidad.

Si se observa, como nosotros hacemos, los cultos de los pueblos antiguos, egipcios, babilonios, sirios, persas, griegos, romanos, eslavos, germanos, celtas, ó las grandes religiones universalistas, ó las de los pueblos que han conservado una antigua tradición, como

los chinos, los japoneses, los israelitas, los indus, ó bien pueblos llamados salvajes todavía existentes, se comprobará que las religiones son fenómenos que aparecen, evolucionan y desaparecen bajo la influencia de causas varias, pero determinables.

X. El Derecho y la Moral.—Del propio modo que se ha pretendido que existe un sentido religioso, se ha pretendido que existía un sentido moral. Nosotros encontramos el fundamento de la moral en las formas elementales del derecho en las múltiples interdicciones que prohíben tanto mezclar hijos de diferentes colores como apoderarse de lo que pertenece al vecino. En un principio nos aparecen estas prohibiciones como unidas á creencias religiosas.

Después vemos cómo el derecho se desprende de su ganga, mientras que en ciertos lugares la moral se separa de ella hasta convertirse en pura abstracción, pero mientras que la moral continúa siendo una práctica de aplicación casi individual, el derecho se cristaliza hasta convertirse en un anacronismo y no responder ya á las necesidades de la sociedad que lo emplea.

XI. Las organizaciones sociales.—Partiendo del tipo de la horda, encontramos primeramente esos grupos de simple bipartición como las sociedades australianas. Después vienen las sociedades de segmentos múltiples: Melanesia, Américas, etc...; por encima se encuentran las confederaciones de tribus gobernadas por un consejo central (iroqueses, mokis, etc...) que, reducidas á la obediencia bajo un jefe único, un monarca, devienen una verdadera nación, como la de Guinea y la colonia del Cabo. En esas sociedades se establece desde muy temprano la división de funciones. Se forman sociedades llamadas secretas, con poderes tanto más amplios

cuanto menos ha evolucionado la sociedad. Encontraremos esas sociedades secretas hasta en las civilizaciones complejas (sociedades religiosas de los órficos griegos, sociedades corporativas de la Edad media, francmasonería). Más tarde se establece otro procedimiento de diferenciación, el de la división en clases según la aptitud guerrera ó la riqueza de los miembros de la sociedad. Jamás ha existido una realeza que haya reinado destruyendo todas las desigualdades de clase.

En la Edad media vemos las asociaciones corporativas convertirse en verdaderas potencias; toman entonces la forma urbana y dan origen á los comunes. A consecuencia de la necesidad experimentada en las sociedades muy diferenciadas de constituir unidades especializadas, es por lo que vemos formarse hoy de una manera muy diferente las asociaciones corporativas bajo el aspecto de los sindicatos.

XII. Los sistemas económicos. — Observaremos primeramente que el estudio de los sistemas no se confunde con el de las doctrinas económicas.

Estudiando las sociedades más inferiores vemos que todos los bienes son comunes entre todos los individuos que componen esas sociedades.

Con la formación de organismos especiales aparecen distribuciones diversas de los bienes producidos por el conjunto de la comunidad; la misma producción se encuentra generalmente reglamentada. Cuando las naciones están formadas, vemos que se reglamenta la producción y no ya solamente la distribución de los bienes: ciertas clases deben producir (estando fijada hasta la producción). El consumo mismo está sometido á ciertas reglas. Con el descubrimiento de nuevas tierras y la extensión del comercio, los cambios económicos adquieren una amplitud excepcional, circulan los capitales y con ayuda de las leyes se concentran en

las manos de un pequeño número de individuos, de donde se origina malestar para los productores, malestar acrecentado todavía por las máquinas, que determinan una verdadera crisis en la situación de los que producen.

XIII. Evolución de la tecnología y del arte.—Una de las principales diferencias que comparado con los animales presenta el hombre, es la de poder obrar sobre los medios que le rodean mediante instrumentos que son como prolongación de sus órganos. La evolución es larga desde las herramientas primitivas del australiano hasta las herramientas tan complejas del europeo moderno. Después de haberse abrigado en las cavernas, el hombre construye habitaciones varias según los medios en que se halla, para acabar en las casas de hierro de Europa. Lo mismo ocurre con respecto de toda clase de útiles, así las herramientas de guerra como los utensilios de cocina. Después de haber utilizado sus propias fuerzas, el hombre utiliza fuerzas exteriores: vapor, electricidad, etc.

Entre todas las técnicas las hay que tienen por objeto expresar emociones colectivas: esas son las Bellas Artes. En el actual estado de la conciencia social, las emociones colectivas son tan necesarias á la vida de las sociedades como las técnicas propiamente dichas. El sistema, desarrollado por el trabajo en común, ha dado origen á la danza y á la música. Necesidades económicas, religiosas, tecnológicas, dan origen á las artes gráficas en general: escultura, pintura, decoración.

XIV. Los factores de la evolución social.—Los hombres agrupados en sociedades han sufrido influencias cuyos resultados han sido expuestos en los volúmenes precedentes. La humanidad no ha evolucionado

en virtud de un plan *a priori*, sino en razón de ciertos factores á los que vamos á pasar revista.

Debemos ante todo otorgar una gran parte á las condiciones físicas: el clima, la situación geográfica de los pueblos han motivado el reparto de los individuos en diferentes puntos de nuestro planeta; la riqueza de víveres, las facilidades de acceso á los lugares en que era posible procurárselos más cómodamente, han dado origen á centros de población densa. Las facilidades de comunicación tienen también una gran influencia sobre el desarrollo de las formas sociales.

Otro poderoso instrumento del progreso es el lenguaje: los idiomas menos adaptados á las necesidades nuevas, han desaparecido cediendo el sitio á los mejores, formando así un factor de homogeneidad.

La escritura desempeña un papel semejante.

No hay que olvidar finalmente la acción de los hombres que, por su desarrollo intelectual anormal, han podido tener en una época dada una influencia aceleradora sobre la sociedad de la cual formaban parte.

XV. El Hombre y el Mundo.—Este libro saca la conclusión de los precedentes y muestra á qué resultados han llegado las ciencias en la hora actual. En él se encontrará la prueba de que si no hemos resuelto todos los enigmas del universo, conocemos un considerable número de hechos, más que suficientes, para mostrar que las viejas teorías espiritualistas del mundo deben ser irremediabilmente excluidas de nuestro pensamiento.

Nuestra *Enciclopedia* no ofrece una clasificación de las ciencias; en ella se presentan sólo los hechos encadenados en serie por su dependencia ó relación lógica

Al observar que la cosmografía comprende dos volúmenes, la biología tres, la antropología uno, la psi-

cología uno y la sociología siete, acaso se nos objete que no existe proporción entre la importancia dada á las diversas ciencias generales y su importancia real. Responderemos á la objeción, que como la sociología, no ha llegado á un estado de sistematización tan adelantado como las otras ciencias, nos ha parecido útil presentar sus más importantes aspectos con mayor desarrollo. En una ciencia en formación, los hechos están menos bien identificados y menos coordinados que en las ciencias evolucionadas; de ahí la mayor amplitud con que son tratados.

Por otra parte, la sociología es la más compleja de las ciencias; los mismos hechos revisten, según la ocasión y el lugar, diferentes aspectos; la sociología es además la ciencia que más de cerca toca á los lectores, y los problemas que entraña son conexos á la política, á la moral, de suerte tal que todos creemos poder resolverlos porque en ellos estamos interesados. Todo esto justifica sobradamente, á nuestro entender, la amplitud que hemos dado á tan interesante estudio.

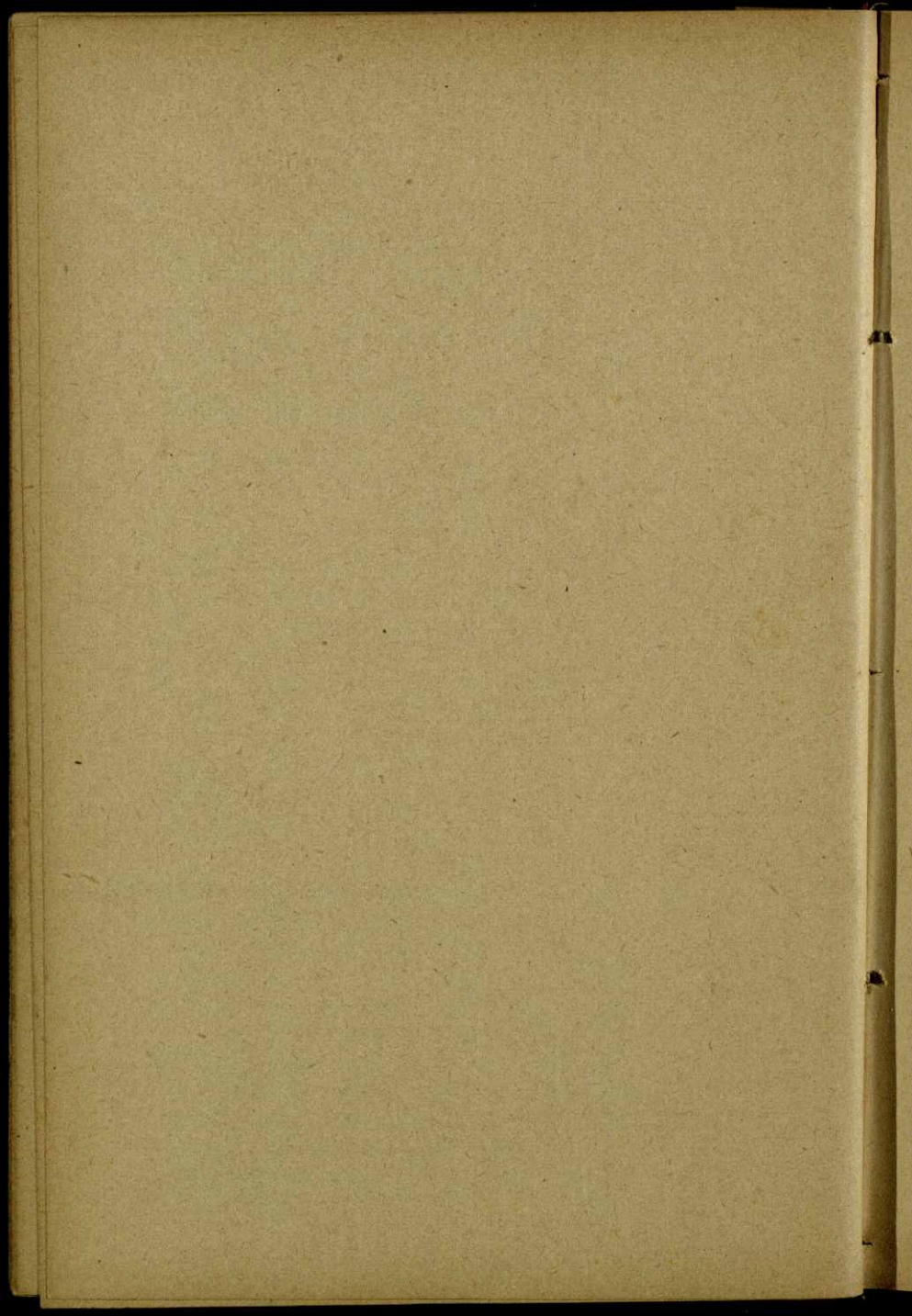
Tratándose de una publicación de 15 volúmenes, en la cual se ha de emplear algún tiempo, comprendemos que al terminar no estará acabada nuestra obra con relación á los progresos que hayan hecho las ciencias en el intervalo. A este inconveniente obviaremos publicando pequeños fascículos que sirvan de apéndice á los volúmenes respectivos.

No era fácil la elección de autores y esto nos ha preocupado hondamente. Obra de vulgarización la nuestra, se requería para llevarla á cabo verdaderos sabios, que dominaran la materia aplicando á ella con rigor extremo el método científico, prescindiendo de su criterio personal, y que á la vez fueran escritores dotados de la claridad de lenguaje indispensable para ponerse al alcance de un público relativamente poco instruído. Firmes en este criterio, hemos escogido los

colaboradores de la *Enciclopedia* entre sabios especialistas consagrados desde largo tiempo á la enseñanza en las Universidades Populares.

Acariciamos la esperanza de que nuestra empresa alcanzará su objeto: reivindicar contra las sistematizaciones religiosas los derechos de una sistematización mejor y aproximar el advenimiento de una forma social más adaptada á las necesidades de la especie y á las reclamaciones de la justicia.

Tal es el plan de la *Enciclopedia* cuya publicación emprendemos con esta obra.



EVOLUCIÓN DE LOS MUNDOS

OBJETO DE ESTE LIBRO

No entendemos escribir un tratado de astronomía exponiendo una ó varias partes de esta ciencia; nos hemos limitado á reunir los hechos astronómicos que, en el estado actual de nuestros conocimientos, atestiguan la evolución de los mundos.

Lejos de ser *incorruptibles*, como toda la antigüedad creía, los astros están sujetos á todas las vicisitudes de las cosas ó de los seres, es decir, que están enteramente sometidos al tiempo, que todo lo transforma. La ciencia no encuentra nada fijo ó inmutable en el universo: todo cambia, todo se transforma, en virtud de leyes mecánicas ó fisicoquímicas. Ni los astros ni los seres son eternos; solamente su duración es infinitamente más larga. Pero le ha parecido al hombre, para quien un siglo de existencia es un gran máximum, que las duraciones siderales eran eternidades; así, no es con la escala de la humana existencia con la que hay que medir las largas evoluciones astronómicas.

Como se verá por la enumeración de los principales progresos de la astronomía, los descubrimientos de fines del siglo XIX han permitido afirmar la unidad de composición de los astros, lo cual implica la unidad de

la materia en las más distantes regiones exploradas. El estudio de las estrellas dobles ó múltiples ha permitido extender á los sistemas estelares las leyes de la gravitación, que hasta entonces no habían sido comprobadas más que para el sistema solar. Son esas dos de las conquistas más grandes de la inteligencia humana en el siglo XIX; otros hechos de un alcance filosófico no menos considerable han sido comprobados: segmentación de los cometas en enjambres de estrellas erráticas, análisis espectral de estrellas temporales, estudio químico del Sol, fotografía de las nebulosas; muchos otros fenómenos aun han sido estudiados y publicados. Pero al público en general no se le ha puesto muy al corriente de esos nuevos conocimientos.

Para vulgarizarlos, y para ayudar á los que desean formarse concepto de los orígenes y de las transformaciones de los mundos basado en los hechos comprobados, hemos reunido todos los hechos importantes que pueden contribuir á hacer comprender lo que se tiene derecho á llamar *la vida de los astros*.

Los hechos que estudiamos se encuentran enunciados en las obras recientes de astronomía, pero como están perdidos entre las numerosas descripciones que constituyen la materia de esas obras y de las que el lector no hace habitualmente un análisis claro, resulta de ello que esta gran verdad, *la evolución de los mundos*, de tan elevado alcance filosófico (1), no es siempre comprendida por la mayoría de los lectores.

Para demostrar bien que ningún espíritu de sistema nos ha preocupado en nuestro agrupamiento de los hechos y en su interpretación, indicaremos las fuentes en que hemos bebido, y lo más á menudo posible dejaremos hablar á los autores de la obra citada.

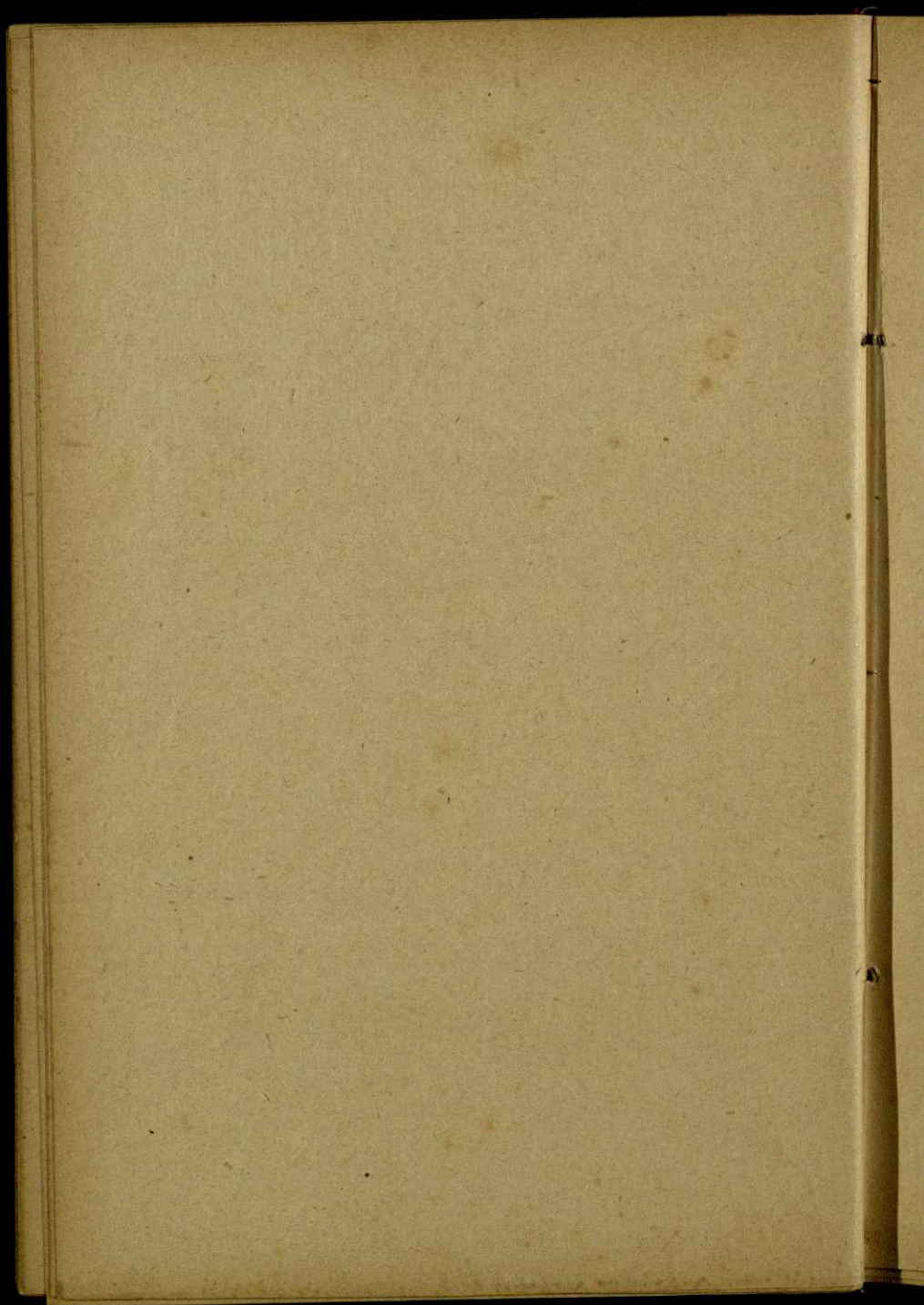
El segundo estudio, referente á los principales pro-

(1) La evolución suprime la creación *ex nihilo* (de la nada).

gresos de la astronomía, tiene por objeto hacer comprender la marcha del espíritu humano en la conquista de la verdad.

El conjunto de la obra constituye el primer escalón de un sistema racional del mundo, y ayudará á demostrar que el hombre puede saber desde ahora *de dónde viene*, sin recurrir á explicaciones imaginarias ó á pueriles leyendas religiosas.

Los estudios siguientes completarán la respuesta á este primer problema y nos enseñarán igualmente lo que somos y el lado hacia el cual parecemos dirigirnos.



CAPITULO PRIMERO

EL SISTEMA SOLAR

La Tierra forma parte de una familia de astros cuyo conjunto ha recibido el nombre de sistema solar. El Sol es el jefe de él (figs. 1 y 2).

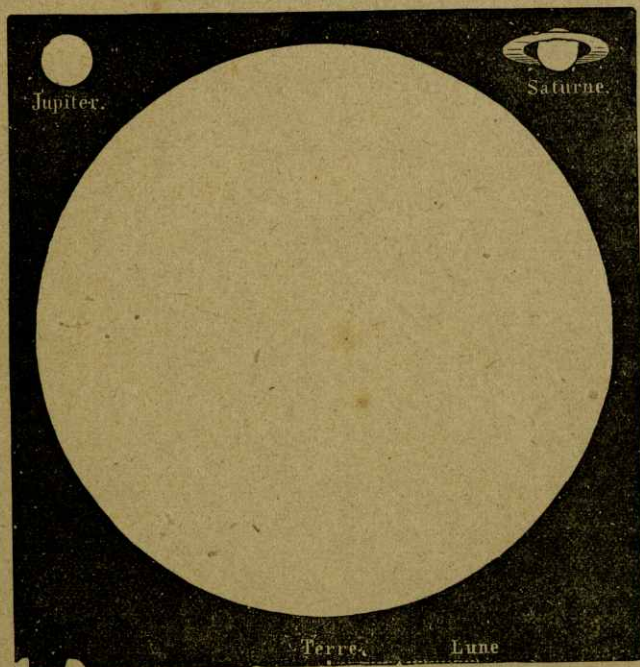


Fig. 1.—Magnitud comparada del Sol, de la Tierra, de la Luna, de Júpiter y de Saturno

Los elementos constitutivos del sistema solar están expuestos en todos los tratados de cosmografía; basta

consultar una de esas obras para formarse rápidamente idea de ellos.

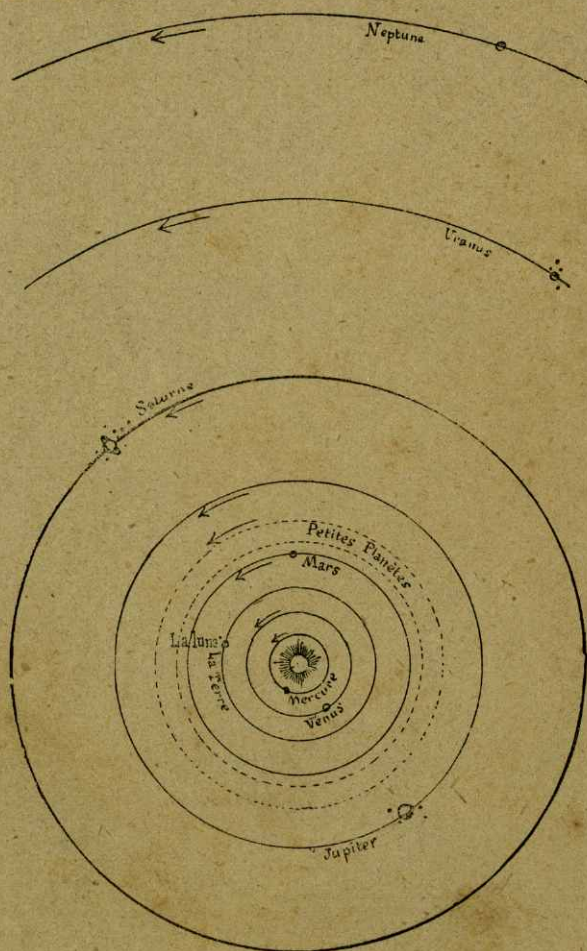


Fig. 2.—El sistema solar

En el cuadro siguiente resumimos los principales de esos elementos.

Cuadro comparativo de los elementos principales del sistema solar

que comprende la distancia media de los planetas al Sol; el diámetro de cada uno de ellos, su masa, su densidad con relación al volumen, á la masa, y á la densidad de la Tierra; la duración de sus revoluciones, es decir, el tiempo (días, horas y minutos), que emplean en dar una vuelta completa alrededor del Sol; finalmente, la duración de rotación, es decir, el tiempo que emplean para dar una vuelta sobre sí mismos.

	Distancias medias en kilómetros	Diámetros		Volúmenes La Tierra = 1	Masas Tierra = 1	Densidades Tierra = 1	Revoluciones	Rotaciones	OBSERVACIONES
		Kilómetros							
☉ Sol	»	1,384,781		1,283,730,052	324,439	0,253		25 d., 4 h., 29 m.	
☿ Mercurio	57,479,590	4,822		0,052	0,061	1,173	87 d., 23 h., 15 m.	88 d. (P)	
♀ Venus	107,406,300	12,172		0,975	0,787	0,807	224 d., 16 h., 49 m.	225 d. (P)	
♁ La Tierra	148,488,200	12,713	Equat.	1	1	1	365 d., 6 h., 9 m., 40 s., 7	23 h., 56 m., 4 s.	Tiene un satélite, la Luna
♂ Marte	226,250,200	6,888	Polar	0,147	0,105	0,711	686 d., 23 h., 31 m.	24 h., 37 m., 23 s.	Tiene dos satélites. Eros, el 430° pequeño planeta, está situado entre Marte y la Tierra. La duración de su revolución es de 643 días.
PLANETAS TELESCÓPICOS									
♃ Júpiter	772,554,500	142,362		1,279,412	309,816	0,242	4,332 d., 14 h., 7 m. (11-8 años)	9 h., 55 m., 37 s.	Tiene cinco satélites.
♄ Saturno	1,416,413,000	121,541		718,883	91,319	0,128	13,759 d., 5 h., 40 m. (29 años)	10 h., 14 m., 24 s.	Posee la densidad menor. Es notable por sus anillos.
♅ Urano	2,248,493,000	53,946		69,237	13,510	0,195	30,688 d., 9 h., 22 m. (84 años)	?	
♆ Neptuno	4,462,826,000	48,380		54,955	16,496	0,300	60,181 d., 2 h., 43 m. (165 años)	?	Tiene un satélite.

El Sol.—El Sol es por sí solo 627 veces tan grande como todos los planetas de su sistema reunidos; de ahí la influencia que sobre ellos ejerce; el primer efecto de esta preeminencia es el de obligarles á gravitar á su derredor en órbitas regulares (fig. 3).

El es quien envía el calor y la luz á los planetas

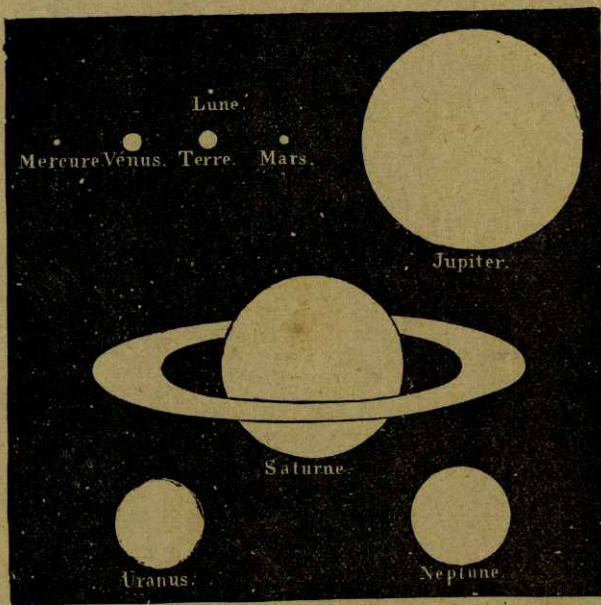


Fig. 3.—Magnitud relativa de los principales planetas

opacos por sí mismos: su luz no es más que una luz refleja.

La densidad de la materia solar (1,54) es un poco mayor que la del agua; pero las capas exteriores ó envoltentes son seguramente gaseosas. Dichas capas son asiento de potentes acciones que producen la casi incommensurable energía que el Sol derrama en el espacio.

El conocimiento de la constitución física y química

de nuestro astro central está hoy muy adelantado, pero todavía se han de realizar considerables progresos para llegar á un perfecto conocimiento de este astro. El espectroscopio ha permitido reconocer la presencia de cuerpos simples en los vapores que envuelven la fotosfera; entre otros se encuentran en ella: el hidrógeno, el

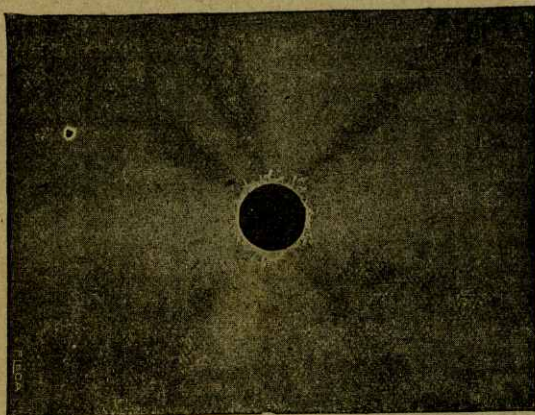


Fig. 4.—Corona, glorias, penachos solares visibles durante los eclipses totales que prueban la extensión y la prodigiosa actividad de los fenómenos de que el sol es centro

sodio, el magnesio, el hierro, el cinc, el cobre y el plomo.

El estudio del Sol es de los más interesantes para nuestro asunto. Sea cual fuere la teoría que los progresos de la ciencia hagan admitir un día para explicar la formación del sistema solar, siempre es cierto que el Sol presenta un resto de la masa que ha formado los astros de nuestro sistema.

Quien pudiera seguir las evoluciones del Sol podría reconstituir la historia de los mundos que á su alrededor gravitan. El globo solar, cuya naturaleza no nos es aún conocida por completo, está envuelto por capas

de materia en diversos estados de condensación: una primera capa, que recibe el nombre de *fotosfera*, forma una superficie luminosa; otra capa, la *corona*, forma

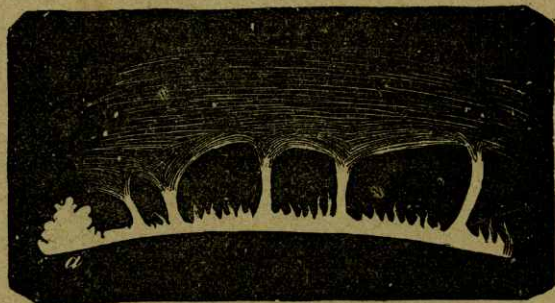


Fig. 5.—Protuberancia solar observada en América el 7 de Septiembre de 1871

la atmósfera solar. La parte inferior de esta atmósfera, la que está más próxima á la fotosfera, es designada

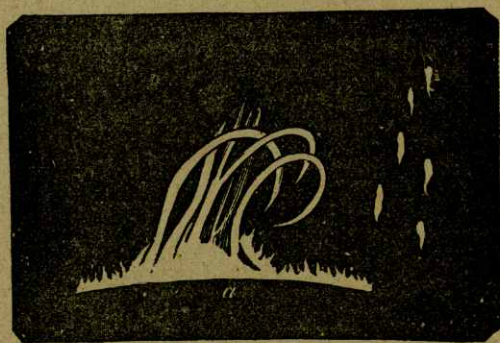


Fig. 6.—Protuberancia solar, fin de la explosión; 2 de Septiembre de 1871

bajo el nombre de *cromósfera*, y está principalmente compuesta de hidrógeno. El globo solar está rodeado de una *ayreola* cuya extensión puede igualar al diá-

A



9 mañana

B



12'10 mediodía

C



1'59 mediodía

D



2'15 mediodía

E



Fig. 7. — Cambios en las formas de una protuberancia solar observados el 23 de Enero de 1874. La rapidez y la importancia de esos cambios muestran la potencia y la intensidad de los fenómenos de que es teatro el Sol. En D y en E se ve una gran mancha solar (véase nota, pág. 31) que avanza hacia la periferia.

metro del astro. Los penachos se extienden todavía más lejos.

La prodigiosa actividad de que el Sol y sus diferentes capas atmosféricas son teatro, nos la muestran las *protuberancias* que se observan sobre el disco solar cuando éste está obscurecido por un eclipse total (figura 4).

Las protuberancias son erupciones de hidrógeno



Fig. 8.—Luz zodiacal

proyectadas hasta cien, doscientos y aun trescientos mil kilómetros de la superficie solar.

La *superficie solar* es una expresión casi convencional, pues una masa tan gigantesca de materias gaseosas en estado de ignición, sujeta á perpetuas transformaciones, como la que constituye el Sol, no es fácil determinarla ó limitarla en esos diversos estados. La *atmósfera*, la *cromósfera*, las *glorias* y *penachos* pertenecen al Sol y es imposible precisar su límite; se oponen á ello los prodigiosos movimientos de que están animados.

Todo inclina hasta á pensar que no conocemos la *extensión* de las substancias más rarificadas que deben en-

volver á lo lejos el astro del día. La luz zodiacal, cuyo centro es el Sol y cuyo cono alcanza y hasta excede de la órbita de Venus, parece indicar que la materia que compone el Sol no tiene límite determinado (fig. 8).

No olvidemos recordar que la persistencia de la energía solar, de la cual la Tierra no recibe más que ínfima fracción, es atribuída á la transformación del movimiento en calor. Este movimiento es probablemente el de la caída de millones de aerolitos que diariamente caen sobre el astro central.

El estudio físico y químico del Sol, del que no puede dar más que una idea muy imperfecta el breve análisis que acabamos de hacer (2) es, como decimos anteriormente, de la mayor importancia para comprender la evolución de los mundos. Las extraordinarias manifestaciones de que el Sol es teatro, ayudan y ayudarán aún, á medida de su descubrimiento, á explicar mecánicamente el origen y las transformaciones de un mundo.

Un mundo planetario.—Los planetas que tienen satélites ofrecen, en compendio, la imagen del mundo solar. El mundo de Saturno es el más rico de los sistemas secundarios, y su conocimiento puede ayudar á comprender la evolución de este sistema solar.

Nueve lunas forman cortejo á Saturno: circulan á distancias del planeta que ascienden de 203,000 kilómetros para la más próxima, á 3.910,000 kilómetros para la más distante. Uno de los satélites de Saturno, Titán, tiene un diámetro de 6,800 kilómetros, ó sea casi el de Marte, que es de 6,888. A más de estos nueve saté-

(2) No hemos hablado de las manchas solares (fig. 9), de los fenómenos magnéticos eléctricos y de muchos otros fenómenos de que el astro es asiento, y por ello excitamos á nuestros lectores á quienes estas cuestiones interesen, á leer el excelente pequeño volumen de Amadeo Guillemin *Le Soleil*, ú otro cualquier tratado de astronomía moderna.

lites, Saturno posee tres anillos que le envuelven y que se encuentran en el lugar que ocuparían sus satélites. Laplace y los astrónomos modernos han establecido que estos anillos no son sólidos: parecen formados de corpúsculos que circulan alrededor del planeta. Saturno es el planeta del sistema solar que tiene menor densidad:

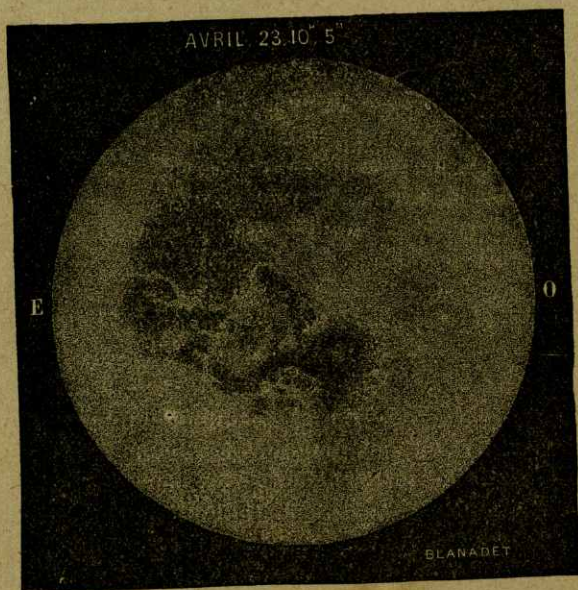


Fig. 9.—Mancha solar del 23 de abril de 1872

0,113. Esto es, un poco más del décimo de la densidad del agua.

El anillo más cercano al planeta es en parte transparente: se distingue á Saturno á través de él; está á una distancia de 32,000 kilómetros. El aplastamiento de Saturno es de cerca de $1/10^\circ$. Es el más considerable de los aplastamientos de los planetas de nuestro sistema. Los anillos de Saturno, sea la que fuere su cons-

titución, tienen ciertamente una gran importancia para la cuestión de la formación de un mundo. Ignoramos todavía el procedimiento mecánico que ha dado origen á ese fenómeno, pero es bien evidente que esos anillos atestiguan una evolución cosmogónica análoga á la recorrida por el sistema solar.

Parecen, por lo demás, tener grandes relaciones con los anillos de meteoritos que gravitan alrededor del Sol, y de los que nos ocuparemos más adelante.

Los cometas.—El estudio de los cometas proporciona y proporcionará todavía más en el porvenir, ele-

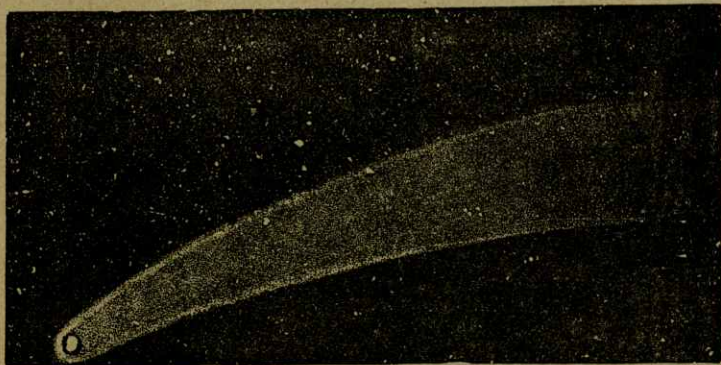


Fig. 10.—Cometa de 1811

mentos de demostración de la evolución de los mundos.

Estos astros están formados por materia nebulosa cuya parte central ofrece una condensación mayor que la de las partes desprendidas que constituyen la cola.

Esta cola del cometa alcanza á veces colosales dimensiones; así es como la del cometa de 1811 (fig. 10) tenía 40.000,000 de leguas de longitud; en el de 1843 alcanzaba el doble: 80.000,000 de leguas.

En presencia de estas fabulosas dimensiones y del

tiempo bastante corto empleado por los cometas para alcanzar dimensiones tales, y sobre todo del hecho que la luz de las estrellas que atraviesa la materia cometaria no es refractada (3), ha habido sabios que se han sentido llevados á considerar la cola de los cometas como fenómenos luminosos ó eléctricos.



Fig. 11.—Cometa de Donati, 2 octubre 1858

Sea cual fuere la naturaleza de esos gigantescos apéndices de los cometas, es lo cierto que es una materia muy rarificada, algo como menos que un gas, lo que constituye esos astros tan curiosos.

La inestabilidad parece ser la ley de los cometas: el llamado de Encke tiene una elipse que disminuye progresivamente y se puede prever su caída sobre el Sol.

(3) Es decir, desviada de la línea recta, cuando la más ligera neblina basta para producir este fenómeno.

Otros cometas se han fraccionado: el cometa de Biéla, en su reaparición periódica de 1845, se presentó dividido en dos cometas distintos que marchaban el uno próximo al otro. Estos dos cometas, ó estos dos fragmentos de cometa, se mostraron por última vez en 1852. Desaparecieron como cometas para dar lugar á un ani-



Fig. 12.—Cometa de Donati, 5 octubre 1858

llo de meteoritos que la Tierra encuentra en dos puntos de su órbita, lo que da lugar á lluvias de *estrellas erráticas*.

Estas lluvias disminuyen en importancia con los años, y nos sentimos llevados á pensar que muy pronto no quedará ya del cometa de Biéla más que el recuerdo. Lo que decimos del cometa de Biéla puede aplicarse á otros: el célebre cometa de Lexel, de 1770, parece estar en el mismo caso.

El sabio astrónomo italiano Schiaparelli, se ha ocu-

pado en establecer relaciones entre los cometas desaparecidos y los enjambres de meteoritos que dan lugar á las lluvias de estrellas erráticas: se decide por el parentesco de ambos fenómenos.

La materia de los cometas tiene grandes analogías con la que constituye ciertas envolturas del Sol; es en extremo rara, tenue; esto autoriza para considerar los cometas como residuo de la nebulosa de que ha salido nuestro sistema solar. Esta proposición no es un hecho adquirido por la ciencia; algunos astrónomos, Laplace entre otros, suponen que los cometas tienen un origen extraño al sistema solar.

Pero débese recordar que estos astros están formados por materia en un estado de extremada rarefacción (4); que tienen trayectorias que se modifican según las influencias que los solicitan (5); que los cometas tienen órbitas de extensión muy variable, y que se segmentan; finalmente, que su transformación en enjambres de aerolitos posee todas las probabilidades científicas.

Podemos, pues, decir bien que en el estado actual de nuestros conocimientos, *los cometas dan testimonio de la evolución de los mundos.*

(4) Varios han pasado á la vecindad inmediata de los planetas sin hacerles experimentar la menor perturbación.

(5) Véanse en las figuras 11 y 12 las modificaciones rápidas del cometa de Donati.

CAPITULO II

SISTEMAS ESTELARES

Nuestro Sol no es más que una estrella; dicho de otro modo: las estrellas son soles reducidos por su prodigioso alejamiento á no ser para nosotros más que puntos luminosos.

El sistema solar transportado á la distancia de las estrellas, hasta las de primera magnitud, no dejaría ya ver más que el mismo Sol, y todavía bajo el aspecto de una estrella bastante débil; todos los planetas, la Tierra, Júpiter mismo, serían absolutamente invisibles.

La órbita de Neptuno, límite conocido del sistema solar, es de cerca de siete mil millones de leguas; para atravesar esta distancia, la luz emplea ocho horas.

Pues bien, á pesar de esta inmensa extensión, el sistema solar está sumergido en el *vacío* del espacio; está lejos, muy lejos de todas las estrellas, que están, ellas también, separadas unas de otras por análogos espacios. La luz de α del Centauro, la estrella más próxima á nosotros, emplea cuatro años en llegarnos, no obstante su velocidad de 75,000 leguas por segundo; otras estrellas están á distancias de siete años, veinte años, setenta años de luz.

Si con el pensamiento queremos abandonar nuestro mundo planetario, caemos en lo inmenso, en lo prodigioso, casi en lo inconcebible; y esto desde los primeros pasos que intentamos, pues magnitudes mayores

aun nos maravillarán en el curso de nuestro viaje á través de los espacios estelares.

La Vía láctea.—Cuando en una hermosa noche se contempla la bóveda estrellada que se extiende sobre nuestras cabezas, se observa, atravesándola en toda su extensión, una faja vaporosa, bastante parecida á una ligera nube: es la Vía láctea. Ese fenómeno es debido á la reunión de millones de estrellas invisibles á simple vista y obrando á distancias indeterminables. Todas las estrellas que componen las diferentes constelaciones forman también parte de la Vía láctea; la única razón que hace aparecer más brillantes esas estrellas es su proximidad relativa á la región en que se encuentra nuestra propia estrella, el Sol, que pertenece también á la Vía láctea.

Esta no es, en definitiva, más que una inmensa nebulosa resoluble, que comprende todos los astros de nuestro universo. Para dar una idea de las dimensiones de la Vía láctea, recordaremos que se estima que, para atravesar su longitud, la luz emplea *12,000 años*, y para atravesar su amplitud *4,000 años* (6).

Las constelaciones.—Se comprende, con arreglo á lo que acabamos de decir, que las constelaciones no forman realmente grupos. Las estrellas que las componen son unidades de la Vía láctea que, por efecto de perspectiva ó de diseminación, se puede agrupar en asterismos propios para facilitar el estudio de la esfera celeste.

Las estrellas visibles á simple vista son mucho menos numerosas de lo que generalmente se cree.

Se cuentan 21 estrellas de primera magnitud; se evalúa en 65 las de segunda; en 200 las de tercera; en

(6) Recordemos también que la luz recorre 75,000 leguas por segundo,

425 las de cuarta; en 1,100 las de quinta, y en 3,200 las de sexta; ó sea 5,011 estrellas visibles á simple vista. Estas estrellas ocupan, en compañía de nuestro propio Sol, la región central de la Vía láctea.

Movimientos de las estrellas.—El sistema solar marcha en el espacio con una velocidad que se evalúa en cincuenta millones de leguas al año y se dirige hacia la constelación de Hércules; todas las estrellas que parecen en apariencia fijas en una posición unas con respecto de otras, están igualmente animadas de un movimiento propio á través del espacio. No hay un solo punto fijo en el universo: todo se mueve. En un estudio sobre el movimiento propio de las estrellas, Wolf ha podido llegar á esta conclusión general: «Todas las estrellas, incluso «el Sol», están animadas de movimientos propios» (7).

Las estrellas dobles.—Muchos de esos puntos brillantes que, á simple vista, no presentan más que el aspecto de una estrella, están, en realidad, compuestos por dos ó varios de esos astros. La existencia de las estrellas múltiples es un hecho de la más alta importancia para la concepción científica del universo, pues demuestra la universalidad de las leyes de la gravitación.

Otro estudio—el análisis espectral de la luz de las estrellas—nos demostrará la unidad de la materia que compone los mundos que pueblan la inmensidad; pero es de una gran importancia desde el punto de vista filosófico saber si las leyes mecánicas que rigen nuestro sistema solar se aplican á los otros mundos. Esto es lo que el estudio de las estrellas dobles parece demostrar. «Las leyes de la atracción producen y rigen los movi-

(7) WOLF, *Le mouvement propre des étoiles.*

mientos de esos astros lejanos, lo propio que la circulación de los planetas alrededor del Sol (8).

»Sobre 120,000 estrellas hasta el día observadas, conocemos cerca de 3,000 estrellas dobles. Conocemos, además, cerca de 50 estrellas triples, compuestas por un sol, una tierra que gira alrededor de él y una luna que gira alrededor de esta tierra (9).

»De suerte que se puede admitir que los mundos siderales están gobernados en sus movimientos por las mismas fuerzas que obran sobre los cuerpos de que se compone el mundo solar.»

La estrella más brillante del cielo, la incomparable Sirio, es una estrella doble. Bessel, al observar las perturbaciones de Sirio, dedujo de ellas la existencia de un satélite. Clarke, astrónomo americano, descubrió este satélite hacia 1862. Este astro nuevo ha sido observado posteriormente por varios astrónomos, entre otros por Chacornac.

El doctor Auwers, de la Academia de Berlín, representó las variaciones de Procyon (estrella próxima á Sirio) por una órbita casi circular que la estrella describe en cuarenta años. El compañero de Procyon ha sido descubierto después por O. Struve, y observado en 1873-74. A propósito de estos descubrimientos, A. Guillemin cita las observaciones de Struve, diciendo que «la astronomía marcha hacia una nueva época en que se hará ver que la mecánica celeste no se limita á los fenómenos del sistema solar, sino que puede aplicarse á los movimientos de las estrellas fijas» (10).

Algunas estrellas dobles.—La órbita ξ (ksi) de la Osa Mayor fué la primera calculada en 1829 por Savary, astrónomo francés. Herschel había hecho la pri-

(8) P. SECCHI, *Le Soleil et les étoiles fixes*.

(9) AMIGUES, *A travers le ciel*.

(10) A. GUILLEMIN, *Le Ciel*, págs. 751-752.

mera observación de ella. La revolución del satélite tiene lugar en 61 años. Fué en 1903 cuando se terminó la segunda revolución después de Herschel.

ζ (*zeta*) de Hércules es uno de los sistemas binarios cuya revolución es más corta: 36 años.

α ó Castor de los gemelos es un sistema triple; la revolución de sus satélites exige de trescientos á quinientos años.

γ (*gamma*) de la Virgen es un sistema triple; su revolución requiere cerca de 169 años.

ζ (*zeta*) del Cangrejo, estrella triple; revolución, 58 años. Los tres componentes, cosa notable, tienen casi el mismo brillo.

α (*alpha*) del Centauro, cuyos componentes son de primera y de segunda magnitud: revolución, de 75 á 80 años.

La estrella 42, Cabellera de Berenice, tiene una de las revoluciones más cortas: 26 años.

Entre los períodos más largos es preciso indicar:

(*gamma*) del León, que necesita 400 años para realizar su revolución.

σ (*sigma*) de la Corona Boreal, requiere de 600 á 800 años.

ζ (*zeta*) del Acuario, tiene una revolución que se evalúa en cerca de 1,600 años (11).

En su trabajo sobre el movimiento propio de las estrellas, concluye diciendo M. Wolf: «Hemos encontrado sistemas parciales muy numerosos, cuyos elementos siguen en sus movimientos relativos las leyes de Képler y de Newton. Estamos, pues, autorizados para extender á todos los cuerpos estelares la aplicación de esas leyes, y tendremos como conclusión general que la gravitación descubierta por Newton en los elementos

(11) Idem, id., pág. 742.

del sistema planetario es una ley absolutamente general de la naturaleza» (12).

Los conjuntos estelares.—Si las constelaciones no responden á una realidad y no son más que un sistema de clasificación, hay otras agrupaciones de estrellas que sí constituyen aglomeraciones siderales reales. Son los conjuntos estelares. Algunos de entre ellos pueden

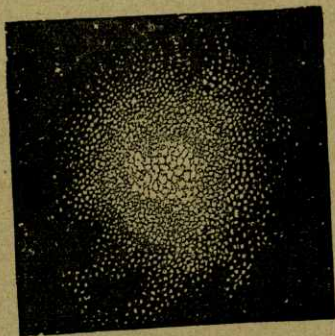


Fig. 13.—Mancha nebulosa en la constelación de Hércules

no ser más que partes desprendidas de la Vía láctea; no deben ser considerados como cuerpos separados y distintos de nuestra gran nebulosa; pero otros le son absolutamente extraños y merecen una atención particular, pues son nada menos que universos diferentes del nuestro.

«Sobre un número total de cerca de 5,000 nebulosas evaluadas, se cuentan hoy á lo menos 560, entre la octava y la novena parte, que el telescopio ha conseguido descomponer enteramente en estrellas. Entre esos conjuntos, un número muy reducido son bastante luminosos y bastante considerables para ser visibles á simple vista. En todos, las estrellas están tan próximas que es imposible no ver en ellas verdaderos grupos estelares, asociaciones reales, sistemas de soles» (13).

Algunas constelaciones estelares.—El más notable de los conjuntos de estrellas de nuestro hemisferio se

(12) WOLF, *Du mouvement propre des étoiles*, pág. 140.

(13) A. GUILLEMIN, *Le ciel*, pág. 814.

encuentra en la constelación de Hércules, y es visible con ayuda de los anteojos de menor potencia y hasta á simple vista, en una noche despejada (fig. 13).

«Está situado acaso á 400,000 años de luz» (14).

Entre las constelaciones se puede citar la del Acuario, de los Gemelos, de Cáncer.

El de Tucan, espléndido conjunto visible á simple vista, está situado en la vecindad de la nubecilla de Magallanes. Está formado por innumerables estrellas de 12.^a y 14.^a magnitud.

El conjunto de Omega del Centauro, según Herschel, hijo, es el mayor y el más rico de todo el cielo. Visible á simple vista, tiene 21' de diámetro y la luminosidad de una estrella de 4.^a magnitud.

El hermoso conjunto de la Cabellera de Berenice es de forma esférica, y está compuesto de estrellas que son casi todas de la misma magnitud.

Las nebulosas.—Otros conjuntos están tan distantes que nos aparecen bajo la forma de pequeñas nubecillas nebulosas, lo que les ha hecho dar el nombre de nebulosas.

Pero gracias á la potencia de penetración de los telescopios, se ha conseguido reducirlos á etiles, de donde el nombre que se les ha dado de nebulosas reducibles.

Esas nebulosas reductibles ofrecen formas que indican que las estrellas que las componen obedecen á fuerzas de concentración: la forma espiraloidea y la forma anular son las más frecuentes: es casi cierto que la forma de huso que nos ofrece la nebulosa de Andrómeda no es más que una forma anular ó espiral, vista por el corte.

«Estas agrupaciones, estas condensaciones de estre-

(14) BRIOT, *Les nébuleuses*.

llas que parecen haberse formado con los siglos, bajo el imperio de la atracción, esa potencia dominadora del mundo y que tiende continuamente á aproximar los diversos cuerpos de la Naturaleza; esos amontonamientos producidos por la atracción, marchando por la misma causa hacia un estado ulterior de aproximación, nos explican la forma espiral de ciertas nebulosas, en que se ve, por decirlo así, caer los soles girando hacia ciertos núcleos de mayor concentración.

»En cuanto á la inmensidad de tiempo necesario para producir semejantes efectos, no hay ni siglos, ni millones de siglos que puedan representarla. La acción de nuestro Sol sobre la estrella más vecina á él no acercaría á nosotros un milímetro una estrella en cien mil años» (15).

En el hemisferio austral, cerca de un vacío de la Vía láctea, existen nubes, llamadas nubes de Magallanes.

La gran nube se extiende en un espacio de 12 grados cuadrados; esto es, 200 veces la superficie aparente del disco lunar. La nubecilla ocupa casi 10 grados y se cierne en medio de una especie de desierto. En la nube grande, Herschel ha encontrado 284 nebulosas, 66 cúmulos de estrellas y 582 estrellas aisladas.

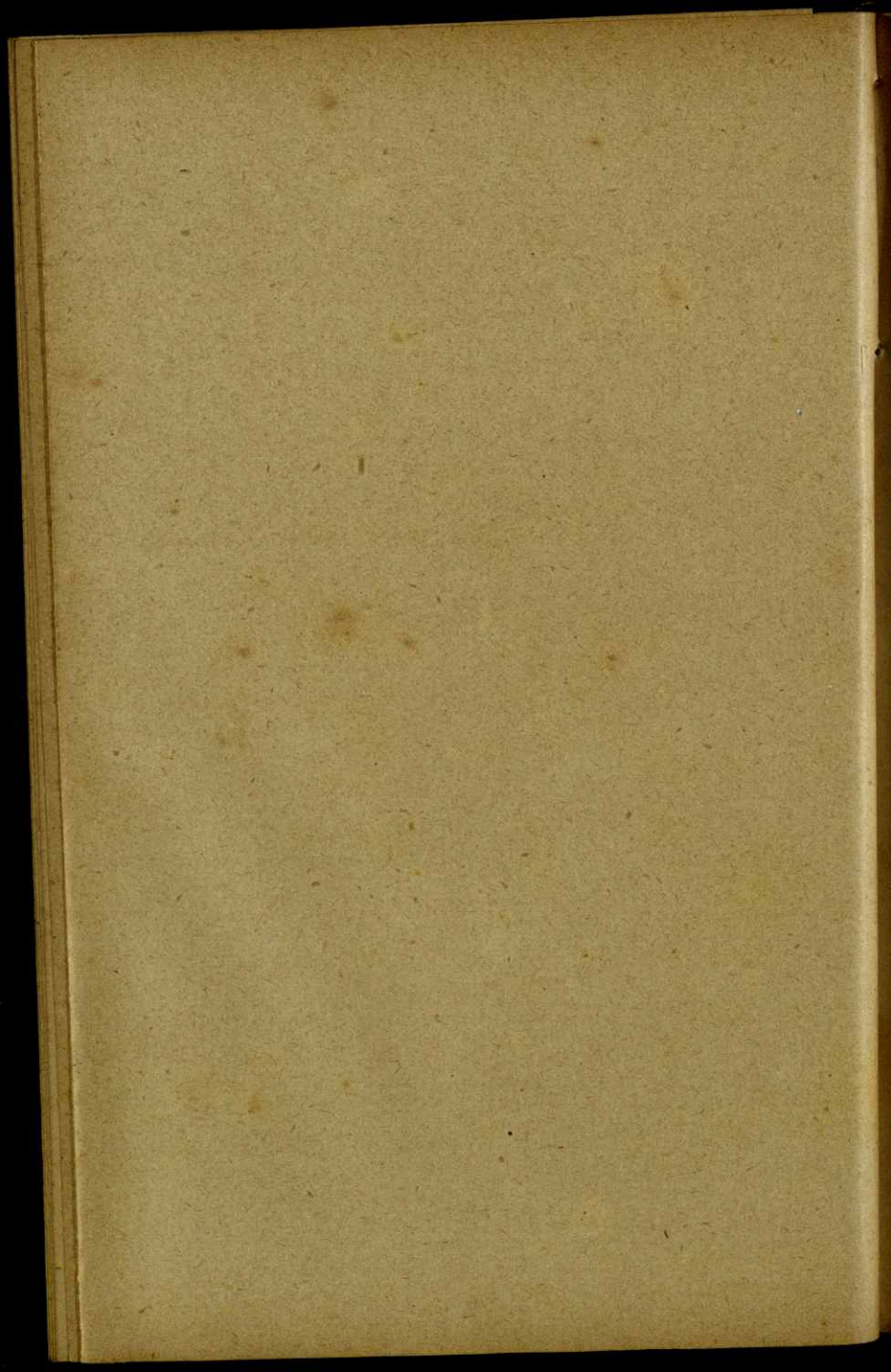
En la nube pequeña, 32 nebulosas, 6 cúmulos y 200 estrellas.

No es un universo lo que hay allí, «son universos reunidos» (16).

Hablando de la gran nebulosa de los Lebreles (figura 14), M. Flammarion la describe así en una página muy hermosa:

«Cada uno de esos granos de polvo es un sol. Parece que se tocan, pero están separados unos de otros

15) *Magasin pittoresque*, año 1858. pág. 279. (Anónimo).
A. GUILLEMIN, *Le Ciel*, págs. 855 y 857.



por millones y miles de millones de leguas. La mano de los siglos ha contorneado estas miriadas de soles en espirales consecutivas.

»Todo eso se mueve, todo eso vibra, todo gravita, y la forma general del sistema parece indicar que todo él en una pieza se mueve á través del espacio dejando ligeros regueros tras su marcha. Esos regueros de soles



Fig. 14.—Nebulosa en espiral de la constelación de los Lebreles

que caen hacia un centro común nos atestiguan el más inmenso período que jamás haya revelado el cielo á la inteligencia humana. Ya, viendo estrellas completamente formadas, se concibe, ante la calma de las regiones celestes, qué formidable número de siglos han debido amontonarse para llegar á condensar, á individualizar en soles distintos la materia cósmica primitiva. Pero cuando se ve tal reunión de soles, una Vía láctea entera que se ha puesto en movimiento, ha girado sobre su centro de gravedad, de manera á formar por la aproximación á sus soles espirales de estrellas que van y vuelven hacia un hogar de reunión futura, queda

uno aterrado ante la inconmensurabilidad del tiempo que se ha empleado en contornear esas prodigiosas espirales; siendo tan mínimo el movimiento secular de cada estrella, tan imperceptible que se las llama siempre estrellas fijas, hasta cuando se trata de las estrellas á nosotros más vecinas. ¡Cuánto más imperceptible no debe ser todavía para astros situados á semejantes distancias!

»¡Cuántos millares, centenares de millones de siglos han sido necesarios para determinar la disposición tan lenta de tal Universo!...

»Esas nebulosas ofrecen verdaderamente á nuestros ojos maravillados el más antiguo testimonio de la existencia de la materia» (17).

Nebulosas en espiral.—En la memoria publicada por lord Rosse en 1861, se cuentan 40 nebulosas en espiral y 30 en que esta forma es presumida.

Las constelaciones de Cefeo, del León, de la Osa Mayor, del Pegaso, del Triángulo, de los Lebrélés (figura 14), de la Virgen, presentan nebulosas en espiral.

El estudio de las nebulosas es una conquista de la astronomía moderna. «La primera que haya sido señalada es la del Cinturón de Andrómeda. Fué descubierta en 1612 por Simón Marius... En 1656, Huyghens distinguió la gran nebulosa de la Constelación de Orión. Lacaille, en el siglo XVIII, descubrió cierto número de ellas. En fin, Herschel publicó millares de las mismas» (18).

Los astrónomos del porvenir tendrán, en el estudio de las nebulosas, un campo de descubrimientos infinitamente vasto.

Lo que nosotros queremos señalar de las adquisi-

(17) FLAMMARIÓN. *Astronomie populaire. Les étoiles*, pág. 124.

(18) AMIGUES, *A travers le Ciel*, pág. 166.

ciones actuales de la ciencia sobre las nebulosas, es que, en esos universos, separados de nosotros por millares ó millones de años de luz, la ley de la gravitación existe y la materia que esos astros compone, así como lo prueba la espectroscopía, es la misma que compone nuestro Sol y nuestra Tierra.

El movimiento y la materia, causas de todos los fenómenos terrestres, son igualmente causas de todos los fenómenos astronómicos perceptibles.

Espectroscopia.—Todos los tratados de física, todos los tratados de astronomía moderna, se ocupan en el análisis espectral de la luz; no tenemos, pues, necesidad de insistir mucho sobre esta importante rama del saber humano.

«Es sabido que la luz emitida por un gas incandescente da un espectro formado por rayas brillantes, cuyo color y agrupación permiten reconocer la composición química de este gas. Los cuerpos sólidos ó líquidos en el estado de incandescencia proporcionan, al contrario, un espectro continuo, de tintes lisos, que es el mismo para todas las substancias; únicamente que ese espectro se surca de rayas oscuras cuando una atmósfera de vapores detiene el paso á algunos de los rayos emanados del hogar luminoso. Esas rayas sombrías caracterizan entonces los vapores que envuelven el cuerpo incandescente. Así es como las rayas negras, llamadas rayas de Fraunhofer, que contamos á millares en el espectro solar, nos enseñan de qué se compone la atmósfera del Sol. Ellas nos dan la certidumbre de que el astro que nos ilumina está constituido, en suma, por la misma substancia de que la Tierra está formada, pues se encuentran en él la mayor parte de los elementos terrestres.

»Los espectros de las estrellas fijas ofrecen mucha analogía con el del Sol. Son evidentemente soles como

el nuestro, rodeados de atmósferas gaseosas, que encierran en el estado de vapor una multitud de elementos terrestres» (19).

(19) RADAU, *Les progrès de l'Astronomie stellaire. Revue des Deux Mondes*, octubre, 1875, pág. 647.

CAPITULO III

TRANSFORMACION DE LOS MUNDOS (20)

Bien que en los precedentes capítulos no hayamos hecho más que una descripción sumaria del universo, hemos podido constatar ya que la pretendida inmutabilidad de los cielos es un mito. El estudio que va á seguir, especialmente consagrado á los fenómenos de transformación que sufren los astros, nos demostrará que éstos, lejos de ser incorruptibles como los antiguos se los imaginaban, están sujetos á todas las vicisitudes de la actividad de la materia ó del movimiento, lo que, en último análisis, es lo mismo.

Los astros se forman, evolucionan y desaparecen, es decir, que cesan de existir en cuanto unidad, pero sus elementos transformados persisten: la materia es imperecedera.

Allí donde la humanidad se había habituado á no ver más que lo inmóvil, lo eterno, lo inmutablemente fijo, la ciencia moderna ha hallado el movimiento, el cambio perpetuo, lo inestable.

«Supongamos un instante que un ensueño de la imaginación se realiza, que nuestra vista, excediendo los límites de la visión telescópica, adquiere una potencia sobrenatural, que nuestras sensaciones de dura-

(20) Hacemos numerosas citas en esta parte de nuestro trabajo. Estimamos que la explicación de un fenómeno ó que un pensamiento que con él tenga relación, estando expresada por sabios que han consagrado su vida al estudio de ese orden de fenómenos, tiene más peso y fuerza para formar la convicción del lector que la simple descripción que de él podríamos hacer nosotros.

ción se contraen hasta comprender los más grandes intervalos de tiempo, de la propia suerte que nuestros ojos perciben las partes más pequeñas de la extensión: al punto desaparece la inmovilidad aparente que en los cielos reina. Las estrellas sin número son arrebatadas como nubes de polvo en opuestas direcciones, las nebulas errantes se condensan ó se disuelven, la Vía láctea se divide á trechos como cinturón inmenso que se desgarrase en jirones: por doquiera el movimiento en los espacios celestes, lo mismo que reina en la Tierra en cada punto de este rico tapiz de vegetación, cuyos retoños, las hojas y las flores, ofrecen el espectáculo de un desarrollo perpetuo» (21).

Estrellas variables.—«Absolutamente hablando, todas las estrellas son variables. Todas han tenido principio; su luz y su calor se agota inevitablemente con el tiempo; todas se extinguirán, mientras otras se habrán encendido; el universo es un campo de metamorfosis perpetuas» (22).

Cierto es que todas las estrellas tienen variable intensidad, pero la duración de los cambios observables es á las veces tan larga, que es imposible darse cuenta de ellos por la observación directa. Hay estrellas que desde hace dos mil años son clasificadas siempre como estrellas de primera ó de segunda magnitud, pero hay un gran número cuya intensidad luminosa se ha modificado. Las hay hasta que, durante períodos muy cortos, presentan tales diferencias de brillo, que de las primeras magnitudes descienden hasta no ser ya visibles á simple vista.

«El número de esas estrellas simplemente variables

(21) HUMBOLDT, citado por RADAU, *L'Astronomie stellaire. Revue des Deux Mondes*, 1875, pág. 636.

(22) FLAMMARIÓN, *Les étoiles et les curiosités du Ciel. Suplemento á la Astronomie popular*, París, 1682, pág. 697.

aumenta todos los días, á medida que los mapas celestes, cada vez más perfeccionados, permiten comprobar los menores cambios» (23).

La constelación de las Pléyadas comprende varias estrellas variables.

Antares (α del Escorpión), que era en otro tiempo clasificada como de segunda magnitud, se ha elevado á la primera y parece disminuir hoy. Tres de las estrellas de la Osa Mayor varían en períodos de algunos años. Betelgeusa tiene una variación de brillo de doscientos días.

«Omicron de la Ballena, Mira Ceti, descubierta en agosto de 1596 por David Fabricius, es durante quince días de segunda magnitud, y decrece durante tres meses hasta hacerse invisible. Permanece en este estado durante cinco meses, después reaparece para crecer durante tres meses: entonces ha acabado su período; dura once meses y medio; pero tiene irregularidades, y ha permanecido durante cuatro años invisible» (24).

Las estrellas α de la Hidra, σ de Hércules, ζ de Perseo, β de Pegaso, son estrellas variables.

Podemos citar todavía:

R de Acuario; R, S, T de los Peces; ζ (*zeta*), R, S, T, V de los Gemelos; R, S del Cangrejo; R del León; R, S de la Virgen; T, U de Capricornio; R de Sagitario.

Herschel citaba las estrellas β de los Gemelos, β de la Ballena, η de Sagitario, la 30.^a del Dragón, la 14.^a del Lince, como provistas de una luz cuya intensidad va en aumento.

Pero de todas las estrellas variables cuyo período es corto, la más curiosa es ciertamente η (*êta*) del Navío, que está situada en medio de una nebulosa. En

(23) A. GUILLEMIN, *Le Ciel*, Paris, 1877, pág. 767.

(24) Idem, *id.*, pág. 764.

1837 era de primera magnitud, en 1854 igualaba casi á la incomparable Sirio; en 1856 comenzó á decrecer; en 1859 descendía á la tercera magnitud; en 1862 no era más que de cuarta; en 1864 pasaba á la quinta; en 1867 á la sexta, y en 1870 no era ya visible á simple vista. Continuando decreciendo, era de séptimo orden en 1879.

Observaciones hechas dos siglos antes sobre esta misma estrella η , han puesto de manifiesto que era de cuarta magnitud en 1677, de segunda en 1751, etc. (25).

Desde la aplicación de la fotografía á la astronomía estelar, el número de estrellas variables conocidas aumenta sin cesar.

«Numerosos clisés de α del Centauro han revelado la presencia de 125 estrellas variables. El número de las estrellas variables así reconocidas es respetable» (26).

Estrellas temporales.—Existe otro género de estrellas de variaciones bruscas: son las estrellas temporales.

A veces aparece una estrella en un lugar en que no existía antes, brilla con un resplandor más ó menos vivo durante algún tiempo y desaparece ó reduce su luz y no tiene más que la apariencia de una estrella visible con el telescopio. Según los astrónomos que han tratado particularmente de estos astros, hay lugar á creer que son soles extinguidos cuya existencia no podíamos conocer, y que, á consecuencia de conflagraciones ó de inmensas revoluciones internas, se incendian y se tornan visibles durante un tiempo más ó menos largo.

Según relato de Plinio, Hiparco observó una estrella temporal 125 años antes de nuestra era. En el año 389, bajo Adriano, una estrella tan resplandeciente

(25) FLAMMARIÓN, *Astronomie populaire*, pág. 762.

(26) PUSSIEUX, *Sur quelques progrès*, etc. París, 1899, págs. 17 y 18.

como Venus, brilló tres semanas en la constelación del Aguila. En el siglo IX se presentó otra en Escorpión; en 945 y en 1264, entre Casiopea y Cefeo, se vió aparecer dos estrellas desconocidas hasta entonces.

En noviembre de 1572 apareció una estrella temporal en Casiopea y fué observada por Tycho-Brahe; permaneció inmóvil durante los diez y siete meses que fué visible; comparable á Venus, veíasela en pleno día. Desapareció en marzo de 1574. Fué variable en cuanto al brillo, y su luz sufrió rápidos cambios: blanca los dos primeros meses, pasó al amarillo, después al rojo; finalmente volvió á ser blanca hasta el fin.

En 1600 y 1604, el ilustre Képler observó estrellas temporales. El 20 de junio de 1670, en el Zorro, cerca del β del Cisne, apareció una estrella y brilló durante dos años. En abril de 1848 comprobó M. Hind la aparición de una nueva estrella en Ofiuco; era de color amarillo anaranjado; es todavía visible.

A mediados de mayo de 1866 dejóse ver una nueva estrella en la Corona en un lugar en que antes no se veía á simple vista ningún punto luminoso. Era de segunda magnitud; después se debilitó. Es la estrella T. Es la primera estrella observada por medio del espectroscopio por Huggins.

El 24 de octubre de 1876 hizo su aparición una estrella en Cisne. En 1885 se presentó una nueva estrella en Andrómeda; en 1892 apareció otra en el Cochero; en 1893 en la Regla. La última en fecha es la designada bajo el nombre de «la Nova» ó Perseo, que se presentó súbitamente en febrero de 1901 y lució algunos días tan solo como estrella de primera magnitud; un mes después apenas si era visible á simple vista.

Se citan todavía estrellas temporales que se dice fueron observadas en los años 173, 393, 1016, 1203, 1230, 1264, 1655. Sea la que fuere la incertidumbre que pueda reinar acerca de varias de estas observaciones

de estrellas temporales, cuyo número se eleva á veinticinco, no es por ello menos cierto que *la súbita aparición y desaparición de estrellas* es un hecho conquistado por la ciencia. Este orden de fenómenos es de la mayor importancia en lo que respecta á la evolución de los mundos.

A las estrellas nuevas ó temporales cabe relacionar las estrellas desaparecidas ó extinguidas.

Estrellas y nebulosas desaparecidas.—Bien que no haga sino algunos siglos que se hayan hecho observaciones realmente científicas, se comprueba ya la desaparición de cierto número de estrellas y de nebulosas.

Las estrellas extinguidas no están aniquiladas; en su mayor parte se han convertido sencillamente en astros opacos y pueblan la inmensidad en número acaso mayor que los astros brillantes.

«Estos hechos nos revelan que el espacio está sembrado de innumerables cuerpos opacos; nosotros no los vemos sino cuando se producen en ellos espantosas catástrofes, que no llegan á nuestro conocimiento sino muchos siglos después de haber tenido lugar.

»En otra parte veremos que no faltan pruebas que atestiguan directamente la existencia de tales masas opacas, cuya inflamación podría explicar la aparición de nuevas estrellas...

»... Muchas estrellas señaladas en los antiguos catálogos están hoy perdidas... Esos astros no están aniquilados; es supponible que se han extinguido, es decir, reducido al estado de cuerpos opacos como los planetas» (27).

Estrellas extinguidas.—En 1437, Oloug Beg comprobaba que una estrella del Cochero, que la 11.^a del

(27) BRAVAIS, *Mémoire sur le mouvement propre du système solaire dans l'espace. Journal des Mathématiques pures et appliquées*, VIII, 1843, pág. 435.

Lobo y otras seis, de las cuales cuatro estaban próximas al Pez austral, señaladas todas en los catálogos de Ptolomeo y de Abderrahman-Sophi, no se veían ya en su tiempo.

Hévélius, muerto en 1687, habla de cinco estrellas que desaparecieron en su época.

W. Herschel indica estrellas extinguidas desde Flamsteed, es decir, desde hace un siglo; especialmente la 9.^a y la 10.^a del Toro, la 55.^a de Hércules vista por Herschel mismo en 1781, y de la que no quedaba huella en 1791.

Chacornac, en 1855, comunicaba á la Academia de Ciencias una nota indicando un gran número de pequeñas estrellas por él observadas y desaparecidas en un corto lapso de tiempo (28).

La doctrina de la evolución se aplica á las estrellas.

—Las apariciones y las extinciones de estrellas hacen ver que en el mundo estelar se operan cambios importantes, atestiguan también la existencia de astros opacos que pueblan el infinito, pues, como escribía el inmortal autor de *La Mecánica Celeste*: «Todos estos cuerpos que se han hecho invisibles están en el mismo lugar en que fueron observados, puesto que no han cambiado durante su aparición. Existen, pues, en los espacios celestes cuerpos opacos tan importantes y acaso en tan gran número como las estrellas».

Esta noción de inestabilidad de las estrellas es tan importante para nuestro estudio de la evolución de los mundos, y al propio tiempo está en oposición tan completa con la instrucción oficial, que nos creemos obligados á apoyarla con algunas afirmaciones.

«Nada nos obliga á suponer que las cosas estén constituidas de manera que duren siempre. La luz y

(28) LECOUTURIER, (*Panorama des mondes*, París, 1858, pág. 65), da una lista de estrellas desaparecidas.

el calor que una estrella irradia están irrevocablemente perdidos para ella; á medida que se enfría, su potencia de emisión, su irradiación, van disminuyendo; en una palabra, envejece. Si, pues, una estrella presenta intermitencias, nada prueba que esas intermitencias se presentarán siempre bajo los mismos aspectos: al contrario, es más natural pensar que son los signos precursores de un cambio radical» (29).

En un discurso leído en la sesión pública anual de las cinco academias, M. Janssen, el sabio director del Observatorio de Meudon, había tomado por asunto *La edad de las estrellas*.

Dice:

«Los grandes descubrimientos realizados en física celeste en estos últimos tiempos... nos permiten elevarnos hoy á una verdad de orden superior é introducir en el universo la noción de edad y de evolución... La palabra edad supone una existencia que tiene un principio, un desarrollo y un fin; la edad implica un ciclo de fenómenos dependientes del tiempo. Lo que es eterno no tiene edad.

»La edad de las estrellas significa, pues, que esos astros están sometidos á las leyes de una evolución semejante á la que nos presentan en nuestro globo los seres organizados.

»¿Así, las estrellas cuya luz parece extraterrestre y de una naturaleza completamente celestial, esas estrellas cuya fijeza ha sido tan á menudo tomada como símbolo de la inmutabilidad misma; esas estrellas que nuestra educación, nuestras tradiciones, nos habían habituado á considerar como las eternas antorchas de los cielos, estarían, pues, sometidas, como nuestras existencias terrestres, á las leyes del nacimiento y de la muerte; estarían, ellas también, sujetas al tiempo y

(29) RADAU, *L'Astronomie stellaire. Revue des Deux Mondes*, octubre, 1875, pág. 650.

experimentarían las vicisitudes que toda vida lleva en sí misma? Tal es, no obstante, la verdad» (30).

Todo el discurso del ilustre astrónomo no es más que una magistral demostración de lo que se acaba de decir.

«Todos los cuerpos de la naturaleza inanimada no son, pues, eternos é inmutables; los cuerpos celestes son eminentemente evolutivos. Únicamente que su evolución es lenta con relación á las que observamos en la superficie de nuestro globo; pero esta desproporción, que está en relación con la inmensidad de los tiempos y de los espacios cósmicos comparada con las medidas terrestres, no debe disimularnos la analogía fundamental de los fenómenos» (31).

El P. Secchi, antiguo director del Observatorio romano, hablando de la estrella T de la Corona, estrella aparecida en 1866, dice:

«No fué, en efecto, más que un verdadero incendio, que duró poco tiempo, pasando la estrella por todas las fases de la incandescencia, saltando á la segunda magnitud; descendiendo seguidamente poco á poco y reduciéndose á la octava. Se puede estudiar bien las fases de su decrecimiento, pero nada sabemos acerca de las fases de su crecimiento; probablemente, como muchas otras, se ha encendido en muy poco tiempo...»

«... En 1876 se produjo un caso muy semejante en la constelación del Cisne cerca de la estrella ρ ($r\acute{o}$)... una nueva estrella de tercera magnitud... encontramos en ella las líneas F y C del hidrógeno, la raya β ($b\acute{e}ta$) del magnesio... los espectros de estas dos estrellas temporales son, pues, semejantes y formados por rayas brillantes, lo que confirma la idea de violentos incendios» (32).

(30) JANSSEN, *L'âge des étoiles. Revue scientifique*, 19 noviembre 1887.

(31) A. DASTRE, *La Vie de la matière. Revue des Deux Mondes*, 15 octubre 1902, pág. 403.

(32) P. SECCHI, *Les étoiles*, 1879, tomo I, pág. 143.

MM. Huggins y Miller, que estudiaron con el espectroscopio esa misma estrella T de la Corona, dicen, resumiendo sus observaciones:

«Estos hechos nos conducen á admitir que el astro se ha encontrado súbitamente envuelto por llamas de hidrógeno en combústiön.

»El espectro de la otra porción de la luz estelar indicaría que esta terrible deflagración gaseosa había recargado y hecho más vivamente incandescente la materia sólida de la fotósfera» (33).

A. Guillemin, que da cuenta de las observaciones de MM. Huggins y Miller, añade:

«Sin duda, las estrellas nuevas de 1572, de 1604, la estrella temporal Eta (η) del Navío, son soles que, como la estrella T de la Corona, han sido teatro de inmensas conflagraciones en las que ha podido representar el hidrógeno un importante papel. Estos fenómenos tienen de hoy más para nosotros y para nuestro mundo solar un elevado interés, desde que se ha comprobado la existencia de una capa de este gas y de su incandescencia alrededor de la fotósfera del Sol» (34).

Otro autor nos dice: «Las observaciones meridianas nos han enseñado que nada está fijo en el cielo. Todo cambia, todo varía, todo muda de lugar por un trabajo insensible que revelan únicamente observaciones largo tiempo continuadas con los instrumentos más delicados. Parece algunas veces que los resultados sean tanto más grandiosos cuanto más imperceptibles son las cantidades que deben medirse.»

Clasificación de las estrellas.—Con arreglo á su color, las estrellas pueden distribuirse en tres tipos principales: las estrellas blancas, las estrellas amarillas y las estrellas rojas.

(33) A. GUILLEMIN, *Le Ciel*, Paris, 1877, pág. 802.

(34) *Idem*, *id.*, pág. 804.

El P. Secchi, M. Janssen y, por lo demás, todos los sabios que tratan de la composición de las estrellas, han admitido esta clasificación.

Según el análisis espectral de la luz, y fundándose en el hecho de que la mayor parte de las estrellas temporales y las estrellas variables son rojas, se está autorizado para considerar esos tres tipos de estrellas como correspondientes á tres estados de la evolución cósmica.

Las estrellas blancas del tipo de Sirio, Vega, Altair, Régulo, Rigel, etc... las estrellas de la Osa Mayor, con excepción de α , están en todo su vigor; su composición química es elemental: es el hidrógeno en incandescencia.

Las estrellas amarillas del tipo de Arturo, Pollux, α de la Osa Mayor, Procyon, nuestro Sol, presentan un estado de la materia mucho más adelantado que las estrellas blancas. Sus espectros tienen rayas finas y marcadas, su composición química comprende un gran número de cuerpos desconocidos en las primeras.

«En la clase de las estrellas amarillas, el análisis revela una capa gaseosa, baja, densa, formada por esos vapores metálicos que reconocemos precisamente en nuestro Sol» (35).

Las estrellas rojas, de las que son las principales: Betelgeusa, Antares, Algol, α de Hércules, β de Pegaso, ofrecen un estado de la materia mucho más avanzado que los dos primeros tipos. Su espectro es de anchas zonas brillantes, separadas por intervalos nebulosos semiobscuros.

Este tercer tipo comprende, según Secchi, estrellas que son variables todas.

Después de haber hablado de las estrellas amarillas, M. Janssen añade:

«Pero existen astros que han llegado á un grado más

(35) JANSSEN, *L'âge des étoiles* (*Revue scientifique*, 19 noviembre 1887).

pronunciado todavía de su evolución sideral. Aquí, el espectro revela de una manera incontestable los signos de un enfriamiento fatal. El violeta, ese color de las temperaturas elevadas, falta aquí casi en absoluto: al propio tiempo, fajas oscuras, indicio de una atmósfera espesa y fría, en que las afinidades químicas comienzan ya su obra de asociación, invaden el espectro.

»Cosa notable, el color de estos astros responde en general á condiciones de decrepitud, se convierte en anaranjado obscuro y pasa con frecuencia al rojo sombrío» (36).

(36) Idem, id.

CAPITULO IV

TRANSFORMACION DE LOS MUNDOS

(Continuación)

Nebulosas irreductibles.—Tenemos que hablar ahora de las nebulosas irreductibles. Las de que hemos hablado ya no son, en resumen, más que conglomerados estelares independientes ó que forman parte de la Vía láctea. Son otros universos, otras Vías lácteas reducidas por la distancia á no ser ya visibles más que bajo un ángulo poco extenso.

Las nebulosas irreductibles se presentan á menudo á la vista bajo las formas más irregulares que sea posible imaginar, pero varias de ellas tienen formas bien definidas: la nebulosa del Navío es una nebulosa de forma indescriptible; la de Acuario, por lo contrario, es de forma esférica con una dilatación ecuatorial; las últimas son designadas bajo el nombre de nebulosas planetarias á causa de su forma.

Estos cuerpos siderales están formados por cúmulos de materia en un estado primordial, tal como gas ó materia radiante.

Se les debe considerar como semilla de los mundos futuros.

Mientras que no se disponía más que de los anteojos ó de los telescopios para estudiarlos, podía existir la mayor incertidumbre sobre la naturaleza de las nebulosas, pero el espectroscopio y la fotografía han venido á cerciorar á los sabios acerca de la naturaleza

química y acerca de la variación de forma de esos cuerpos. Hoy es un hecho por la ciencia adquirido, que existe un gran número de nebulosas no formadas por estrellas, que ofrecen el aspecto de masas gaseosas de condensaciones variables.

«Aparte de los conglomerados estelares, existen otras grandes aglomeraciones formadas por materia no condensada, en el estado de gas luminoso, ó aun en el estado de corpúsculos sólidos ó líquidos en incandescencia.

»¿Débense las considerar como formando los materiales de futuras estrellas, ó bien como residuos de mundos en disolución? Estas dos conjeturas son permitidas; añadimos: son probables» (37).

«El resultado más importante de las investigaciones de análisis espectral desde el punto de vista de la Cosmogonía es el hecho, de hoy más fuera de toda duda, de que entre las nebulosas no resolubles en estrellas, un gran número está formado por materia cósmica difusa en estado de gas incandescente. Son, sin duda, soles futuros, soles sorprendidos en su formación. Ningún telescopio podría descomponerlas en estrellas. Otras nebulosas, al contrario, acabarán por ser resueltas en conglomerados estelares; desde ahora nos lo garantiza el espectroscopio» (38).

Entre sesenta nebulosas estudiadas mediante el espectroscopio, ninguna de las diez y nueve que dan un espectro de rayas brillantes ha podido ser resuelta en estrellas.

«Examinando con el espectroscopio las diversas nebulosas, resulta que las ya descompuestas en estrellas por el telescopio dan todas un espectro continuo, mientras que, entre las otras, algunas dan uno de esos es-

(37) A. GUILLEMIN, *Le Ciel*, París, 1877. pág. 901.

(38) RADAU, *Les progrès de l'Astronomie*, pág. 650.

pectros discontinuos compuestos solamente por algunas rayas brillantes que caracterizan los cuerpos gaseosos.

»Hay, pues, dos especies de nebulosas. Unas son conglomerados de estrellas; tal es la Vía láctea, de la que forma parte nuestro Sol. Pero las otras son verdaderas nubes, cúmulos de vapores. Son cuerpos celestes de una naturaleza completamente nueva, que se ofrecen á los estudios de los astrónomos; sólo ellos merecen el nombre de nebulosas...» (39).

Algunas de esas nebulosas presentan núcleos brillantes: «¿Serían esos núcleos centros de atracción alrededor de los cuales se condensaría la materia gaseosa? ¿Asistiríamos á la formación de mundos nuevos?

»Esta idea ha perseguido mucho tiempo el espíritu de los astrónomos. Estaba reservado á Herschel zanjar la dificultad. Este ilustre sabio observó la nebulosa de Orión desde 1783 hasta 1811. Reconoció que había cambiado de forma. A diferencia de las que habían precedido, las observaciones de Herschel eran concluyentes, porque habían sido hechas con el mismo telescopio.

»Así, desde el año 1811, Herschel no vacilaba en escribir en las *Transacciones Filosóficas*: «He probado cambios». Herschel, en efecto, había probado. La naturaleza había sido sorprendida (40).

Indicación de algunas nebulosas irreductibles. —

En η del Navío, nebulosa vasta y singular; asociada á la estrella variable, en la misma constelación η del Navío, otra nebulosa planetaria.

En Eridán, nebulosa redonda.

En la Hidra, nebulosa gaseosa elíptica.

(39) E. AMIGUES, *A travers le ciel*, pág. 168.

(40) Idem, id., pág. 169.

En la Osa Mayor, gran nebulosa planetaria.

En Hércules, pequeña nebulosa planetaria azulada.

En el Dragón, nebulosa planetaria, gas luminoso.

En Sagitario, nebulosa planetaria, espectro gaseoso.

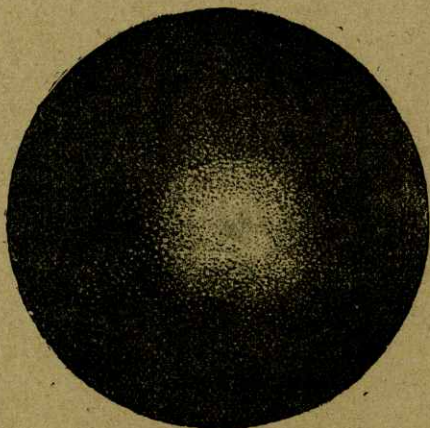


Fig. 15.—Nebulosa de Hércules

En Andrómeda, nebulosa planetaria, brillante, 12° de diámetro.

En Acuario, nebulosa gaseosa que se asemeja á Saturno.

Hablando de esta última nebulosa, M. Flammarión dice:

«Cerca de la estrella U de Acuario, nebulosa planetaria, H. IV. I. un disco ligeramente teñido de azul, singularmente luminoso, elíptico, que mide 23' de longitud por 18 de ancho. Su luz iguala á la de una estrella de 7.^a á 8.^a magnitud.

»En 1848 el gran telescopio de lord Rosse muestra que su elíptica es probablemente debida á la presencia de un anillo visto por el corte, y como complemento,

revela el espectroscopio que está compuesta por una masa de gas incandescente» (41).

Entre las nebulosas se puede citar una anular de la Lira (fig. 16), la nebulosa de la Zorra (el *Dum-bell* de los ingleses).

La constelación de Orión, cuyas estrellas parecen

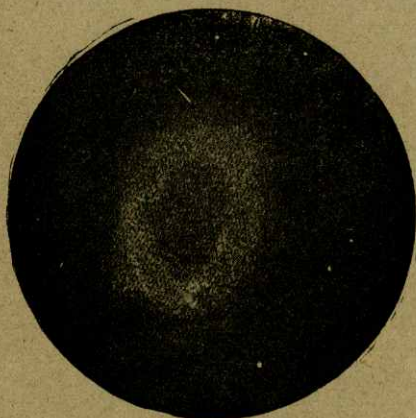


Fig. 16.—Nebulosa de la Lira

resumir todas las fases de la vida solar, como su bella nebulosa, la mayor del cielo, nos presenta la génesis de ella» (42).

Esta nebulosa está parcialmente formada por masas gaseosas incandescentes.

Varía en proporciones notables.

Desaparición de nebulosas.—Desde que se viene observando las nebulosas, han desaparecido varias de ellas.

(41) FLAMMARIÓN, *Les Etoiles*, Paris, 1882, pág. 435.

(42) JANSSEN, *Un observatoire au Mont-Blanc*. Ac. des Sciences, 19 diciembre 1892, pág. 14.

En la constelación del Toro, dos nebulosas observadas en 1854 por Chacornac no son ya visibles; d'Arrest y Struve han comprobado estas desapariciones. Otra, en la constelación de Argo, vista y estudiada por Lacaille, ya no existe. La desaparición de varias nebulosas indica que realmente se trata de conglomerados de materia en un estado primitivo.

«Si una nebulosa estuviese compuesta de estrellas, no se explicaría fácilmente su desaparición; las variaciones, la extensión de la luz son más comprensibles en masas de una materia difusa» (43).

Crítica de ciertas ideas de M. Faye.—M. Faye, insistiendo en una idea emitida por M. Wolf, dice:

«Se ha creído largo tiempo, antes de la aplicación del análisis espectral, que las nebulosas nos presentaban el estado primitivo de los mundos en vía de formación, en su comienzo, por decirlo así, y que debían acabar, condensándose poco á poco, en formaciones estelares, en mundos como el nuestro, es decir, en un sol central acompañado de un cortejo de planetas. Hay que renunciar á esta analogía, pues falta á esas nebulosas una cosa esencial, á saber: una constitución química variada, elementos susceptibles de revestir la forma sólida. Sin duda nuestro mundo, como todos los otros, ha debido comenzar por un conjunto de materiales diseminados en un vasto espacio, pero aquellos materiales comprendían una gran variedad de elementos químicos que faltan en las nebulosas propiamente dichas.

»Y no obstante la hipótesis completamente gratuita de los partidarios de la unidad de la materia, que hacen derivar todos los elementos de uno solo: el hidrógeno, nosotros no admitimos que, por una transmutación aná-

loga á la de la piedra filosofal, el ázoe ó el hidrógeno engendren á la larga el hierro, la cal ó la magnesia. Bien veis aquí y allí, en esa hermosa nebulosa de Orión, huellas evidentes de concentración local, pero el análisis espectral no revela nada más que lo que los químicos diariamente observan en sus laboratorios. Gaseosa es, y gaseosa permanecerá muy ciertamente, á menos que materiales del todo diferentes no le vengan de alguna otra región del espacio» (44).

A M. Faye oponemos ante todo el mismo M. Faye cuando dice:

«El Sol puede ser concebido como una masa de vapores y de gases animada de un movimiento de rotación y poseyendo, á causa de su mismo modo de formación, una temperatura superior á la de toda combinación química» (45). Encontramos una contradicción en el sentido de que si se reconoce que hay estados en los que es imposible toda combinación química, se sobreentiende que hay otros en que esas combinaciones pueden producirse, y que un estado puede transformarse en otro con el tiempo y las modificaciones resultantes del descenso ó de la elevación de la temperatura (46).

Se pregunta uno si la objeción ha sido seriamente pesada por M. Faye, y si no es para las necesidades de una teoría filosófica para lo que se ha anticipado tal argumento.

Reconoce él mismo en el propio artículo de revista, que reina una fuerza en los espacios, «la atracción, que solicita los materiales de cada cúmulo hacia su centro, y realiza en él un trabajo de condensación. Pues

(44) FAYE, *L'Univers et la classification des mondes. Revue scientifique*, 18 abril, 1885, pág. 485.

(45) Citado por AGATHON DE POTHER, *Etude sur le monde physique*, Bruselas, 1899, pág. 61.

(46) Es el fenómeno de la disociación descubierto por Sainte-Claire Deville: dos gases no pueden combinarse si están á una temperatura demasiado alta.

bien, en este trabajo hay pérdida de energía, pérdida aparente tan solo; pues la energía, en el fondo, no se pierde, como tampoco la materia. Como una especie de Proteo, se descubre bajo otra forma, la de la electricidad» (47).

M. Faye reconoce, pues, el cambio incesante de los estados de la materia. ¿Cómo puede decir, hablando de una nebulosa, que permanecerá en el estado en que la vemos?

Dos autoridades de real valor científico van á ayudarnos á refutar las ideas de M. Faye sobre la fijeza de las nebulosas.

M. Lœwy, director del Observatorio de París, en la memoria anual de aquel establecimiento para 1898, hablando del análisis espectral de las nebulosas dice: «La diversidad de su aspecto, el análisis espectral de su masa y de las condensaciones luminosas que en ella se distinguen, nos proporcionan preciosos informes acerca de la evolución de la materia cósmica que las constituye, y cuyas transformaciones sucesivas terminan en la creación de nuevos mundos estelares» (48).

En su trabajo relativo á la edad de las estrellas, M. Janssen se expresa así con respecto á la teoría nebulosa:

«No hay que ver en la teoría de Herschel una doctrina que se aplica, sin excepción, á todos los astros de naturaleza nebulosa que el cielo nos presenta. Hasta existen hechos de análisis espectral que imponen una gran reserva acerca de este particular. Pero basta que esta teoría sea verdadera en sus líneas generales, basta que, en efecto, un gran número de estrellas se haya formado por vía de condensación, lo que no parece dudoso, para que conserve una importancia de primer

(47) FAYE, *L'Univers et la classification des mondes*. *Revue scientifique*, 18 abril 1885, pág. 485.

(48) LœWY, *Rapport de l'Observatoire de Paris*, 1898.

orden como guía en nuestras investigaciones cosmogónicas.»

Consideraciones generales.—En el sumario estudio que acabamos de hacer de las disposiciones del universo, no hemos hecho más que sentar los hechos adquiridos por la ciencia en la aurora del siglo xx, pero tan sólo estos hechos adquiridos permiten afirmar hoy que la gran ley de la evolución que preside las transformaciones de los seres, de los hombres, de las sociedades sobre la tierra, extiende su imperio fuera de nosotros y de nuestro medio y preside igualmente las transformaciones de los astros.

Los hechos adquiridos permiten igualmente sentar que las leyes de la gravitación, á las cuales todos los cuerpos obedecen en la tierra y en el sistema solar, existen y regulan la marcha de los mundos que componen los universos lejanos.

En efecto, en dondequiera se ha podido analizar los movimientos siderales, se ha encontrado los principios de la gravitación, y en parte alguna se ha encontrado un solo hecho que los anule.

Podemos, pues, creernos autorizados á decir que la gravitación es una ley universal.

Lo que positivamente sabemos nos permite todavía atestiguar la unidad de la materia; éste es un gran hecho, un hecho capital desde el punto de vista filosófico.

«Herschel emitió la ingeniosa idea de que la materia nebulosa podía, condensándose lentamente hacia su centro, pasar por todos los estados intermedios, y que era así la substancia generatriz de las estrellas que brillan en el cielo. Se explican por la desigualdad de velocidad con que estas transformaciones se efectúan, todas las formas tan variadas que observamos en una misma época... Sería demasiado largo discutir

las objeciones que se han opuesto á esta hermosa teoría, así como los argumentos que se han hecho valer en su favor: estas objeciones son, en general, poco serias y menos sólidas que los testimonios que le son favorables (49).

M. Puisseux, tratando de los progresos de la fotografía estelar, habla de la teoría de Herschel, y dice:

«El punto de vista de Laplace es indiferente. Ve en las nebulosas vapor diseminado, á lo sumo polvo impalpable; son la tela de la que saldrán las estrellas y los planetas del porvenir...»

El autor añade: «En este célebre debate, todo el mundo se equivocaba y todo el mundo tenía razón...»

»Existen, entre los cuerpos de aspecto mal definido que pueblan la bóveda celeste, grandes diferencias con relación al punto de vista de la constitución física...

»Se creyó algún tiempo que el espectroscopio iba á permitirnos distribuir las nebulosas en dos familias naturales bien marcadas. Un gas elevado á la incandescencia da, en efecto, un espectro compuesto de líneas brillantes. Los cuerpos sólidos ó líquidos emiten espectros continuos. Desgraciadamente, casi todas las nebulosas son extremadamente débiles, y la falta de espectro continuo para muchas de ellas, no demuestra otra cosa que la insuficiencia de nuestros medios de observación.

»El empleo de la fotografía no ha multiplicado tanto como pudiera creerse el número de nebulosas; ensanchando sus límites más allá de toda verosimilitud, tiende más bien á relacionar entre sí las que se conocían ya. Hay que preguntarse si lá mayor parte de la bóveda celeste no está tapizada en diferentes grados

(49) BRAVAIS, *Les étoiles*, (Ext. Encycl. nouv., 1843).

por una nebulosidad capaz de revelarse sobre placas sensibles» (50).

«A lo sumo las recientes fotografías nos alejan más y más de la concepción de Herschel. Las nebulosas no se nos aparecen ya como relegadas á distancias fabulosas por encima de las estrellas más débiles: están, al contrario, en estrechas relaciones con estrellas brillantes.

»... Conviene preguntarse también cuál es el sentido de la evolución de las nebulosas, si marchan hacia una diseminación ó, por el contrario, hacia una condensación mayor, de qué naturaleza es este lazo físico que las relaciona con las estrellas: ¿son una emanación de los astros brillantes ó, al contrario, soles en vía de formación? Problemas subyugadores son estos cuya solución parece son capaces de preparar ya los documentos recogidos» (51).

Añadamos que otros sabios procuran en este momento definir qué papel juega en el universo ese estado de la materia nuevamente descubierto que da lugar á los fenómenos de radioactividad, rayos X ó de Röntgen, en principio de que ninguna solución definitiva puede ser actualmente dada á los fenómenos físicos y químicos que han presidido la formación de nuestro universo.

Pero como, por otra parte, existe un número ilimitado de hechos y de fenómenos cuyas leyes mecánicas, físicas y químicas son conocidas, podemos formarnos un concepto racional y realmente científico de la evolución de los mundos, susceptibles de perfeccionamiento, pero cuyas líneas generales subsistirán.

No podemos ocuparnos más que de un solo universo.—Sea el que fuere el conjunto de los cuerpos sidera-

(50) PUISEUX. *Sur quelques progrès récents accomplis avec l'aide de la photographie dans l'étude du ciel.*

(51) PUISEUX. *Sur quelques progrès récents accomplis avec l'aide de la photographie dans l'étude du ciel*, París, 1899, págs. 10, 11, 14 respectivamente,

les que se considere, nunca es más que una parte del todo, pues el todo es absolutamente indelimitable, infinito, y el espacio está poblado de mundos en número infinito.

De donde resulta que la cuestión del origen ó de la evolución de los mundos no es y no puede ser más que la cuestión del origen y de la evolución del mundo del que formamos parte, ó de todo sistema sideral análogo.

No hay punto de partida en la evolución de los mundos.—Un segundo hecho que es útil precisar bien, es que por larga que sea la duración de la evolución de los mundos, no es más que una fracción ínfima del tiempo.

El Cosmos en su conjunto es eterno; las partes que le componen están en perpetuo movimiento de transformación.

Transformación de la fuerza y de la materia.—La transformación de los estados de la materia y de la transformación de la fuerza son hechos adquiridos por la ciencia.

No tenemos que entrar en el detalle de esta incomparable conquista del siglo XX. Lavoisier y todos los químicos, Mohr, Meyer, Joule, Helmholtz, Tyndall, así como todos los otros físicos modernos, la han establecido.

Sean cuales fueren las relaciones de la materia y de la energía y sea la que fuere la concepción que uno pueda formarse de ellas, hay y habrá siempre un hecho cierto: es que no se puede aumentar ó disminuir el total de substancia ó de energía que compone el mundo. Otro hecho adquirido, corolario de aquél, es que ninguna fuerza ó energía existe fuera del mundo y que no es independiente de él.

Que los que admiten una fuerza de este género, nos señalen en qué descansa su creencia.

Ideas de Haeckel acerca de la evolución del Cosmos.

—En su gran obra sobre los *Enigmas del Universo*, Haeckel, el sabio naturalista de Iena, nos dice: «De todos estos inmensos progresos de la astronomía y de la física que se aclaran y se completan uno al otro, deriva una serie de conclusiones infinitamente importantes relativas á la composición y á la evolución del Cosmos, á la estabilidad y á la variabilidad de la substancia.

»Nosotros las resumimos brevemente en las tesis que siguen:

»I. El *espacio* es infinitamente grande é ilimitado; no está jamás vacío, sino lleno por doquier de substancia.

»II. El *tiempo* es igualmente infinito é ilimitado; no tiene ni principio ni fin: es la *eternidad*.

»III. La *substancia* se encuentra por todas partes y en todos los tiempos en un estado de movimiento y de cambio ininterrumpido; en parte alguna reina el reposo perfecto; pero al propio tiempo, la cantidad infinita de materia permanece tan invariable como la de energía cambiante.

»Nuestra madre la Tierra, salida hace millones de millares de años de una parte del sistema solar en rotación, después que nuevos millones de millares de años hayan transcurrido, se helará á su vez, y después que su órbita haya ido siempre estrechándose, se precipitará en el Sol.

»Para comprender claramente el proceso universal de evolución cósmica, me parecen particularmente importantes, al lado de la ley de substancia, esos juicios modernos sobre la alternancia periódica de la desaparición y de la neoformación de los mundos que debe-

mos á los inmensos progresos de la física y de la astronomía moderna.»

Conclusión.—De todo lo que hemos dicho, resulta que nada está fijo en el universo.

Que en él se encuentra materia en todos los estados de condensación ó de disociación.

Que las leyes mecánicas bastan á explicar todos los fenómenos cósmicos.

Que los hechos observados se explican por los datos de la doctrina de la evolución y no siempre són explicables de otro modo.

Podemos, pues, concluir, que los mundos evolucionan.

CAPITULO V

TEORIAS COSMOGÓNICAS

Si se nos pide que tracemos las líneas generales de los estados atravesados por nuestro sistema solar para llegar á donde está, responderemos que se han preconizado diferentes teorías para satisfacer esa legítima curiosidad.

Laplace, Kant, Herschel, Guynemer, Norman, Lockyer, Faye y Wolf, para no citar más que los sabios cuyas obras hemos analizado, han formulado hipótesis, y muchas otras hipótesis fundadas en los progresos de la física se presentarán todavía.

Pero todas, así las antiguas como las nuevas, no pueden y no podrán ser más que mecanistas si son científicas.

Esas teorías no son hechos adquiridos por la ciencia; he aquí porqué no hemos expuesto sus principios. Es cierto, sin embargo, como dice M. Wolf, que «la exposición hecha por Laplace contiene, á lo menos en germen, todo lo que es necesario para explicar los grandes rasgos y hasta las particularidades del sistema solar. No obstante, hay puntos acerca de los cuales la hipótesis de Laplace permanece muda, otros en que aparece cuando menos incompleta.»

Téngase bien en cuenta nuestra reserva con respecto á las teorías explicativas del origen de los mundos; nosotros no presentamos ninguna de ellas como expresión de una realidad. Decimos, al contrario, que sea cual fuere la explicación en este momento dada, será

forzosamente modificada por los descubrimientos físicos ó químicos de mañana. Pero esto no nos impide decir y repetir que, aparte de esas teorías, por el solo examen de los hechos que acaecen en el universo, se puede afirmar la evolución de los mundos, y se puede estar seguro de que esta evolución es una ley tan universal como la de la gravitación, y que todos los descubrimientos futuros no harán más que confirmarla, si de ello hubiere necesidad.

Nuestros descendientes llegarán, á buen seguro, á un conocimiento muy adelantado de los procedimientos mecánicos puestos en práctica por la naturaleza para producir la evolución cósmica, pero nosotros tenemos ya tanta certidumbre como ellos de esa gran explicación.

Bajo las precedentes reservas, vamos á decir algunas palabras sobre las teorías cosmogónicas, no para aclarar nuestro asunto, sino porque son, en general, obra de hombres ilustres ó respetables por su saber, y que nosotros podremos señalar que no debemos dejarnos influir por el «principio de autoridad».

Kant.—La primera, por orden de fecha, de las teorías cosmogónicas modernas—las únicas que deben ocuparnos,—es la que el gran filósofo de Kœnisberg escribió en 1755 bajo el título de *Théorie du Ciel ou Essai sur la constitution et l'origine mécanique de l'Univers*.

Esta teoría encierra malas ideas generales, pero ofrece, como hay que esperar, en atención á la época, singulares ideas.

Es así como el autor entrevé la ley de la evolución; pero al propio tiempo habla de un centro del universo como si éste no fuera infinito. No emplea más que los procedimientos mecánicos para explicar las transformaciones del universo, y no obstante la palabra Dios,

ó su equivalente, acude en cada página á su pluma. Para Kant, como para todos los espiritualistas, el sistema del mundo lleva «la marca irrecusable de la mano de Dios. La razón, después de haber examinado y admirado tan bella armonía, se indigna con justo título contra la temeraria locura que se atreve á atribuir la causa al acaso» (52).

Como puede verse, siempre es lo mismo; los espiritualistas no pueden admitir leyes independientes de un mito que ha creado su imaginación.

Kant parece admitir la coexistencia de la materia y de un Dios:

«El mundo planetario fué formado á expensas de la materia universal primitivamente dispersada en el caos.

»Las estrellas son otros tantos soles, centros de sistemas semejantes al nuestro. La analogía no permite dudar de que éstos han sido formados y producidos, como el del que nosotros formamos parte, de las partículas más pequeñas de la materia elemental que llenaba el espacio vacío, ese continente infinito de la presencia divina» (53).

¡La materia elemental que llenaba el espacio vacío!
¿No hay en ello con que llenar de estupefacción los cerebros que no enmaraña la metafísica?

¡Pero en «el espacio vacío, ese continente infinito de la presencia divina!» Nos negamos á seguir al autor.

Si se deja de lado la metafísica de Kant, no por ello su teoría cesa de ser la primera, en el orden de fechas, de las tentativas de explicación científica de la

(52) KANT, obra citada, pág. 220.

(53) KANT, pág. 194 de la traducción de Wolf. La concepción del Dios de Kant es muy diferente de la del Dios de los católicos; no es un Dios externo al mundo, es un ser concebido de una manera panteísta, es decir, interior, é indisolublemente unido al mundo. Sin embargo, Kant, á causa de la insuficiencia de los documentos científicos de la época, no ha podido elevarse á una concepción puramente mecánica del universo.

formación de los mundos, y su lectura resulta en extremo interesante en la hermosa traducción que de ella ha hecho M. Wolf.

Laplace.—La segunda teoría cosmogónica es la que Laplace formuló al fin de su obra de la exposición del sistema del mundo. Se la encuentra ya en los extractos de las lecciones dadas en la Escuela Normal (la edición que tenemos á la vista es la del año VII. A continuación de los trabajos de Laplace se encuentran en ella otros de Daubenton).

Esta teoría ha sido resumida en un gran número de obras de vulgarización conocidas de todos aquellos á quienes interesan estas cuestiones. He aquí el breve resumen que el mismo Laplace ha hecho de ella en su *Précis de l'histoire de l'Astronomie* (1821):

«La consideración de los movimientos planetarios nos conduce, pues, á pensar que en virtud de un excesivo calor, la atmósfera del Sol se ha extendido primitivamente más allá de la órbita de todos los planetas, y que se ha reducido sucesivamente hasta sus actuales límites. Si los planetas hubiesen penetrado profundamente en esta atmósfera, su resistencia les habría hecho caer sobre el sol; se puede, pues, conjeturar que han sido formados en sus límites sucesivos, por la condensación de las zonas de vapores que la atmósfera ha debido, al enfriarse, abandonar en el plano de su ecuador. Los satélites han podido ser formados de la propia manera por la condensación de las atmósferas de los planetas; hasta parece difícil asignar otro origen al anillo de Saturno. No obstante la verosimilitud de esta hipótesis, la he presentado con la descōnfianza que debe inspirar todo lo que no es resultado directo del cálculo ó de la observación» (54).

(54) LAPLACE, *Précis de l'histoire de l'Astronomie*, Paris, 1821, pág. 146.

No debemos olvidar recordar que Laplace no tenía conocimiento de la obra de Kant cuando formuló su teoría. Hay en ella puntos comunes, pero el hecho de dos pensadores que llegan á un mismo descubrimiento, es un hecho banal en la historia de los progresos de la inteligencia humana.

Al revés de Kant, Laplace no consigna una sola vez la palabra Dios. Hasta se le atribuye esta respuesta á una pregunta del primer Cónsul relativa á este particular:

—No he tenido necesidad de semejante hipótesis.

Faye.—Faye publicó en 1848 un volumen sobre el origen del mundo (55).

En dicha obra trata de poner de acuerdo la Biblia con la ciencia; después de este esfuerzo, de orden poco científico, recuerda las ideas de los antiguos acerca de las cuestiones de cosmogonía. Prosigue los torbellinos de Descartes y atribuye á este filósofo el honor de haber sido el primero en dar los principios sobre los cuales debe descansar una explicación cosmogónica. Vuelve á encontrar los torbellinos en las nebulosas en espiral. Finalmente, aborda la teoría de Kant, que rechaza después de una rápida exposición; y examinando seguidamente la de Laplace, la rechaza con igual facilidad.

Faye hace entonces la exposición de su propia teoría, y la sintetiza él mismo al final del capítulo $\Delta 11$: «El universo ha sido sacado del caos, es decir, del cúmulo informe de materiales excesivamente raros que ocupan espacios inmensos, y animados de movimientos de traslación en diversos sentidos, que han dividido el caos general en jirones separados. Por la condensación progresiva de esos jirones ó nebulosas caóticas hacia ciertos centros de atracción es como se han for-

(55) FAYE, *Sur l'origine du monde*, Paris, 1884.

mado las innumerables estrellas. Su incandescencia proviene del calor desarrollado en el acto de su formación. Su provisión de calor es limitada; acabarán por extinguirse.

»La nebulosa primitiva que ha dado origen al sistema solar era esférica y homogénea. Separándose de las otras partes, había llevado consigo huellas de un lento movimiento de torbellino. Estos giros se han regularizado bien pronto, gracias á la ley particular de la gravedad interna, resultante de su forma y de su homogeneidad. Así se han formado anillos nebulosos en un mismo plano mucho antes de la aparición de un sol central. Ellos han dado origen á masas nebulosas, que se movían en todo este plano en el mismo sentido y en órbitas circulares alrededor de su centro común.

»Los sistemas secundarios, formados por el mismo procedimiento en estas nebulosas parciales, se separan claramente en dos categorías. Los que han precedido á la formación del sol giran sobre sí mismos en sentido directo, mientras que los sistemas secundarios más distantes, posteriores á la formación del sol, giran en sentido retrógrado.»

Después de haber hablado del caos, termina Faye diciendo: «Aquí es, pues, preciso, como en todas las cuestiones de origen, comenzar por una hipótesis y pedir á Dios la materia diseminada y las fuerzas que la rigen.»

Esta última frase, como, por lo demás, todo el libro, demuestra que si M. Faye era un gran astrónomo, era un deísta no menos grande. Se deplora ver la preocupación de las ideas espiritualistas dictar partes de la obra que examinamos y hacer así tanto una obra de propaganda religiosa como una obra de ciencia.

Cabe preguntar, en efecto, de qué utilidad es, para la teoría astronómica de Faye, el capítulo entero consagrado por él á desarrollar una teoría científico-mística de M. Hirn sobre el animismo.

Wolf.—En 1886, M. Wolf, miembro del Instituto y astrónomo del Observatorio de París, publicó una obra de las más notables acerca de las hipótesis cosmogónicas (56). Es una cortés pero magistral respuesta á las objeciones opuestas por Faye á la teoría de Laplace. Hace ver que las críticas formuladas contra esta teoría pueden ser refutadas, ó que son comunes á todas las otras teorías, y hace resaltar que estudios debidos á Roche y á G. H. Darwin sobre fuerzas que Laplace no había puesto en juego, completando su teoría, permiten considerarla todavía como la más aceptable de las hasta el día formuladas.

La obra de M. Wolf contiene una exposición clara y metódica de las teorías de Kant, de Laplace y de Faye; un resumen de los trabajos de Roche y de G. H. Darwin, así como el examen de las objeciones presentadas á la teoría de Laplace, y termina con un capítulo sobre el fin de los mundos. El autor es un sincero espiritualista, pero su libro es, salvo en sus conclusiones, una obra puramente científica. M. Wolf no presenta teoría alguna personal, pero expone y analiza las grandes teorías contemporáneas; hace así un estudio sintético de la cuestión, estudio que es indispensable conozcan todos los que quieran conocer la cosmogonía.

Observaciones sobre estas diversas teorías.—Faye habla de un caos y de la materia creada por un Dios; seguidamente, con las solas leyes de la mecánica, organiza el universo, cuando Laplace no se ocupa más que del sistema solar.

La idea de tratar de todo el universo, de todo lo que puede ocupar el espacio sin límites, es una idea

(56) WOLF, *Hypothèses cosmogoniques. Examen des théories scientifiques modernes sur l'origine des mondes*, París, 1886.

errónea que es preciso rechazar. Proviene esta idea de las tradiciones bíblicas, pero sea cual fuere la antigüedad de un error, no basta ese solo título para hacerle respetable.

La concepción moderna sobre la disposición de los cuerpos siderales nos permite limitar nuestro universo á la Vía láctea y á los millones de astros que encierra. Es, no lo olvidemos, un campo casi sin límites, pues á pesar de la potencia de nuestros telescopios, que penetran en profundidades iguales á millares de veces la distancia de las estrellas de primera magnitud, no distinguimos su límite.

A pesar de la velocidad de la luz, que recorre 75,000 leguas por segundo, los destellos emitidos en una extremidad de ese dominio emplean diez, doce y acaso quince mil años en llegar hasta nosotros.

A pesar de todos nuestros esfuerzos, hay regiones de esa Vía láctea que permanecen insondables, por su alejamiento. En cuanto á nosotros, sumergidos en medio de los millones de estrellas que forman este conjunto, debemos considerarla como nuestro universo.

Pero á través de los vacíos de la Vía láctea, como los del Saco de carbón austral (57), por ejemplo, se ha reconocido la existencia de nubes cósmicas que, como la nuestra, encierran estrellas, nebulosas, conglomerados de estrellas, y son realmente universos separados del nuestro.

No son ya diez ó doce mil años los que la luz exige para llegar á nosotros desde esos otros universos, sino cien mil ó millones de años.

Podemos estudiar en parte los astros que forman la Vía láctea, pero para los que no forman parte de ella, no podemos ya proseguir observaciones muy extensas;

(57) *Saco de carbón austral*: región del cielo austral casi completamente desprovista de estrellas.

se nos escapan casi por su alejamiento; no podemos tener conciencia más que de una cosa, y es que la infinidad del espacio está poblada de innumerables universos. En cuanto al *conjunto*, no es siquiera concebible.

El tiempo no tiene límites; el espacio no tiene límites; ¿por qué se pretendería fijar uno al número de astros que ocupan el espacio?

Si el espacio infinito es incomprendible, no olvidemos que el espacio finito, limitado, es absurdo. Un número en fin, no puede limitarse jamás, puesto que siempre se puede añadirle una unidad.

Estamos, pues, autorizados á decir que querer tratar del origen de todo el Cosmos, de lo que se llamaba el Universo en la astronomía de Ptolomeo, es una idea sin fundamento y hasta absurda para un cerebro independiente de los prejuicios religiosos ó filosóficos.

Se comprende, para los que creen en una creación *ex nihilo*, que, siendo el universo limitado y contenido en un todo — su Dios, que consideran como eterno, — sea sencilla la cosa, pues no se trata más que de la creación de una parte y no del todo.

En cuanto á nosotros, permaneciendo siempre convencidos de que las verdades de orden científico solamente pueden servirnos de base, debemos procurar comprender, no la *creación* del universo (que no es más que una simple concepción metafísica), sino las fases de la transformación de los mundos que componen nuestro universo. Este universo, limitado solamente por la potencia de penetración de nuestros instrumentos y de nuestros métodos de observación, jamás podrá ser, sea cual fuere el aumento de extensión que le dé el saber de las generaciones futuras, más que una parte del espacio infinito.

Estas transformaciones no tienen principio ni fin. Cuando se forman unos mundos, otros se extinguen,

y esto sin cesar y en todos los instantes de la duración. Los materiales y las energías que los constituyen se transforman y dan origen á otras combinaciones.

No ha habido época en que el universo haya comenzado: un mundo, un sistema estelar, puede comenzar, pero antes de él existían otros mundos y después de él otros existirán.

Un mundo puede comenzar, y hasta es preciso comprender que el instante que nosotros tomamos por punto de partida es convencional, pues un estado cualquiera tomado como estado originario, es siempre la resultante de un estado anterior.

Que la materia sea eterna, lo que admitimos en vista del actual estado de nuestros conocimientos químicos, ó que sea una transformación de la energía, que sea cualquiera otra cosa distinta que la ciencia de mañana formulará, poco importa, pues nada afecta esto á la evolución de los mundos, los cuales no pueden producirse sin causa mecánica que dé lugar á combinaciones.

De los progresos futuros en el conocimiento del universo podría resultar una explicación completamente contraria á la dada por la teoría nebular. Las nebulosas podrían ser consideradas como un residuo de mundo en lugar de ser punto de partida de él, y esto no afectaría nada á la evolución de los mundos en tanto que ley mecánica y filosofía de la evolución; esto probaría que la teoría ó la *hipótesis* de Laplace, de Herschel, de Faye ó de otros sabios era errónea y que es tal otra la que responde mejor á la verdad.

Se puede estar cierto de que de la nueva teoría resultaría todavía una prueba más de que los mundos evolucionan sin cesar, sin principio ni fin para el conjunto del universo.

EXPOSICIÓN DE LOS PRINCIPALES PROGRESOS DE LA ASTRONOMÍA

UTILIDAD DE ESTE ESTUDIO

«Si la imaginación se confunde en presencia de la grandeza del Universo, no se confunde menos ante los maravillosos resultados á que la ciencia humana ha llegado en el estudio de su constitución.»

DELAUNAY.

La Constitution de l'Univers, pág. 146.

Para comprender bien la marcha del espíritu humano en la investigación de la verdad, es indispensable estudiar la historia de una ciencia. «La historia de la ciencia no es la ciencia misma, pero asegura la conquista de ella relatando sus diversas tentativas en los pasados siglos» (58); no hay trabajo más útil para el estudiante que quiere adquirir el espíritu científico.

Tomamos como tipo de este género de estudios la Astronomía, porque es la más antigua de las ciencias naturales. La exposición de los principales progresos de la astronomía que hemos escrito no tiene la pretensión de ser una historia de esta ciencia: no es más que un resumen sintético destinado á señalar las grandes etapas del conocimiento de los mundos. Este estudio nos mostrará que sólo mediante perfeccionamien-

(58) DUC DE CARAMAN, *Histoire des révolutions de la philosophie en France*, París, 1845, tomo II, pág. 3.

tos sucesivos que se modifican completándose unos á otros, es como ha podido ser establecido el conocimiento científico del universo.

Dicho estudio nos hará comprender que sea el que fuere el genio de un hombre y la importancia de los descubrimientos que haya hecho, tanto como él mismo contribuye la humanidad á crear ó determinar los descubrimientos; el individuo no hace nunca más que *coordinar* los elementos en su época existentes.

Dicho sea esto para hacer comprender una verdad filosófica y no para disminuir la gloria ó el mérito de los grandes hombres.

Jamás se rendirá homenaje bastante grande á la perseverancia de un Kléper ó de un Newton, por ejemplo. Estos nombres merecen con toda justicia brillar en el frontispicio del panteón humano, pero si se examina el estado de los conocimientos de la humanidad á fines del siglo XVII, época del gran descubrimiento de Newton (59), se constata que Huyghens ha tocado con el dedo la ley de la *gravitación* y hasta la ha indicado, sin precisar nada; que Halley, Hooke y Borelli, contemporáneos de Newton, tuvieron igualmente una noción exacta de esta ley.

De la propia suerte, el cálculo diferencial fué descubierta en el mismo momento por Newton y por Leibnitz.

Laplace formuló su teoría sobre el origen de los mundos al mismo tiempo que Kant, y esto sin tener conocimiento de los trabajos del filósofo alemán.

Se podría multiplicar los ejemplos hasta el infinito. De todos ellos resulta que es la humanidad la que crea. El individuo es tan sólo uno de los factores del

(59) *Le Livre des principes*, que contiene la teoría de Newton, fué publicado en 1687, pero fué en 1682 cuando el gran astrónomo tuvo la concepción clara de las leyes de atracción.

descubrimiento. Por este título es por el cual le debemos reconocimiento.

Este resumen tiene también por objeto refutar el error popular, tan á menudo repetido, «que lo que es verdadero hoy será erróneo mañana». Por ejemplo: los hombres consideraron el sistema de Ptolomeo como respondiendo á la realidad; hoy adoptan el de Copérnico; creyeron en la teoría de la emisión de la luz y creen ahora en la de las ondulaciones. El que carece de espíritu científico se encuentra, pues, autorizado para decir que no cabe afirmar el sistema de Copérnico así como no se estaba autorizado á afirmar el de Ptolomeo. ¡M. Poincaré mismo dice esto!

No es que nosotros queramos afirmar la existencia de un todo que es «lo Verdadero». Este verdadero absoluto no es más que una entidad, pero queremos señalar que hay «verdades» y que el número de ellas aumenta sin cesar.

Repetimos una vez más que no tenemos más que un objeto: vulgarizar los hechos adquiridos por la ciencia y hacer resaltar mediante observaciones filosóficas el gran hecho que se desprende de todos los progresos: la concepción del mundo, como *fenómeno*, satisface la imaginación y el ideal tanto como cualquiera otra concepción.

Creemos que estas breves observaciones bastarán para demostrar la utilidad que hay en estudiar la historia de una ciencia, aun de una manera compendiada, pues la generalidad no siempre tiene tiempo de dedicarse á grandes lecturas relativas á asuntos especiales.

Hay que huir de un error bastante extendido á fines del siglo XVIII y admitido aún por los pensadores que exigen más de la tradición que de la experiencia.

Este error de Bailly (60)—que los vestigios científi-

(60) BAILLY, *Lettres sur l'origine des sciences et sur celle des peuples de l'Asie*, Paris, 1778.

cos de la antigüedad son restos de una ciencia inmensa desaparecida con el pueblo y la civilización que la había creado,—quedará destruído por el conocimiento de los tanteos y de los esfuerzos hechos por los sabios de los siglos remotos para establecer los rudimentos de astronomía que constituían todo su saber.

Por atractivo que pueda ser el espejismo de un saber muy grande, transmitido por comunicación á los *sabios* de la antigüedad y á los pretendidos *iniciados* modernos, debemos preferir la verdad sencilla y fría. En fin de cuentas, es siempre en ella donde reside lo mejor.

Para fijar el juicio de los lectores á quienes interesa esta teoría, les recomendamos la lectura de las obras publicadas por los sabios desde hace un tercio de siglo sobre Egipto, Caldea ó la Grecia antiguas.

La astronomía es seguramente una de las ciencias más antiguas, pues los maravillosos fenómenos que tiene por objeto explicar han impresionado y sorprendido en todo tiempo á los hombres que han sido testigos de ellos.

Las fases de la luna han debido parecer muy misteriosas ó muy sorprendentes á los hombres primitivos; y estos astros tan extraordinarios que vienen con intervalos irregulares á visitar nuestro cielo, y cuya aparición era todavía no ha mucho objeto de tan fantásticos comentarios—los cometas,—han debido también, por sus extrañas formas, cautivar la atención de nuestros antepasados remotos. Después, finalmente, en virtud de esta necesidad de saber inherente á su naturaleza, el hombre, desde que ha podido brotar en su cerebro una idea abstracta, se ha visto inclinado á investigar el por qué ó el cómo de las cosas que le impresionaban de una manera tan viva como los fenómenos celestes. La necesidad de contar con puntos de orientación para atravesar los mares y los desiertos, le ha conducido igual y naturalmente á buscar en el cielo astros que pudieran servirle de guía.

ANTIGÜEDAD

Las observaciones más antiguas de que la historia haya conservado memoria, no remontan á más de 3,500 años, aunque sea absolutamente evidente que existían mucho antes conocimientos astronómicos más ó menos elementales.

El hermoso cielo de Oriente, siempre puro, debía facilitar mucho las observaciones que los hombres pudieran hacer acerca de la marcha y las evoluciones de los astros. Pero algunas sencillas observaciones y algunas consideraciones, aun siendo el punto de partida de los conocimientos astronómicos, no pueden ser consideradas como constitutivas de una ciencia. Es solamente en la época en que se reunieron numerosas observaciones sobre la marcha de los cuerpos siderales, cuando se puede fijar el nacimiento de la astronomía.

Platón dice que los egipcios, treinta siglos antes de nuestra era, sabían que Mercurio y Venus son satélites del Sol.

Hace veinte siglos los chinos habían descubierto el período lunar de diez y nueve años.

En el año 1100 antes de nuestra era, Tchéou-Koung mide la oblicuidad de la eclíptica.

Desde una remota antigüedad se habían hecho observaciones en China, en Caldea y en Egipto: algunas han llegado hasta nosotros. Se referían á prácticas de astrología ó de establecimiento de horóscopos. Eran, por consiguiente, poco susceptibles de hacer realizar progresos á la ciencia astronómica.

Se atribuye á los arcadios la fundación de la semana en el siglo x antes de nuestra era, pero sabemos que en la civilización babilónica existían períodos de siete días. Cierto es que el hombre estaba entonces

bastante adelantado para formarse una división del tiempo, y la más natural que tenía á su alcance fué la de las fases lunares. Las duraciones de la semana, del mes y del año fueron formadas con arreglo á las diversas apariencias de nuestro satélite.

El cielo fué dividido en doce signos correspondientes á los doce grupos de estrellas más notables que se encontraban en la línea que recorrían el sol, la luna y los planetas; son estos signos los que han recibido el nombre de Zodíaco (61).

ANTIGÜEDAD CLASICA

THALES DE MILETO (640-548). Uno de los jefes de la escuela *jónica*, que fué la primera escuela que adoptó la observación por base, reunió los elementos de la geometría y de la astronomía. Predijo un eclipse de Sol, el del 28 de mayo de 585 antes de nuestra era; parece que enseñó la doctrina de la esfericidad de la Tierra; se han perdido sus obras.

ANAXIMANDRO (610-547). Discípulo de Thales; sabía que la luz de nuestro satélite sólo es la luz del Sol reflejada. Suponía que este último es tan grande como la Tierra y enseñaba la esfericidad de nuestro globo. Conocía, finalmente, la oblicuidad de la eclíptica. Anaximandro pasa por haber sido el primero que imaginó esferas de cristal con el objeto de explicar el movimiento de los astros... Esas esferas, que vinieron inútilmente á embarazar á la ciencia, no hacen honor á la sagacidad del discípulo de Thales. ¡Fueron pre-

(61) MM. E. DURKHEIM y M. MAUS han expuesto una hipótesis sociológica. (*De quelques formes primitives de classification. Année sociologique*, 1903, páginas 1-72).

cisos seguidamente tantos esfuerzos seculares para conseguir romperlas! (62).

ANAXAGORAS de Clazomenes (500-428). Fue perseguido por los atenienses por haber enseñado las doctrinas de la escuela jónica. Se le reprochó que aniquilaba la influencia de los dioses sobre la naturaleza, tratando de sujetar sus fenómenos á leyes inmutables. Proscrito con sus hijos, no debió la vida más que al interés de Pericles, discípulo y amigo suyo, quien consiguió permutar la pena de muerte por la de destierro.

De esta suerte la verdad, para cimentarse en la tierra, ha tenido con frecuencia que combatir errores acreditados que más de una vez han sido funestos á quienes la han dado á conocer (63).

PITAGORAS (590), Filolao, su discípulo, y la escuela pitagórica sostenían teorías astronómicas que denotaban observaciones bastante serias para la época, entre otras la rotación de la Tierra.

DEMOCRITO (450). Declara que el número de los mundos es infinito, como su extensión. Mientras que unos perecen, nacen otros nuevos. Consideraba la Vía láctea como formada por la reunión de un gran número de estrellas, á las cuales el alejamiento da la apariencia difusa.

METON. Publicó en los juegos Olímpicos el famoso ciclo lunar que ha conservado su nombre, período al cabo del cual los novilunios ocurrían el mismo día que diez y nueve años antes. Entusiasmados los griegos

(62) HOEFER, *Histoire de l'Astronomie*, Paris, 1873, pág. 97.

(63) *Idem*, *id.*, pág. 97.

por este descubrimiento, lo hicieron grabar en letras de oro. Por esta razón es por la que llamamos todavía número de oro la cifra que designa el año del ciclo lunar. El período lunar de diez y nueve años fué descubierto también por los chinos más de 1,600 años antes de Méton (64).

EUDOXIO de Cnide. Tres siglos y medio antes de nuestra era descubrió que el año tenía 365 días y cuarto. Escribió un tratado de los fenómenos celestes que se encuentra casi todo entero en el poema de Arátus.

ARISTILIS y TIMOCARSIS, de la famosa escuela de Alejandría, medio siglo después de él, comenzaron los catálogos de estrellas.

PYTHEAS de Marsella (300). Hizo observaciones astronómicas que sirvieron á Eratóstenes para sus cartas geográficas.

ARISTARCO de Samos. Admitía la rotación de la Tierra y su traslación alrededor del Sol; observó el solsticio de verano del año 281.

Trató de determinar el diámetro solar, que encontró era igual á la 720.^a parte de su órbita; se sirvió muy ingeniosamente de las cuadraturas de la luna para determinar la paralaje del Sol, que encontró estar 20 veces más distante que la Luna. No obstante el enorme error existente entre esta medida y la verdadera distancia que nos separa del Sol, no es menos de apreciar esta tentativa de Aristarco como uno de los más grandes experimentos científicos de la antigüedad. Ningún astrónomo antes que él había llevado tan lejos los límites del mundo.

(64) *Annuaire de l'Observatoire de Bruxelles*, 1877, pág. 56.

Hablando del conocimiento de la traslación de la Tierra que poseía Aristarco, M. Hoefler, el sabio autor de la *Historia de la Astronomía*, dice: «La verdad acababa al fin de aparecer, pero desapareció al punto como un meteoro y todo entró de nuevo en las tinieblas. Cedió el sitio al error que debía, por órgano de todos los astrónomos, continuar aún durante más de 25 siglos, haciendo jugar al Sol el papel que Aristarco de Samos había asignado á la Tierra.

»Y después de este memorable ejemplo, se osa todavía invocar el pasado ó la ciencia tradicional como una autoridad ante la cual no deberíamos sino inclinarnos» (65).

ERATOSTENES (276-196). Nació en Cyrene; fué llamado por Ptolomeo III á dirigir la biblioteca de Alejandría.

Fué uno de los sabios más grandes de su época, y determinó la oblicuidad de la eclíptica con cierta precisión (66).

Encontró el medio de medir la Tierra.

Calculó la distancia de la Luna y del Sol; elevó la de éste último á cuarenta millones de leguas, lo que es en la época una aproximación de las más notables.

En tiempo de Eratóstenes, Alejandría era el gran centro intelectual; su observatorio poseía instrumentos que para la ciencia de entonces eran tan perfectos como pueden serlo nuestros telescopios para la ciencia de nuestros días. Hasta la esfera armilar que algunas biografías atribuyen á este sabio, era un instrumento compuesto por dos círculos fijos y uno movable.

(65) HOEFER, *Histoire de l'Astronomie*, París, 1874, pág. 112.

(66) La Tierra, girando alrededor del Sol, responde sucesivamente á las doce constelaciones del Zodíaco. Su huella en el espacio se llama eclíptica, porque los eclipses no pueden tener lugar más que en su plano. Este plano está inclinado actualmente sobre el cuadro solar en 23° 27'.

El astrolabio, que comprendía varios círculos graduados, parece no ser más que un perfeccionamiento de la armilar.

En el Serapeum de Alejandría existían varios instrumentos de los que no poseemos hoy más que descripciones incompletas. El dióptero, así como el astrolabio, se presentan como inventados por Hiparco, uno de los sucesores de Eratóstenes, pero parece mucho más verosímil que no son sino perfeccionamientos de instrumentos ya en uso y debidos á Eratóstenes.

¿Han usado los antiguos, tubos para observar? La cosa es verosímil, pero bien que no conozcamos todos los medios de que disponían, podemos juzgar de sus aparatos científicos y de sus conocimientos por los descubrimientos ulteriores, y todo nos autoriza á rechazar la pretendida superioridad del saber de los antiguos.

ARATUS (muerto en 277). Contemporáneo de Eratóstenes, compuso un poema sobre la astronomía; escribió su obra, á ruego de Antígonos Gonastas, rey de Macedonia; parece, dice la *Biographie Universelle*, haber sido compuesto sobre otros más antiguos. Encierra todo lo que se sabía en aquella época acerca de la esfera. Este poema fué traducido por Pingré á continuación de las *Astronómicas* de Manilius (1786).

HIPPARCO (muerto en 128). El astrónomo más grande de la antigüedad.

Dió el medio de determinar la desigualdad de los movimientos del Sol y de la Luna.

A propósito de una estrella temporal que apareció en su época, rehizo los catálogos de Aristiles y de Timocaris, aumentándolos considerablemente. Este trabajo le hizo realizar uno de sus más importantes des-

cubrimientos: el de la *precesión* de los equinoccios (67).

Dió al año una duración que no excedía sino en cuatro y medio minutos á la que tiene realmente.

«Establecer las relaciones de los astros entre sí por la determinación de su distancia, de su magnitud, de su posición y de sus movimientos, tal era el vasto problema que Hipparco se había propuesto resolver más de diez y seis siglos antes de Képler». (Hœfer, pág. 161).

Durante dos siglos y medio, entre Hipparco y Ptolomeo, parece que no se realizó progreso alguno; los astrónomos publicaron obras, pero no hicieron sino comentar los trabajos de sus antecesores, el poema de los Fenómenos, de Aratus, entre otros.

SOSIGENES, de la escuela de Alejandría, fué enviado á Roma por Julio César para la reforma del calendario.

CLEOMEDES, para quien la Tierra no era más que un punto comparado con la magnitud del mundo.

SENECA (68). El filósofo que emitió sobre los cometas apreciaciones que eran una visión genial de la naturaleza de esos astros.

Estas intuiciones eran familiares á Séneca, que, como se recordará, predijo el descubrimiento de América.

PTOLOMEO (muerto hacia 130). En una obra ti-

(67) PRECESIÓN.—El año sidereal, que es el tiempo que la Tierra emplea para encontrarse en el mismo punto de su órbita, es de 10 minutos, 18 segundos 7, más largo que el año trópico, cuya es la duración que emplea la Tierra para encontrarse de nuevo en el mismo equinoccio. Esta diferencia de 20 minutos cambia anualmente el lugar en que corta la eclíptica, dos veces al año, el ecuador celeste. Se produce una especie de retrogradación de los equinoccios. Este fenómeno de la precesión tiene por resultado hacer describir á la línea de los polos un círculo entero en 26,000 años, de donde resulta que la estrella polar cesará de ser la más próxima al polo para volver á serlo al fin del ciclo.

tulada *Composición matemática*, conocida bajo el nombre de *Almagesto* por los árabes, y que es una especie de Enciclopedia de los conocimientos astronómicos de su tiempo, reunió y resumió Ptolomeo los trabajos de sus antecesores. Por su iniciativa se grabaron las partes más importantes de ella en los muros de un templo de Alejandría.

El sistema del mundo que lleva su nombre, y que no es más que el sistema de las apariencias, es la obra colectiva de los predecesores de Ptolomeo más que obra personal suya.

Ptolomeo conocía la teoría de la rotación y de la traslación de la Tierra enseñada por la escuela pitagórica, pero se detuvo deliberadamente en el sistema primitivo, «fundado, dice Hæfer (pág. 209, obra citada), en el sentido común que algunos filósofos modernos han querido tomar por base de su doctrina. Ptolomeo no hizo más que reproducirla y desarrollarla».

Según este sistema, la Tierra está en el centro del mundo; los planetas y el mismo Sol giran alrededor de ella; las estrellas dan igualmente la vuelta á la Tierra en veinticuatro horas. Para comprender lo absurdo de esta última suposición, basta pensar que la estrella más próxima á nosotros está á una distancia tal que su luz emplea cuatro años para llegar á nosotros, á pesar de las 75,000 leguas que recorre por segundo.

Ahora bien, siendo la circunferencia que describiría esta estrella próxima de un desarrollo igual á seis veces su distancia, necesitaría la luz veinticinco años para recorrer órbita tal; júzguese, con arreglo á ello, la inverosímil velocidad de que las estrellas deberían estar animadas para dar la vuelta á la Tierra en veinticuatro horas.

«No es únicamente por las ilusiones de la vista no rectificadas por la inteligencia, es también por el espíritu del dogma tradicional por lo que se ha dejado

subyugar el autor del *Almagesto*. La desigualdad del movimiento del Sol, descubierta por Hipparco, no era á los ojos de Ptolomeo más que una anomalía aparente... El autor del *Almagesto* llevó al extremo las hipótesis que hasta entonces habían sido emitidas para salvar los dogmas sacrosantos del círculo del movimiento uniforme» (68).

Para explicar los fenómenos resultantes de la traslación de la Tierra que él suponía inmóvil, Ptolomeo imaginó círculos excéntricos y epiciclos llevados por los círculos, pero los descubrimientos ulteriores obligaron á complicar más aún los epiciclos, hasta el punto que astrónomos de la Edad media, el rey de Castilla Alfonso X entre otros, protestaron contra la complicación.

Si Ptolomeo no merece la gloria que le ha dado el sistema falso que lleva su nombre, en cambio debe ser inscrito entre los astrónomos inventores, pues á él es á quien se debe el descubrimiento de la evección (69).

Ptolomeo dividió las estrellas visibles á simple vista en seis clases, según su magnitud.

Laplace, hablando de los tratados de Ptolomeo sobre la óptica, sobre la música, la cronología, la gnomónica y la mecánica, dice: «Tantos trabajos sobre tan gran número de objetos suponen una vasta inteligencia y le aseguran un rango distinguido en la historia de las ciencias» (70).

THEON de Smirna, que vivía en el siglo vi, escribió comentarios sobre el poema de Aratus y sobre el

(68) HOFER, *Histoire de l'Astronomie depuis ses origines jusqu'à nos jours* París, 1873, pág. 213.

(69) EVECCIÓN.—La mayor de las desigualdades lunares es designada con esta palabra. Cuando la Luna está en conjunción, es decir, en la misma dirección que el Sol con relación á la Tierra, se aleja de nosotros; cuando está en oposición, es decir, opuesta al Sol con relación á la Tierra, su distancia disminuye: combinándose en la misma dirección, las dos atracciones de la Tierra y del Sol, el cambio de excentricidad eleva las variaciones á más de 7^o y medio.

(70) LAPLACE, *Précis de l'Histoire de l'Astronomie*, 1821, pág. 53.

Almagesto; es autor de tablas que ofrecen algún interés para la historia del calendario.

Theon es también conocido por haber sido «el padre y el primer maestro de Hipatía, de que habla Syse- nio en sus cartas, y que pereció en 415 víctima del fanatismo de los cristianos de Alejandría excitados por el arzobispo Cirilo. Hipatía enseñaba la astronomía». (Hœfer, pág. 236).

LOS ASTRONOMOS ARABES

Después de la caída de la escuela de Alejandría, la astronomía no hizo ya ningún progreso durante varios siglos.

Los sabios que de ella trataron no hicieron casi más que comentarios sobre algunos puntos de las obras de los antiguos.

En Bizancio se ocupaban más bien en establecer el sexo de los ángeles ó los colores que debían llevar los cocheros del Circo, que en adquirir conocimientos sobre las disposiciones del universo.

En el occidente de Europa no se realizó ningún progreso durante varios siglos.

Para memoria se puede, no obstante, citar algunos autores:

«Engelberto, monje de Saint-Laurent, de Liège, y Gilberto Mamimot, obispo de Lisieux, hacían observaciones astronómicas y registraban sus resultados.

»Pero hay que creer que no estaba en gran honor esta ciencia, pues Hildeberto de Tours la trata muy ligeramente en un poema de quince cantos titulado *El Matemático*» (71).

(71) DE CARAMAN, *Histoire des révolutions de la philosophie en France*, volumen I, 1845, pág. 447.

HEMEALDE, hacia 680.

BEDE (muerto en 735). «La astronomía fué el principal objeto de sus estudios».

ALDHELM.

ALCUIN (muerto en 804).

HERMAN CONTRACTUS (muerto en 1054).

JUAN de Sevilla

RODOLFO de Bruges

PLATO TIBURTINUS

} Traductores de obras astronómicas.

GERARDO de Cremona (1187), tradujo el *Almagesto* del texto árabe.

Mientras que Bizancio y el occidente de Europa caían más y más en la ignorancia y la barbarie, los árabes «tomaron las ciencias allí donde las habían dejado las escuelas de Alejandría y de Atenas, tan bruscamente detenidas en el desarrollo.

»Los primeros califas favorecieron poderosamente aquel renacimiento (72).

»Los conquistadores árabes y los califas mahometanos dieron los primeros, á una parte del mundo, la tranquilidad y el orden necesarios á los trabajos de la mente. Su gobierno, lleno de generosidad y de justicia para todos, favoreció en todas direcciones el vuelo de la inteligencia humana» (73).

Fueron en Bagdad: AL-MAMOUN (muerto en 814).

(72) HOFER, obra citada, pág. 253.

(73) J. BERTRAND, *Les fondateurs de l'astronomie moderne*, 1865, pág. XIV

Califa y astrónomo, quien hizo traducir el *Almagesto* y determinó la oblicuidad de la eclíptica; hizo construir observatorios y proceder á la medición de un arco de meridiano (74).

ALBATENIUS (929). Autor de muy delicadas observaciones hechas durante más de cuarenta años; escribió un tratado bajo el nombre de *Ciencia de las Estrellas*.

AL-FERGHANI (muerto en 820). Publicó el *Libro de los movimientos celestes*.

AL-KHINDI. Describió una observación del paso de Venus sobre el Sol en 839.

YAHIA-ABOU-MANSOUR (848). Midió la oblicuidad de la eclíptica.

ALBUMAZAR (805-885). Más astrólogo que astrónomo; sus trabajos sirvieron á R. BACON para la explicación de las mareas.

Los hermanos MOHAMMED, AHMED y HASSAN (muerto en 847), cuyo observatorio estaba en Bagdad.

THEBIT-BEN-KORRAH (muerto en 900), declaraba que únicamente las observaciones podían asegurar el progreso de la ciencia. Determinó el año sideral en un segundo más que la duración actualmente admitida.

ABOUL-HASSAN-ALI (900). El y sus hermanos realizaron observaciones durante medio siglo.

(74) En un tratado de paz que concluyó con el emperador Miguel III, exigió que este último le remitiese los libros griegos que poseía. Hizo reunir en la isla de Chipre, que acababa de conquistar, todos los documentos literarios que pudo hallar.

En el Cairo, HAKEM-BIAMR-ALLAH (900-1021). Sultán de Egipto, hizo construir un observatorio y formar Tablas astronómicas.

ABOUL-WEFA (939-998). Descubrió una desigualdad lunar.

IBIN-YOUNIS (muerto en 1008). Con el precedente, uno de los redactores de las Tablas Hakemitas, hizo numerosas observaciones de eclipses que han servido para reconocer la aceleración del movimiento de la Luna.

HASSAN-BEN-HAITHEM (muerto en 1038).

ALHAZEN (muerto en 1048). Publicó un *Tratado de los crepúsculos*, cuya parte relativa á la refracción parece sirvió á Képler.

En Marruecos y en España: ARZACHEL (muerto en 1080), de Toledo, autor de tablas astronómicas y de instrumentos.

AVERRHOES (1120-1198). Filósofo, escribió un *Compendio del Almagesto*.

ALPETRAGE (muerto en 1156). Observó la oblicuidad de la eclíptica. «Descontento de las complicaciones del sistema de Ptolomeo, propuso uno nuevo, que aunque caído en el olvido, atestigua, dice Hœfer, una feliz tendencia á desembarazarse de las falsas hipótesis espiritualistas de la antigüedad».

ABOUL-HASSAN (muerto en 1200). Autor de un tratado de los instrumentos astronómicos y de varias obras científicas.

Los otros pueblos mahometanos no cedían en nada á los árabes. Entre los persas y los mongoles, debemos señalar á NASSIR-EDDIN-THOUSI (1201-1274). Construyó por orden de Houlagou, khan de Mongolia, un observatorio en Mézagah. Con varios astrónomos, compuso las Tablas astronómicas: las Tablas Ilkhanianas, cuyo manuscrito existe en la Biblioteca Nacional (París).

SCHAG-CHOLGUI (muerto en 1260).

IBN-SCHATHIR (muerto en 1350).

OLOUG-BEG (1393-1450). Nieto de Tamerlán. Este príncipe aprovechó las riquezas científicas reunidas por su padre y su abuelo.

Hœfer (pág. 274) dice: «Tamerlán fundó un imperio y estableció su residencia en Samarkanda. Tamerlán había atraído allí á los sabios más célebres y fundado una Academia de ciencias.

»Su hijo y sucesor, Shaah Rokh, creó una magnífica Biblioteca y se aprovechó de sus relaciones con los principales soberanos de Europa para adquirir los manuscritos más preciosos y más raros...»

Oloug-Beg hizo edificar un colegio que pasó por una de las maravillas del mundo. Es autor de un catálogo de estrellas y de Tablas de los planetas.

«Con este príncipe acabaron, dice Hœfer, los trabajos astronómicos y matemáticos del Oriente musulmán.»

Los árabes habían dado nombres á las principales estrellas del cielo, nombres que son empleados todavía para designar algunas de ellas, bien que en los mapas y en los tratados de Astronomía se haga uso de cifras y de letras del alfabeto griego para indicarlas en orden. Betelgeusa, Formalhaut, Vega, Aldébaran, etc., son nombres árabes.

LOS ASTRONOMOS DE LA EDAD MEDIA

Los árabes y los orientales fueron los continuadores de la ciencia antigua, y sin exagerar el mérito de sus descubrimientos, es muy permitido establecer una aproximación entre el floreciente desarrollo de su civilización y el triste estado de los conocimientos humanos en los países de la cristiandad.

Se atribuye al cristianismo el papel de salvador y conservador de los conocimientos de la antigüedad, cuando las luchas de los Papas en Roma destruyeron más riquezas antiguas que todas las invasiones sufridas por aquella capital de la cristiandad le habían hecho perder.

¿Cómo admitir duda acerca de la destrucción de la biblioteca de Alejandría por los cristianos (75) cuando se ve á un Cirilo hacer asesinar á Hipatía acusada de difundir la instrucción; á un San Pablo quemar los libros; y á príncipes como Al-Mamoun, Al-Akem, Houlagou, y hasta á los sucesores de Tamerlán, consagrar todos sus esfuerzos para reunir sabios y libros y construir observatorios ó escuelas?

Todos los fanatismos son iguales; el de los musulmanes es tan nocivo como el de los cristianos de la Edad media; pero tenemos que reconocer que la astronomía fué abandonada por los cristianos durante más de quinientos años, y que entonces fué estudiada por los árabes, los moros, los persas y los hindus. A estos mismos pueblos debemos la conservación de muchos de los conocimientos de la antigüedad.

El siglo XIII fué para el occidente de Europa una

(75) Es sabido que aquella destrucción fué atribuida á los árabes por aquellos mismos que tenían que defenderse de aquel monstruoso acto de barbarie. Todavía repiten esta leyenda algunos autores modernos.

época de renacimiento, pero el progreso no se realizó bruscamente.

No obstante, á partir de este mismo siglo XIII, se puede hacer arrancar la historia de la astronomía occidental.

Juan de HOLYWOOD, llamado Sacro Bosco, muerto en 1256. «La tradición latina del *Almagesto* y los demás trabajos de los astrónomos de España, fueron útiles en extremo á Sacro Bosco, que hizo en Francia sus tratados del calendario, del astrolabio y de la esfera. Este último tuvo largo tiempo gran boga; contribuyó, más que ningún otro libro, á difundir las primeras nociones de astronomía aparente desde mediados del siglo XIII hasta principios del XIV. Lo comentó Clavius (76).

En el tratado *de Sphæra mundi* de Sacro Bosco es donde se encuentra uno de los más antiguos empleos de las cifras árabes en Francia. Gelbert y Alcuin escribieron también acerca de astronomía.

Rogerio BACON, nacido en Oxford (1214—1294), fué incontestablemente el talento más ilustrado de su siglo. Publicó observaciones relativas á la refracción astronómica, lo que le hizo tocar con el dedo, hasta puede decirse descubrirlo, el principio de las lentes (77).

«Habiendo observado un error en el cálculo de los tiempos con respecto al año solar, propuso en 1267 al papa Clemente IV un plan para la reforma del calendario. Gran parte del libro *Opus Magnum* está consagrado á la exposición de este plan.

(76) DAUNOU, *Discours sur l'état des lettres au XIII^e siècle*, pág. 201. Clavius, de quien se trata en esta cita, es uno de los matematicos que trabajaron en la reforma del calendario gregoriano.

(77) Véase, relativamente á este asunto, CARAMAN, *Histoire des révolutions de la philosophie en France*, tomo III, pág. 223, que cita pasajes de Bacon relativos á los cristales y aun á los anteojos de aproximación.

Aquel trabajo fué utilizado por los autores de la reforma gregoriana (78).

FEDERICO II (muerto en 1250). Emperador de Alemania y rey de Sicilia, estimuló los estudios astronómicos y protegió la primera traducción latina del *Almagesto* según la versión árabe.

ALFONSO X (1221-1294), rey de Castilla y pretendiente al Imperio, era uno de los hombres más instruídos de su época. Reunió en Toledo cierto número de sabios moros ó judíos para ocuparse de astronomía.

Se entregó personalmente á observaciones, pero no pudiendo comprender las complicaciones de los círculos y de los epiciclos de Ptolomeo, declaró, según se dice, «que si Dios le hubiese llamado á su consejo cuando creaba el mundo, las cosas hubieran estado en mejor orden» (79).

El colegio astronómico reunido por él trabajó en formar Tablas astronómicas que llevan su nombre. «Las Tablas Alfonsinas, en las cuales se trabajó durante cuatro años, y cuyos gastos se elevaban á 40.000 ducados, suma enorme para aquel tiempo, aparecieron en 30 de mayo de 1252, día del advenimiento de Alfonso.

»El principal mérito de esas Tablas, que han reemplazado con ventaja á las de Ptolomeo, consiste en la corrección de algunas épocas y en una determinación más exacta de la duración del año» (80).

Los sabios que realizaron la obra merecen ser nombrados; es, por lo demás, interesante comprobar que en aquel siglo de ardiente fe religiosa, la ciencia daba

(78) CARAMAN, obra citada, pág. 220.

(79) LAPLACE. *Exp. du syst. des Mondes*, 1884, lib. V, cap. IV, pág. 431.

(80) HÆFER, *Hist. de l'astr. depuis ses origines jusqu'à nos jours*, 1873, página 283.

ya á hombres pertenecientes á religiones enemigas un motivo de reunirse para trabajar en común. Los principales de esos judíos, católicos y musulmanes que se entendían para la investigación de la verdad eran: Ibn-Moussa, Joseph Ben-Alí, Jacob Albuena, Samuel El Conejo, Jehuda El Conejo, Abou Ragel é Isaac Ben-Saïd.

En aquellos siglos de fe religiosa, la ciencia no podía realizar ningún progreso serio. El espíritu humano occidental estaba dominado por la teología, y lo que no valía mucho más, por la filosofía escolástica. No teniendo necesidad de saber los hombres creyentes, resultó de ello la ausencia de todo esfuerzo social hacia el conocimiento. La necesidad de tener grandes monumentos para las ceremonias religiosas crea el renacimiento romano, de donde sale seguidamente la gran florescencia artística del siglo XIII.

Esta manifestación de poderosas investigaciones hacia lo bello y lo útil, muestra que la conquista de lo verdadero, es decir, la Ciencia, habría podido igualmente hacer progresos si la necesidad de ello se hubiera hecho sentir socialmente. Todos los que con imparcialidad estudian la historia encuentran en ella la prueba de que la fe, la creencia religiosa erigida en sistema político, es un obstáculo á los progresos del espíritu humano.

La prueba material de este aserto, para este período, puede proporcionarla la ausencia de todo progreso científico debido á la síntesis de las potencias de entonces: *la Iglesia*, y por el martirio de las individualidades cuyos conocimientos excedían del término medio. Abelardo perseguido, Rogerio Bacón pasando una parte de su vida en las prisiones monásticas, Alfonso X destronado por los enemigos de estas ideas, pueden dar prueba de ello.

«En el siglo XIV, dice Hœfer, se hacía cada día más peligroso cultivar la ciencia.

»Pedro de Abano, cuyas obras, entre las cuales es de notar un tratado del Astrolabio, no aparecieron durante su vida, fué, bajo la acusación de hechicería, quemado en 1316, en efigie, después de su muerte. Cecco d'Ascoli fué quemado vivo en Florencia, en 1327, á la edad de setenta años. Era autor de una especie de enciclopedia, cuyo primer libro trata de astronomía.

»Dicha obra encierra conocimientos muy adelantados de meteorología.»

Astrología.—Se ha reprochado á todos los astrónomos de la Edad media el haber consagrado una parte de sus estudios á la astrología. Parece, en efecto, que todos, hasta Rogerio Bacón, que escribió contra la astrología, creían en esa pseudo ciencia. Es preciso llegar hasta el siglo XVII para ver la ruptura definitiva entre los astrónomos y los astrólogos. El deseo de conocer entraba por mucho en esa creencia. No se poseía la ciencia de las cosas, se consultaba la tradición astrológica, revoltillo de verdades y de un considerable número de errores creados por afirmaciones transmitidas. La ambigüedad de las fórmulas había permitido descubrir algunos hechos en concordancia con ellas, sin señalar los hechos más numerosos que las contradecían.

EL RENACIMIENTO

En el siglo XV se ven apuntar elementos de la gran revolución intelectual que llamamos renacimiento.

Al propio tiempo se ve aparecer á los fundadores de la astronomía moderna. Pero presidiendo siempre la revolución la marcha del humano espíritu, hallamos hombres cuyos conocimientos sirven de lazo de unión entre la Edad media y los tiempos modernos; del propio modo entre los creadores de la verdadera ciencia.

astronómica, como Tycho-Brahe, en los genios como Képler, veremos sobrevivir creencias de la Edad media. La ley de la evolución es un hecho como la ley de la gravitación. Nada hay, pues, en ello que no sea muy natural; hasta cabe decir que no puede ser de otro modo. La doctrina de la evolución permite darse mejor cuenta de la marcha del progreso de las ciencias.

Jorge de PUERBACH (1423-1461). Profesor en la Universidad de Viena (Austria). Se había consagrado á la observación para comprobar las hipótesis de los antiguos.

Creó instrumentos; prosiguió el uso de la plomada.

Obras: *Théorique des Planètes*, 1488, in fol.; *Tables des éclipses*.

N. de CUSA (1401-1564) (de nombre verdadero: Krebs), cardenal, legado de Nicolás V cerca de los príncipes alemanes. Hizo revivir primero que nadie la hipótesis de Pitágoras sobre el movimiento de la Tierra alrededor del Sol.

REGIOMONTANUS (1436--1476), el astrónomo más célebre del siglo xv; dió un curso de astronomía en Padua.

Calculó las primeras efemérides regulares que se haya tenido desde la época de los astrónomos de Alejandría. Observó un gran cometa en 1472 y publicó sus observaciones.

Obras: *Ephémérides astronomica*, en 4.º; *Kalendarium novum*; *Pomdîn*, 1476; *De triangulis planis et sphericis*, publicada en 1533.

Copérnico publicó una obra sobre el mismo asunto, pero sin haber tenido conocimiento de la notable obra de Regiomontanus.

Bernardo WATHER (1436-1504). Discípulo de Regiomontanus y poseedor de sus papeles, continuó sus trabajos. Observó los efectos de la refracción cerca del horizonte.

Comenzó á servirse de relojes de pesas, sin péndulo, para las observaciones astronómicas.

COPERNICO (nacido en 1473, el 12 de febrero, muerto en 1543 el 23 de mayo, en Thorn, antigua Polonia).

Al escribir este nombre experimentamos necesidad de manifestar nuestra admiración, pues es uno de los más grandes hombres con que se honra la humanidad, y la revolución intelectual, de la que su obra es el *substratum*, es una de las más importantes que haya jamás realizado el espíritu humano.

Para los antiguos era la Tierra el centro del mundo. Después de Copérnico no será ya más que un planeta muy secundario del sistema solar; y este mismo sistema, grano de arena en una playa sin límites, descenderá al rango de simple estrella entre los millones de las otras que componen la Vía láctea.

De la Tierra centro del mundo, del hombre rey de la Tierra, era fácil concluir que todo había sido hecho para el hombre, que era también el móvil de *la creación*. Esta aberración intelectual es lo que se llama *el error geocéntrico*. Se han escrito muchas páginas para combatirlo, pero, para no salirnos de la historia de la astronomía, no citaremos más que estas líneas de Laplace:

«Se trataba de una verdad (la rotación de la Tierra) que, para nosotros, es del mayor interés por el rango que asigna al globo que habitamos. Si está, en efecto, inmóvil en medio del universo, el hombre tiene derecho á considerarse como el objeto principal de las atenciones de la naturaleza; todas las opiniones fun-

dadas sobre esta prerrogativa merecen su examen; puede razonablemente tratar de descubrir las relaciones que los astros tienen con su destino. Pero si la Tierra no es más que uno de los planetas que circulan alrededor del Sol, esta Tierra, ya tan pequeña en el sistema solar, desaparece enteramente en la inmensidad de los cielos de la que este sistema, por vasto que nos parezca, no es más que una parte insignificante (81).»

Copérnico, después de haber estudiado en Cracovia, fué á perfeccionar sus conocimientos á Italia, en Padua y en Boloña, donde D. María, de Ferrara, enseñaba la astronomía; ayudó á su discípulo á obtener una cátedra de astronomía en la Universidad de Roma, en 1499. Pero, dice uno de sus historiadores (82), si «la astronomía expuesta por Copérnico satisfacía á su auditorio, no ocurría lo mismo al joven profesor, quien encontraba que todos los sistemas antiguos pecaban por su base y carecían de conjunto y de unidad. Los planetas y las estrellas, según su hipótesis, recorrerían el espacio infinito con una rapidez que excede á lo imaginable. Era imposible encontrar un lazo en su carrera vagabunda. Copérnico apreciaba el error, pero su genio no había encontrado todavía la verdad».

El propio historiador hace comprender, á pesar suyo, pues muy religioso creía en una misión providencial de su héroe, la influencia de una época sobre los grandes hombres que en ella viven. Dice, en efecto: «El triunfo de Colón era un estímulo para los genios investigadores. Copérnico, guiado por su vocación, por los consejos de *Albert Brudzewski* (profesor de astronomía en Cracovia), estimulado por la nombradía de Regiomontanus, animado por el ejemplo de Cristóbal Colón, proseguía sus investigaciones astronómicas, no

(81) LAPLACE, *Exp, du syst. des Mondes*, lib. V, cap. IV, pág. 434.

(82) CZYNTKI, *Kopernic et ses travaux*, París, pág. 64.

como ciego discípulo que adopta, sin examen, las doctrinas de sus predecesores, sino como severo juez, capaz de reconocer el error, capaz de abrir un nuevo camino».

En 1502, de regreso á su país, Copérnico fué provisto de un canonicato que, asegurándole la existencia, le permitió consagrar su vida al estudio de la astronomía. Empezó, como lo declara él, el examen de las ideas de los antiguos pitagóricos sobre el movimiento de la Tierra. «Para ver si alguno de ellos había admitido para las esferas celestes otros movimientos que los aceptados por las escuelas», y uniendo las indicaciones de los antiguos á la idea de esfericidad de la Tierra demostrada por el reciente descubrimiento de América, Copérnico entrevió el verdadero sistema del mundo. Se consagró á trabajar en su gran obra: *De revolutionibus orbitum cælestium*, que es la exposición del verdadero sistema solar. Es sabido que el Sol ocupa el centro de él y que la Tierra, reducida al papel de planeta, gira sobre sí misma en veinticuatro horas y alrededor del Sol en 365 días. Todos los otros planetas gravitan igualmente alrededor del Sol. Pero Copérnico creyó que la Tierra, girando alrededor del Sol, le presentaba siempre la misma faz, como lo hace la Luna con relación á la Tierra. No se concebía aún que los movimientos de rotación y de traslación fuesen independientes uno de otro. Es difícil apreciar la verdad en su conjunto: no obstante, este error de mecánica celeste no impidió á Copérnico ser el gran renovador del verdadero sistema del mundo.

«Cosa extraña, dice Hœfer (83). No se sospecharía casi que el sistema que debía triunfar finalmente es acaso tan antiguo como el de Ptolomeo. ¡Pero qué diferencia en la marcha de uno y otro sistema!

»Diríase que son dos curvas que se desarrollan por

(83) HŒFER, *Histoire de l'Astronomie*, Paris, 1874, págs. 210 y 211.

un movimiento muy desigual, en sentido inverso una de otra. Desde su origen, el error (el falso sistema del mundo), se adelanta con una audacia de afirmación que no sufre réplica, y conquista la casi unanimidad de los sufragios. La verdad (el verdadero sistema), al contrario, primeramente no se aventura sino con timidez, en medio de los sarcasmos ó de las violencias con que tropieza; hasta no se sabe con precisión de dónde emana el verdadero sistema del mundo, pues ni Pitágoras, ni Philolaüs, ni Aristarco de Samos, ni Nicetas, etc., reivindicaban su paternidad. La idea de que la *Tierra gira* era una de esas inspiraciones que ora abandonadas, ora admitidas, parecen desde luego quererse sustraer á la posesión de los mortales. Finalmente, después de muchos siglos de olvido ó de desdén, el cardenal Nicolás de Cusa — ¡un príncipe de la Iglesia! — volvió á poner sobre el tapete el movimiento de la Tierra, en la misma época en que Gutenberg inventaba la imprenta; y bien pronto Copérnico, un canónigo, ¡capricho de la suerte! hizo triunfar definitivamente la idea pagana.»

Copérnico trabajó veintitrés años con labor constante para confeccionar su obra antes de publicarla. Había, como dice él mismo, *guardado su libro en el arsenal cerca de treinta y seis años* (84).

La primera edición apareció en Nuremberg en 1543, el mismo año de su muerte. La rotación de la Tierra es un hecho conquistado por la ciencia. Cuando su proclamación, la política religiosa, que no distinguía la importancia filosófica del mismo, lo dejó exponer. El Papa admitió la dedicatoria del libro; era Pablo III, aquel mismo que autorizó á Loyola á organizar la compañía de los Jesuítas (85).

(84) «En 1543 Copérnico rompió con mano firme y atrevida la mayor parte del andamiaje antiguo y venerado con el que las ilusiones de los sentidos y el orgullo de las generaciones habían llenado el universo.» (Arago.)

(85) En 1540 y 1545 fué cuando fueron aprobados los Estatutos y los privilegios de los Jesuítas.

Los amantes de las antítesis deben tener presente esto: en la época en que se publicó una de las mayores conquistas intelectuales, se creó la institución más represiva que haya conocido jamás la humanidad. Pero medio siglo más tarde, prosiguiendo la idea de la rotación su camino, inspiró miedo; comprendióse entonces que si la Tierra giraba, no se podía enseñar ya que Josué había parado el Sol... No vaciló la Iglesia y decretó que la Tierra estaba inmóvil y condenó el libro de Copérnico. Durante 150 años pesó esta *interdicción* sobre la ciencia; ella no impidió, no obstante, que la Tierra girase y que la verdad continuase su marcha (86).

SIGLOS XVI Y XVII HASTA NEWTON

RHETICUS (1514-1579). Enseñó las ciencias en Witemberg y en Leipzig. Publicó varios libros, defendió las ideas de Copérnico, cuya gran obra fué publicada bajo su inspección.

REINHÖLD (1511). Asignó al año 365 días, 5 h., 55 m. y 58 s. Esta determinación es la que fué adoptada para las reformas gregorianas del calendario.

MOESTLIN (Alemania) (1550-1631). Partidario del sistema de Copérnico, explicó en Tubinga, se consagró al estudio de los cometas y publicó varios libros relativos al asunto. Explicó el fenómeno de la luz cenicienta de la Luna, debida al reflejo de la Tierra sobre nuestro satélite.

(86) En 1829 erigió la ciudad de Varsovia una estatua á Copérnico. El clero, para el cual estaba todavía en vigor la interdicción, se negó á celebrar una misa á la memoria del gran astrónomo.

Tuvo por discípulo á Képler.

TYCHO-BRAHE (nacido en Knudstrup) (1546-1601). Debió á la ilustrada protección del rey de Dinamarca, Federico II, una renta anual y la posesión de una isla á tres leguas de Copenhague, en la que, en 1576, instaló su observatorio, cuya instalación pagó el rey.

Durante 21 años consagróse en él á observaciones y laboriosos cálculos. A la muerte de su protector, sus enemigos consiguieron que la pensión le fuera retirada. Tycho marchó con su mujer y sus nueve hijos, acompañado por algunos discípulos. Se retiró al lado del emperador Rodolfo, que le concedió una amplia hospitalidad. Tycho asoció á sus últimos trabajos á Muller, Fabricius y Képler, que recibieron de él la misión de continuar sus Tablas.

Tycho fué un observador notable. La precisión que ponía en las observaciones fué causa de su gran descubrimiento de la *refracción*. Pero creía él que esa desviación de los rayos luminosos no se producía más que hasta el grado 20° por encima del horizonte para las estrellas y á 45° para el Sol.

«Así es cómo, dice Hœfer, la verdad se presenta siempre rodeada de algunas escorias de error.»

El más célebre de los descubrimientos de Tycho es el de la *variación de la Luna*.

Habiendo observado la famosa estrella temporal de 1572, concibió Tycho el deseo de formar un catálogo de estrellas. Képler publicó ese catálogo, que, interesante para su época, no tiene valor científico comparado con la precisión de los catálogos modernos, debida á la perfección de los instrumentos.

Sincero admirador de Copérnico, Tycho no adoptó, sin embargo, su sistema. Creó el que lleva su nombre, indicado hoy sólo á título de curiosidad histórica.

Dejaba la Tierra en el centro del universo y hacía girar el Sol alrededor de ella, pero todos los demás planetas giraban alrededor del Sol.

Indicamos esta tentativa del gran astrónomo dinamarqués sólo para hacer ver una vez más que las verdades científicas no pueden ser conquistadas por el espíritu humano sino después de ensayos ó de esfuerzos sucesivos.

Cabe preguntar si Tycho no fué convencido por el sistema de Copérnico: tanta admiración muestra por él.

Hablando de los trabajos de Tycho, J. Bertrand dice: «Son esos resultados acumulados los que, sin mostrar directamente la verdad, debían preservar á Képler del error, proporcionando un sólido apoyo á la audacia de su espíritu inventivo»

La vida de este astrónomo encierra una gran enseñanza moral. De una de las más aristocráticas familias dinamarquesas que estaba unida á altos dignatarios de la corte, no tenía más que lanzarse, como su padre deseaba, á la carrera de las armas. Prefirió el estudio, el trabajo, y durante 35 años llevó un exacto registro de sus observaciones astronómicas. Viviendo en una época en que los prejuicios de casta eran irresistibles, él mismo estaba, como lo dice el autor que acabamos de citar «penetrado de la importancia de su noble condición y del sentimiento de su superioridad sobre los plebeyos».

Casóse con una simple aldeana, Cristina, que era, según se dice, de una singular belleza.

Se ve que si Ticho-Brahe fué un gran astrónomo, fué no menos un gran carácter, puesto que siguió, á pesar de los obstáculos, sus gustos por el estudio y los sentimientos de su corazón más bien que su interés. La posteridad ha aprobado el juicio que Tycho-Brahe formó de sí mismo en el momento de su muerte: *No creo haber vivido inútilmente.*

Juan KEPLER (1571-1630). «Juan Képler nació en 27 de diciembre de 1571, resumió *la armonía de los mundos* en tres leyes inmortales, á las cuales unió su nombre; consagró á la investigación *de una sola de esas leyes diez y siete años de esfuerzos y de cálculos*, y murió en 15 de noviembre de 1630, dejando á su viuda 22 escudos, un vestido y dos camisas» (87).

Las tres leyes inmortales con que Képler dotó á la humanidad son:

1.º Los rayos vectores (88) de los planetas describen áreas proporcionales al tiempo.

2.º Las órbitas de los planetas son elipses de las que el Sol ocupa el hogar común.

3.º Los cuadrados de los tiempos de las revoluciones de los planetas son entre sí como el cubo de los grandes ejes de las órbitas.

Képler es uno de los genios más puros con que se honra la humanidad. Su perseverancia en el esfuerzo le hizo encontrar su tercera ley (89). Pero por grande que sea el esfuerzo personal en su obra, no fué más que un anillo de la cadena con que se honra la humanidad, pues Copérnico y Tycho-Brahe prepararon á Képler, como por lo demás, la obra de Képler preparó la de Newton.

Obras: *Stela Martis*, *Astronomia nova*, *Harmonice mundi*, *De astronomia lunari*, etc.

Giordano BRUNO (1556-1600). Enseñó públicamente el sistema de Copérnico. «Compuso varias obras

(87) E. AMIGUES, *A travers le Ciel*, París, pág. 18.

(88) RAYOS VECTORES.—Se llama rayo vector la recta ideal llevada del centro de un planeta al centro del Sol. A consecuencia de su movimiento de translación alrededor del Sol, la Tierra describe una elipse, el rayo vector cambia, pues, de lugar continuamente y describe áreas. La primera ley de Kepler establece que las áreas descritas por el rayo vector están en una relación exacta con los tiempos empleados en describirlas.

(89) «Sólo el 15 de mayo de 1618 le fué dado á J. Kepler conocer el gigantesco mecanismo del Universo.» (AMIGUES, *A travers le ciel*, pág. 21).

sobre el principio de las cosas, sobre las estrellas fijas y la constitución del universo, que, según él, era infinito, poblado de otros soles y de otras tierras, y cuyo centro, por consiguiente, no estaba en parte alguna» (Guynemer). Después de haber pasado seis años en los plomos de Venecia, fué entregado á la Inquisición y pereció en la hoguera. Se le atribuye esta altiva respuesta á sus verdugos: «Sospecho que pronunciáis esta sentencia con más temor que yo la escucho».

En su tratado sobre el universo, habla del movimiento de rotación del sol sobre su eje. En aquel momento se interpola un hecho importante en la historia de la astronomía: la invención de los anteojos.

Hacia 1606, Lippersheim, óptico de Midelburg, construyó los anteojos de alcance.

El 2 de octubre de 1608, dió á conocer su invención á los Estados Generales de Holanda. Janssen, otro óptico de la misma época, pasa por haber, ya desde 1590, inventado instrumentos semejantes. Sería muy extraordinario que algunas indicaciones ó indiscreciones no hubiesen puesto á los dos inventores (colegas y conciudadanos) en competencia.

Borel y Mélius han podido pretender igualmente la invención, pero no se debe olvidar que una obra de Rogerio Bacon, que se publicó en 1542, describe teóricamente el telescopio (90), y que esos distintos ópticos han podido sacar de ella el principio de su instrumento. Por otra parte, se puede sostener que Galileo fué el primero que construyó, ya en 1609, un anteojo que merezca el nombre de anteojo astronómico.

Ofreció uno, que poseía un poder aumentativo de cien veces el diámetro, al dux de Venecia.

Había, como dice él mismo, oído hablar «de un anteojo imaginado por cierto holandés», lo que le sugirió

(90) *Annuaire de l'Observatoire de Bruxelles* para 1877, pág. 115.

el deseo de construir un aparato para sus estudios; y después de varios ensayos y perfeccionamientos logró construir *un verdadero antejo astronómico*. Estas competencias demuestran una vez más que un descubrimiento depende del estado intelectual y de las necesidades de una época, tanto, si no más, que del genio de un inventor cualquiera.

La época de la construcción de los anteojos y de los relojes provistos de péndulo inaugura un nuevo período. Aquella es la aurora de la astronomía moderna. Muy pronto va á marchar el espíritu humano de progreso en progreso, y á reducir más y más lo desconocido por métodos y observaciones cuya precisión irá en incesante aumento.

El primer descubrimiento que permitió la invención de los anteojos fué el de las manchas solares, hacia 1610. Se refiere que el P. Scheiner, uno de los autores de este descubrimiento, ó que cuando menos ha tratado de hacérselo atribuir, no se atrevió á publicarlo bajo su nombre y se espontaneó con su provincial. Aquel le respondió: «He leído y releído Aristóteles y nada semejante he encontrado en él; tranquilizáos, hijo mío: no hay más manchas en el Sol que las que introducen vuestros ojos ó los cristales de vuestro nuevo instrumento».

Por esta réplica se puede ver cuán poco apreciada era la experiencia ó la observación en aquella época, en la que no se quería tener en cuenta sino lo que los antiguos habían dicho.

El mismo P. Scheiner escribió una obra para combatir los descubrimientos de Képler.

GALILEO, nacido en Pisa (1564-1642). Observando la oscilación de una lámpara suspendida de una bóveda de la catedral de Pisa, descubrió en 1582 el isocronismo del péndulo. En 1583 demostró con experi-

mentos que cuerpos diferentes caen con velocidades iguales. Amigues, hablando del célebre experimento de la torre de Pisa, con motivo del cual los partidarios de la física de Aristóteles se vieron obligados á reconocer su error, dice: «De aquel día data una nueva era en la historia de la ciencia».

Los serviles discípulos de Aristóteles, anonadados por el testimonio de los hechos, pierden insensiblemente crédito (91). La filosofía escolástica retrocede ante la filosofía natural. Al espíritu de autoridad substituye poco á poco el espíritu de la ciencia, es decir, el espíritu crítico y de libre examen.

En 1590 descubre Galileo que en la caída de los cuerpos el espacio recorrido crece como el cuadrado de las velocidades ó de los tiempos.

El mismo Galileo descubre en 1610 las montañas de la Luna y anuncia que nuestro satélite vuelve siempre la misma cara hacia la Tierra.

En el propio año descubre los satélites de Júpiter I, III y IV, y las fases de Venus; este último fenómeno era una confirmación del sistema de Copérnico.

Debemos á Galileo la invención del péndulo, pero fué Huyghens quien hizo su estudio científico.

Construyó anteojos por la sola noticia de uno de sus corresponsales relativa á la existencia de esos aparatos. A él corresponde también el honor de haber usado el primero anteojos astronómicos.

«Galileo puede ser colocado en el rango de los hombres á quienes la naturaleza había adornado con sus más preciosos dones. La lista de sus obras es menos larga de lo que se supondría en relación á todo lo que hizo; hoy no son consultadas más que para la historia de las ciencias; todas las verdades útiles que encierran han pasado

(91) Los partidarios de Aristóteles sostenían que de dos balas de plomo, la más pesada debía llegar la primera al pie de la torre. Se hizo el experimento y las dos balas de pesos diferentes llegaron al mismo tiempo.

á la circulación y las utilizamos como la luz del día, sin ocuparnos de la fuente de donde ella emana.»

Profesando Galileo la doctrina de la rotación de la Tierra y habiéndola demostrado en los *Diálogos sobre los sistemas de Ptolomeo y de Copérnico*, fué perseguido por la Inquisición romana, y no obstante la protección del gran duque de Toscana, Fernando de Médici, fué condenado á abjurar *de rodillas* de la doctrina de la rotación de la Tierra. Como no escribimos una biografía de los sabios, sino más bien una reseña de los principales progresos de la astronomía, no tenemos que analizar el odioso acto y el ridículo de que se cubrió la Iglesia romana con aquella condena.

El ridículo proviene, no de que aquella institución maléfica haya sido cruel con el ilustre astrónomo, sino de que la misma pretendía poner un freno á la emancipación de la razón humana. Combatía ella en Galileo al innovador de la ciencia experimental y no al individuo, para el cual tuvo mayores miramientos que hubiera tenido para otro que no hubiese sido tan bien quisto en la corte de Roma y de Florencia (92).

Pedro GASSENDI (1592-1625). Lo propio que Galileo, Gassendi fué un sabio y un gran filósofo, pero es cierto que no tenía el carácter de un sectario dispuesto á dar su vida ó su tranquilidad por sus ideas.

Así como Descartes y otros muchos, por lo demás, rehuyó afirmar demasiado alto sus profundas convicciones filosóficas ó científicas.

Partidario de las doctrinas de Copérnico, escribió

(92) Acerca del proceso de Galileo puede consultarse: HOFER, *Histoire de l'astronomie*; J. TROUSSART, *Galilée, sa mission scientifique, sa vie et son procès* «Hemos consagrado, dice este autor, más de quince años al estudio de Galileo y de su tiempo.»

Ciertamente es uno de los más notables trabajos y que aclara esta importante cuestión.

en favor del sistema de Tycho-Brahe para no tener querellas con la Congregación del Índice.

Aprobó en carta privada los diálogos de Galileo, lo que demuestra á qué triste situación moral estaban reducidos los sabios en el siglo XVII, gran siglo de la dominación de la Compañía de Jesús.

Gassendi fué el primer astrónomo que hiciera una observación del paso de Mercurio sobre el Sol. Hablando de dicha observación escribe: «Le he encontrado y le he visto, lo que no había ocurrido á nadie antes que á mí, en la mañana del 7 de noviembre de 1631».

Trató de la nomenclatura de las manchas lunares.

Obra: *Historia de Tycho-Brahe y de Copérnico*.

Juan FABRICIUS descubrió uno de los primeros las manchas del Sol y publicó su descubrimiento: *De Maculis in Sole observatis*, etc., en junio de 1611 (93).

Este descubrimiento es, pues, uno de los primeros jalones de la moderna teoría de la evolución de los mundos.

David FABRICIUS (1564-1617). El padre de este astrónomo, pastor y astrónomo holandés, fué el primero en descubrir una estrella periódica el 13 de agosto de 1496 (es la famosa estrella *Mira Ceti*, ú (ómicon) de la Ballena).

Tenía su importancia este descubrimiento, pues era

(93) Hemos indicado ya á Scheiner como de los autores de este descubrimiento; Galileo es igualmente uno de los primeros que observó las manchas del Sol.

Cierto es que este descubrimiento debía ser consecuencia de la invención de los anteojos.

El estudio preciso de las manchas no debía ser realmente hecho hasta nuestros días, con los maravillosos instrumentos de que disponen nuestros sabios. A comienzos del siglo XVII el anteojo permitió una determinación de la rotación del Sol.

Pero su gran importancia para la época era destruir un prejuicio científico de los antiguos: el de la creencia en la naturaleza especial de los «fuegos celestes» y en la corruptibilidad de los cielos.

igualmente un golpe asestado á la antigua concepción de «la inmutabilidad de los cielos».

Marius SIMON (llamado MAYER), originario de Baviera (1570-1624). Discípulo de Tycho-Brahe.

Descubrió la primera nebulosa, la de Andrómeda, el 15 de diciembre de 1612; y un satélite de Júpiter en 1610.

J. BAYER (1572-1625), nacido en Augsbourg. Publicó un atlas de 51 mapas celestes con el título de *Uranometría*, en 1603.

Fué el primero que designó las estrellas por las letras del alfabeto griego. Sólo en nuestros días han sido reemplazadas las letras por las cifras.

GRIMALDI, nació en Bologna (1619-1663). Descubrió el fenómeno de la *difracción de la luz* (94).

Publicó un mapa lunar y los nombres que empleó para designar los diferentes puntos de nuestro satélite han sido adoptados, con tanta mayor razón, en cuanto son los nombres de los grandes astrónomos los que preferentemente emplea.

HEVELIUS, nacido en Dantzig (1611-1687). «Hevelius se hizo célebre por inmensos trabajos, y especialmente por observaciones sobre las manchas y el *balanceo* de la Luna. Han existido pocos observadores tan infatigables; se deplora que no haya querido adoptar la aplicación de los anteojos al cuarto de círculo, invención que, dando á las observaciones una precisión hasta entonces desconocida, ha hecho inútiles para la astronomía la mayor parte de las de Hevelius» (95).

(94) DIFRACCIÓN.—Es el efecto de la desviación de los rayos luminosos en la abertura de los anteojos, lo que aumenta el diámetro aparente de los astros observados.

(95) LAPLACE, *Exposition du système des mondes*, lib. V, cap. IV, páginas 447-448.

Hevelius fué el primero que observó las fases de Mercurio.

En 1668 reconocía que las órbitas cometarias son curvas y vuelven su concavidad hacia el Sol.

Estudió la estrella variable de la Ballena descubierta por Fabricius y le dió el nombre de *Mira Ceti* (la admirable de la Ballena), lo que ha hecho se le atribuya el descubrimiento de esta estrella.

(Por reconocimiento hacia su protector, el rey de Polonia, denominó una constelación *Escudo de Sobieski*) (96).

Hevelius descubrió cuatro cometas, los de 1652, 1664, 1665 y 1682.

El fué quien formó el primer catálogo de las nebulosas.

Principales obras: *Machina Cœlestis*, 1637; *Selegographia sive Lunæ descriptio*, 1647; *Cometographia*, 1668; *Atlas de las diversas fases lunares* (de una gran exactitud).

HUYGHENS (1529-1695), nació en Holanda. Aquel gran sabio hizo una aplicación del péndulo á los relojes, y por esta combinación obtuvo en la marcha de las máquinas horarias una regularidad anteriormente desconocida.

Los relojes de toda suerte tenían, por órgano regulador de su marcha, volantes provistos de pesos (péndulos). Estas máquinas imperfectas no permitían más que una aproximación de tiempo de cerca de algunos minutos por veinticuatro horas.

Para darse cuenta del progreso realizado en la me-

(96) Luis XIV fué su bienhechor igualmente; le envió en 1673 una importante suma para indemnizarle de la pérdida de sus libros y de sus instrumentos, quemados en un incendio debido á la malquerencia de un criado miserable.

Una parte de los manuscritos de Hevelius se conserva en el Observatorio de París.

dida del tiempo por la adopción del péndulo, basta recordar que se construyen relojes astronómicos cuya variación es apenas de una fracción de segundo por mes.

Los nuevos relojes provistos de péndulo hicieron posibles observaciones de alta precisión.

Gracias á la potencia de los anteojos construídos por él, Huyghens reconoció en 1655 que las apariciones indicadas por Galileo sobre Saturno eran debidas á un anillo que rodea á este planeta. Vió también que este astro poseía un satélite.

La luna de Saturno es de un volumen casi igual al de Marte y mucho mayor que Mercurio.

Es el gigante de los satélites del sistema solar, si el diámetro de 6.890 kilómetros que se le atribuye es exacto.

En 1666 Huyghens descubrió la nebulosa de Orión; es la segunda en fecha de las nebulosas descubiertas.

En 1659 comprobó la rotación de Marte sobre su eje.

Los teoremas sobre la fuerza centrífuga le hicieron tocar muy de cerca la teoría de la gravitación.

Huyghens consideraba al Sol como una estrella (97).

Esta es una idea que data de la más remota antigüedad pagana.

DOERFEL, nació en Sajonia. Observando el cometa de 1680, cometa muy brillante y que cambiaba de lugar rápidamente, descubrió el movimiento parabólico de los cometas.

Obras: *Observations astronomiques sur la grande comète de 1680.*

Juan Domingo CASSINI (1625-1712). Primer director del Observatorio de París.

(97) *Annuaire de l'Observatoire de Bruxelles, 1877.*

La ciencia debe á este sabio la teoría de los satélites de Júpiter, el descubrimiento de cuatro de los satélites de Saturno, de la rotación de Venus y de Júpiter. Fué el primero en señalar estrellas dobles y uno de los primeros en estudiar el curioso fenómeno de la luz zodiacal, de la cual hizo numerosas observaciones. Este fenómeno había sido descrito desde 1661 por Chiodrey (98).

El eminente astrónomo Radau formaba un severo juicio acerca de Cassini:

«La venida de Cassini fué una calamidad para la ciencia, pues el inquieto italiano hizo relegar á segundo término al sabio profundo y modesto (se trata de Picard) cuyos proyectos hubiera bastado ejecutar para asegurar á Francia la gloria de haber trazado á la astronomía de observación sus verdaderas vías» (99).

PICARD, oriundo de Anjou (1629-1683) (100). Fué uno de los promotores de la creación del Observatorio de París, en 1667.

En 1669 hizo ver cómo se puede determinar directamente las ascensiones rectas (101) por los pasos por el meridiano.

Estuvo encargado de la medida de un grado de arco de meridiano. Consagró á ello la mayor parte del tiempo durante los años 1669 y 1670, publicando sus resultados en 1671. «Aquella medida de la Tierra fué la primera digna de alguna confianza». (Radau).

(98) Idem, id.

(99) RADAU, *L'Astronomie stellaire. Revue des Deux Mondes*. Octubre, 1875.

(100) Es incierta la fecha de la muerte de este sabio. Se indican 1682, 1683 y hasta 1684.

(101) ASCENSIÓN RECTA.—«Es el ángulo que forma con el meridiano el plano horario de una estrella, vista desde cualquier otro cuerpo celeste en el instante en que pasa por el signo de Aries, fijado para marcar el equinoccio de primavera».

»Así, la ascensión recta del Sol á mediodía es la hora sideral de su paso por el meridiano». (GUYNER). (GUYNER).

Esta medida, la más exacta hasta entonces obtenida, sirvió á Newton para su estudio de las leyes de la gravitación.

En aquella época fué cuando comenzó á observar las estrellas durante el día de una manera regular.

En 1673, Picard inventó el método de las alturas correspondientes.

Comenzó en 1679 la publicación del *Conocimiento de los tiempos*, de cuya obra dió á luz los cinco primeros volúmenes.

«Fué el primero que se fijó en la colimación y la corrigió» (102).

A fin de determinar la posición del Observatorio de Tycho-Brahe, hizo un viaje á la isla de Hven, cerca de Copenhague, y no encontró más que ruinas allí donde Tycho había establecido su ciudad de «Uranienborg» (el burgo de Urania). Publicó este viaje en 1680.

Este peregrinaje científico, que revela ciertamente por parte de Picard un sentimiento de gran consideración por la obra de Tycho, recuerda el que este último hizo á Warmia, antigua residencia de Copérnico, para tener recuerdos del ilustre astrónomo.

La ciencia lleva á sentimientos de estimación que son una verdadera religión, en la pureza de la etimología: unir los hombres.

AUZOUT, nació en Rouen (1630-1691). Inventó el micrómetro de hilo movable en 1666. Fué uno de los primeros miembros de la Academia de ciencias.

Institución de las *Sociedades sabias* (1666). Una causa de grandes desarrollos para las ciencias en general y para la astronomía en particular, se encuentra

(102) El objetivo y el ocular de un antejo deben estar fijados de tal suerte que la línea de visión pase por el centro de los dos cristales. Esta línea es la amada de colimación.

en la creación de las Academias y de las Sociedades reales de Londres y de Berlín.

La Academia de Ciencias de París se reunió por primera vez el 22 de diciembre de 1666.

Hacia la misma época se fundaron observatorios



Fig. 17.—Vista de un observatorio

en Copenhague en 1656, en Dantzig en 1641 y en París en 1667.

Muchos nombres menos conocidos podrían todavía alargar la lista de los sabios que contribuyeron á los progresos de la astronomía en el siglo XVII.

Citemos solamente:

Fabricio PEIRESC (1580-1637), que fué un hombre notable, desde el punto de vista del saber, del carácter y del corazón. Intervino varias veces á fin de dul-

cificar la sentencia pronunciada contra Galileo. Fué amigo de los sabios y de los filósofos de su tiempo, practicó y estimuló los estudios astronómicos.

La víspera de su muerte, el 23 de junio, aunque enfermo desde hacía tres semanas, suplicaba todavía á su amigo Gassendi que tomara la altura meridiana del Sol (para comprobar el solsticio).

FONTANA (1602-1656), fué el primero que observó en 1636 las manchas de Marte y en 1643 la sombra de los satélites de Júpiter (103).

Ismael BOUILLAUD (1605-1694), fué el primero en señalar, en 1667, cambios en las nebulosas (104).

DESDE NEWTON A FINES DEL SIGLO XIX

Isaac NEWTON (25 diciembre 1642-1727).

Una de las conquistas más importantes de la inteligencia humana fué el conocimiento de la ley de gravitación.

El nombre de Newton está indisolublemente ligado al descubrimiento de la gravitación. Pero si es él quien la formuló en su célebre obra *De los principios matemáticos de la filosofía natural* (1687), varios sabios habían dado ya indicaciones de ella: Copérnico, Képler, Borelli, Hooke y Huyghens. Así puede decir con razón Hæfer: «El mérito principal de Newton es, no el de haber descubierto, sino el de haber demostrado la ley de la gravitación universal».

Esta ley de gravedad universal, que es la base de la mecánica celeste, se enuncia diciendo que: *Los cuer-*

(103) *Annuaire de l'Observatoire de Bruxelles*, 1877.

(104) Id. id. id. id. id.

pos se atraen en razón directa de sus masas y en razón inversa del cuadrado de la distancia (105).

Simultáneamente con Leibnitz, Newton inventó el análisis infinitesimal. Explicó la libración ó balanceo de la Luna alrededor de su eje, descubierto por Hevelius. Indicó la causa de las mareas y escribió sobre óptica, de la cual publicó un tratado en 1704.

Débase mencionar que Newton y los sabios de su tiempo no han tratado de la ley de la gravitación sino en lo que concierne al sistema solar. Hoy, algunos filósofos positivistas llegan hasta pretender que nada prueba que esta ley sea universal. Los descubrimientos relativos á las estrellas dobles tienden, por el contrario, á probar que la ley de Newton se aplica á la gravitación de todos los cuerpos del universo.

«Hemos encontrado sistemas parciales muy numerosos cuyos elementos siguen en sus movimientos relativos las leyes de Képler y de Newton. Estamos, pues, autorizados para extender á todos los cuerpos estelares la aplicación de estas leyes, y sacaremos como conclusión general de nuestro trabajo, que la gravitación descubiertá por Newton en los elementos del sistema planetario es una ley absolutamente general de la naturaleza» (106).

ROEMER (1644-1710), nació en Dinamarca.

Midió la velocidad de la luz por medio de los satélites de Júpiter en 1675 (107).

(105) La atracción no es una propiedad real de los cuerpos, es una explicación familiar del fenómeno de la gravedad. El mismo Newton ha dicho: «Las cosas ocurren como si los cuerpos se atrajesen en razón directa de sus masas, y en razón inversa del cuadrado de la distancia.

(106) WOLF. *Du mouvement propre des étoiles*. Paris, pág. 243.

(107) La luz recorre 75,000 leguas por segundo. El espacio franqueado en un segundo es el tomado como unidad de medida para las distancias estelares. Cuando se dice que *a* del Centauro está á cuatro años de luz, eso quiere decir que la luz emplea cuatro años en franquear la distancia que separa dicha estrella de la Tierra. Siendo en cifras redondas el día medio de 86,400 segundos, y el año de 365 días, los cuatro años comprenden 130,144,000 segundos. A razón de 75,000 leguas por segundo, eso da una distancia de 9,460,000,000 de leguas.

Inventó varios instrumentos de observación, especialmente el anteojo meridiano.

Las memorias de la Academia de ciencias encierran numerosos trabajos de este sabio.

Juan FLAMSTEED (1645-1719), nació en Inglaterra. Primer director del Observatorio de Greenwich, cuyos cimientos echó el 10 de agosto de 1675.

Construyó con ayuda de instrumentos meridianos, mapas celestes bastante minuciosos.

Publicó un trabajo sobre la ecuación del tiempo. El fué quien introdujo el empleo del tiempo medio (108).

Flamsteed tuvo disputas con Newton que no siempre hacen honor á este último, cuyo carácter al parecer no fué siempre igual al genio.

HALLEY (1656-1742), nació en Inglaterra. Es uno de los sabios que presintieron la gravitación universal.

Es autor del primer método para calcular el retorno de los cometas. Anunció la periodicidad del de 1682, que lleva su nombre, y calculó su reaparición, que en efecto tuvo lugar en marzo de 1759.

Halley describió el movimiento propio de algunas estrellas, como Aldebarán, Sirio, etc.

Descubrió la nebulosa del Centauro y la de Hércules.

En 1739 señaló el primero el secular aceleramiento de la Luna; desde 1675 había indicado las desigualdades de Júpiter y de Saturno: aumento de la duración de la revolución de Saturno y disminución de la de Júpiter.

(108) TIEMPO MEDIO. Describiendo la Tierra una elipse, gira más ó menos velozmente alrededor del Sol según la distancia á que se encuentra del astro central. Resulta de ello que el Sol parece adelantar ó retrasar en comparación con un reloj bien regulado. Para obviar este inconveniente es por lo que se hace uso del tiempo medio.

Estaba reservado á Laplace demostrar que ese fenómeno era debido á la atracción mutua de esos dos grandes planetas y que no era más que una oscilación limitada á menos de mil años en cada sentido.

Halley propuso servirse del paso de Venus sobre el disco del Sol para medir la distancia de éste á la Tierra.

BRADLEY (1692-1762), nació en Inglaterra. Fué director del Observatorio de Greenwich.

En 1727 reconoce y explica la aberración de la luz de las estrellas (109). Este fenómeno no se puede explicar más que por el movimiento de la Tierra, del cual constituye una prueba.

El descubrimiento de la aberración, de su observación, de su teoría, es, sin disputa, uno de los más hermosos descubrimientos de que la astronomía moderna puede vanagloriarse.

En 1736, la Academia de ciencias envió comisiones de sabios á las órdenes de La Condamine al Perú, y á las de Maupertuis á Suecia, para medir arcos de un meridiano á fin de determinar «la figura de la Tierra».

Bradley reconoció en 1747 la nutación del eje terrestre (110).

En 1750 sentó observaciones meridianas de gran precisión.

(109) **ABERRACIÓN:** La luz del Sol no puede llegarnos, en razón de la distancia, sino 8 minutos después de su emisión. Pero durante esos 8 minutos la Tierra ha recorrido 20° de grado de su órbita, de donde resulta que el Sol nos parece más atrasado en esta cantidad de lo que realmente está.

Este fenómeno es el designado bajo el nombre de aberración de la luz.

A consecuencia de ese fenómeno, cada estrella parece describir en un año un círculo alrededor del punto en que la veríamos si la Tierra estuviese inmóvil. Picard habia comprobado una variación anual de la estrella polar, cuya causa desconoció, que no era más que un efecto de la aberración.

(110) **NUTACIÓN:** «La acción de la Luna sobre la dilatación ecuatorial de la Tierra, aumenta sin cesar la precesión de los equinoccios: cambia también la oblicuidad de la eclíptica, haciendo describir al eje de la Tierra una pequeña elipse hacia cada uno de los polos — la acción solar contribuye algo á este efecto, y el resultado que constituye la nutación luni-solar es evaluado en 9" 22.» GUYNEMER, *Dictionnaire d'Astronomie*. — París, 1852.

La obra de aquel gran astrónomo forma época en la astronomía; he aquí en qué términos Laplace habla de ella: «Dejó una inmensa colección de observaciones de todos los fenómenos que el cielo presentó hacia mediados del último siglo, durante más de diez años consecutivos. El gran número de sus observaciones y la precisión que las distingue, hacen de esa compilación uno de los principales fundamentos de la astronomía moderna, y la época de que debe partirse ahora en las delicadas investigaciones de la ciencia» (111).

Las posiciones de 3,000 estrellas calculadas con arreglo á las observaciones del gran astrónomo inglés fueron publicadas por Bessel bajo el título de *Fondements de l'astronomie, déduits des observations de l'incomparable Bradley*.

Para dar una idea del amor del amor que Bradley profesaba á la ciencia, se cita el siguiente hecho: Nombrado director del Observatorio, rehusó el aumento de asignación que la reina Ana quería hacerle, porque, decía, «si el destino valiera demasiado, ya no sería un astrónomo á quien se elegiría para desempeñarlo». (Gynermer).

DOLLOND (1706-1762), nació en Inglaterra, de origen francés. Se operaba en la construcción de los anteojos un fenómeno que constituía un obstáculo real al perfeccionamiento de esos instrumentos. La luz, atravesando los cristales, se descomponía y producía irisaciones coloreadas. El cromatismo (*chromos*, color) y la irisación crecían con el poder aumentativo de las lentes, de donde se originaban varios inconvenientes.

El sabio óptico Dollond, aprovechando las investigaciones de un físico sueco, Klingenstierna, descubrió que lentes hechas con cristales de diferente naturaleza

(111) LAPLACE, *Précis de l'histoire de l'Astronomie*. París, 1821, pág. 105.

suprimían la irisación. Los anteojos así contruídos fueron llamados «acromáticos» (1758).

LA CAILLE (1713-1762).

Se ha dicho de este sabio que había hecho más observaciones que todos los astrónomos de su tiempo juntos; formó un catálogo de más de 9,000 estrellas del hemisferio austral, y denominó cierto número de constelaciones, entre otras el Sextante, el Triángulo, la Es-cuadra, el Compás, el Altar (112).

Publicó lecciones de astronomía y otras obras que pueden hacerle considerar como uno de los primeros vulgarizadores de esta hermosa ciencia.

Obras: *Observations faites au Cap de Bonne-Espérance*; *Eléments d'optique*.

CLAIRAUT (1713-1765). Calculó la influencia de los grandes planetas de nuestro sistema sobre la marcha del cometa de Halley, cuya reaparición se esperaba.

Predijo su reaparición, que tuvo lugar en 1759, con un mes de diferencia, ligero error debido á que la masa de Saturno era mal conocida y la de Urano todavía ignorada, no habiendo sido descubierto dicho planeta.

«La aparición del cometa de Halley, dice Amigues, es un gran acontecimiento en la historia de la ciencia. Desde aquel día los cielos dependían de la geometría: el cálculo iba á dictarle sus leyes; en cuanto á los cometas, despojados desde entonces en adelante de toda misteriosa influencia, no excitarán ya más que una curiosidad puramente científica. No más terrores locos ni vanas supersticiones.

»El hombre, hasta entonces abatido por el espanto, se yergue, recobra su dignidad: es la hora de la liberación» (113).

(112) Se cree que esos nombres fueron tomados del vocabulario de la franc masonería, de la cual La Caille formaba parte.

(113) AMIGUES. *A travers le Ciel, mélanges astronomiques*. París.

Clairaut se ocupó en el problema de los tres cuerpos.

«El problema de determinar la marcha de un astro sometido á la acción atrayente de otros dos astros, fué resuelto por primera vez por Clairaut. De dicha solución datan los importantes progresos que se hicieron ya en el siglo último encaminados hacia el perfeccionamiento de las tablas de la Luna». (Arago).

Obras: *Théorie des mouvements des comètes; Théorie de la Lune.*

Tobías MAYER (1723-1762), oriundo de Wurtemberg. Encontró el círculo repetidor. Hizo tablas lunares que fueron de gran utilidad para la determinación de las longitudes en el mar.

Obras: *Tables des mouvements du Soleil et de la Lune.*

L. EULER (1707-1783), oriundo de Suiza.

Trabajó en el problema de los tres cuerpos.

En una memoria de Euler publicada en 1752, se encuentra una primera idea de la estabilidad del sistema solar.

Hizo realizar grandes progresos al cálculo diferencial é integral.

Obras: *Introduction à l'analyse de l'infini*, etc.

D'ALEMBERT (1717-1783). Considerado como uno de los primeros matemáticos de su siglo. Se ocupó, como Clairaut y Euler, en el problema de los tres cuerpos: «En 1754, D'Alembert publica los dos primeros volúmenes de sus investigaciones sobre el sistema del mundo, y aplica su solución del problema de los tiempos á la acción mutua de los planetas» (114).

(114) AMIGUES. Obra citada.

Enunciado del problema de los tres cuerpos:

«Un cuerpo inmóvil. A su alrededor circula otro cuerpo. Si estos dos cuerpos estuvieran solos en el espacio, el segundo marcharía según las reglas del movimiento elíptico. Pero todos los otros cuerpos del sistema solar obran sobre él, y estas influencias, aunque secundarias, hacen degenerar este movimiento elíptico en movimiento agitado.

»Calcular este movimiento agitado» (115).

D'Alembert dió una explicación completa del movimiento general en virtud del cual el eje del globo terrestre corresponde á las mismas estrellas en 26,000 años.

LALANDE (1732-1807). Contribuyó á vulgarizar la afición á los estudios astronómicos y formuló la idea de la traslación del sistema solar en el espacio, que después ha sido demostrada.

En 1795, Lalande observó una estrella de 8.^a magnitud, la cual era Neptuno, pero no sospechando que pudiera ser un planeta, no la mencionó sino como estrella en su registro.

Formó un importante catálogo de estrellas que es uno de los más preciosos monumentos para la astronomía comparada.

Principales obras: *Traité d'Astronomie*; *Mémoire sur le passage de Vénus*; *Bibliographie astronomique*. Publicó además un suplemento al *Dictionnaire des athées* de S. Maréchal.

LAGRANGE (1736-1813). Este gran geómetra hizo realizar considerables progresos á la mecánica celeste. Expuso las causas de la libración de la Luna, así

como la razón por la cual nuestro satélite nos presenta siempre la misma faz (116).

Publicó más de cien memorias de mecánica analítica escritas con gran elegancia. Lagrange fué al propio tiempo un profundo filósofo. Colaboró con d'Holbach en su célebre obra *El sistema de la naturaleza*, de la que escribió algunas partes.

MESSIER (1730-1817). Fué un gran observador de cometas. Catalogó más de 100 nebulosas.

BODE (1747-1826). Director del Observatorio de Berlín. Publicó un atlas celeste notable, en 1797. La relación tan singular de las distancias planetarias hallada por Titius, lleva con frecuencia el nombre de ley de Bode.

DELAMBRE (1748-1822). Fué este sabio el encargado con Méchain de ejecutar la medición del meridiano que debía servir de base al sistema métrico.

Escribió un *Tratado de astronomía* y una *Historia de la astronomía*.

MECHAIN (1774-1804). Estudió los cometas, pero su título de gloria es haber contribuido al establecimiento del sistema métrico por la determinación exacta de la longitud del meridiano.

(116) Cuando se solidificó la Luna, adquirió, bajo la acción de la Tierra, una forma menos regular, menos sencilla que si ningún cuerpo atrayente extraño se hubiese encontrado en su proximidad. La acción de nuestro globo hizo elíptico un ecuador que, sin eso, habría sido circular.

La Luna se ofrecerá, pues, á un observador situado en el espacio y que pudiera examinarla transversalmente, como un cuerpo prolongado hacia la Tierra.

Hé aquí, pues, explicado el extraño fenómeno sin recurrir á una igualdad en cierto modo milagrosa (igualdad de la duración de la rotación y de la translación de la Tierra).

ARAGO, *Rapport á la Chambre des Députés pour la réimpression des œuvres mathématiques de Laplace*, Paris, 1842, págs. 35 y 36.

William HERSCHEL (1738-1822), nació en Hannover, pero residió en Inglaterra. Gracias á su gran talento de observación y á la potencia de sus telescopios, Herschel descubrió Urano y sus satélites, planeta 69 veces mayor que la Tierra y 19 veces y media más distante de Sol.

Si descubriendo Urano había ensanchado considerablemente el campo planetario, ¿cuánto más no hizo mostrando las nebulosas cuya luz emplea varios millares de años para llegar hasta nosotros? Fué el infinito lo que abrió al estudio de sus sucesores.

Pero ese descubrimiento, que habría bastado á ilustrar un nombre, representa una muy pequeña suma de trabajos en comparación con los *Jauges du ciel* (117) y los catálogos de millares de nebulosas observadas por ese sabio astrónomo.

Con Herschel, el sistema solar, no obstante su extensión tan considerable para los antiguos astrónomos, se convirtió en un punto, no más un átomo cósmico de las estrellas que nos rodean, y estableció que nuestro Sol y todas las estrellas visibles á simple vista están profundamente sumergidas en la Vía láctea y forman parte integrante de ella.

Dió á la Vía láctea una longitud tal que la luz no emplea menos de 12,500 años en franquearla, no obstante su velocidad de 75,000 leguas por segundo.

Y más tarde reconoció también este sabio que las inimaginables dimensiones de la Vía láctea que había dado eran demasiado pequeñas: su telescopio, cuyo poder de penetración alcanzaba, no obstante, hasta á las estrellas 2,300 veces más distantes que las de primera

(117) AFOROS DEL CIELO.—«Estas operaciones consisten en contar las estrellas visibles en el campo de un reflector que tenga un diámetro de 15 (un cuarto de grado). Aunque Herschel y su hijo no hayan examinado así más que $1/120^{\circ}$ de la superficie entera del Cielo, ese trabajo es justamente considerado como uno de los más vastos que hayan sido realizados en la astronomía moderna.» SECCHI.

magnitud, no podía en efecto descomponer en estrellas ciertos conglomerados de nuestra nebulosa.

¡Procuremos formarnos una idea de las inmensidades abiertas á las contemplaciones de la inteligencia humana por su admirable trabajo de los *Jauges du ciel!* Sean las que fueren las cifras que se acumule, es

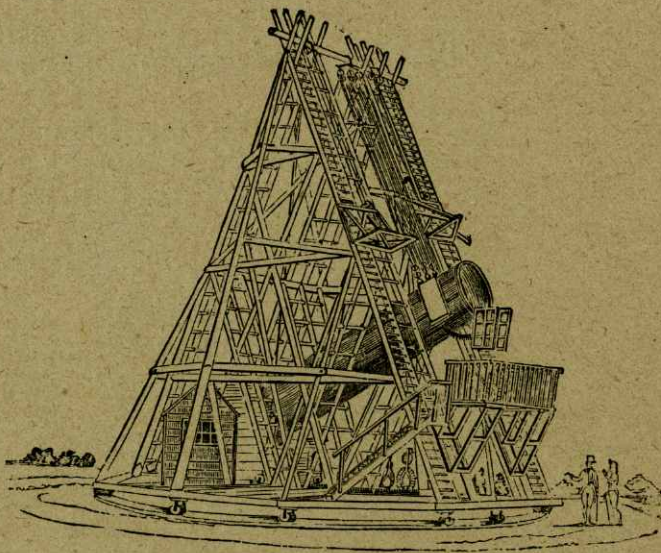


Fig. 18.—Telescopio gigante de Herschel

absolutamente imposible dar una representación de él.

Y sin embargo, á pesar de sus fabulosas proporciones, la Vía láctea es sólo un todo sideral secundario cuyas diferentes partes tienen relaciones comunes; pero más allá de esos conglomerados, en profundidades que es preciso renunciar á traducir siquiera aproximadamente, son nebulosas lo que nos aparece bajo un ángulo insignificante. Aunque invisibles á simple vista, esas nebulosas no dejan de ser Vías lácteas, universos,

que nada nos autoriza á creer de dimensiones inferiores al nuestro y cuya luz emplea cerca de 100,000 años en llegar hasta nosotros.

Así, nuestro Universo, lejos de serlo todo, no es más que una ínfima parte del cielo. Este incomparable ensanche del mundo es un progreso astronómico inmenso. Media gran distancia de estos conocimientos á los de Tycho-Brahe, y no obstante, ¡apenas han transcurrido dos siglos!

W. Herschel hizo aún, en 1783, la sorprendente demostración de la traslación del sistema solar.

A los ochenta y tres años, en 1821, comunicó un último trabajo sobre 143 estrellas dobles.

Los trabajos de este gran astrónomo han sido publicados en las *Philosophical Transactions*.

LAPLACE (1749-1827). Ilustre émulo de Herschel. Laplace completó los descubrimientos de las leyes que rigen el universo y mereció ver su nombre asociado al de Newton.

A los perfeccionamientos que introdujo en la mecánica celeste se debe el poder estudiar los movimientos de los astros como simples problemas de matemáticas. Afirmó la estabilidad de los elementos del sistema solar y dió los límites en que se encierran las variaciones de la oblicuidad de la eclíptica. Este gran matemático publicó obras científicas de primer orden que son verdaderos monumentos de ciencia y de estilo: *Mécanique céleste*, *Théorie analytique des probabilités*, *Essai philosophique des probabilités et Exposition du Système du Monde*.

En esta última obra es en la que formuló su famosa teoría del origen del mundo solar. ¡Grandiosa hipótesis, cuyo conjunto, modificado en partes de detalle por los trabajos modernos, es una explicación racional de la evolución solar y de la organización de nuestro

mundo! «Aun cuando, dice M. Faye (118), el progreso de las observaciones ó los del análisis infinitesimal viniesen á modificar ciertas partes de la teoría, la obra de Laplace continuará siendo una de las más elevadas manifestaciones del humano espíritu».

El fenómeno de las mareas y las Tablas de la Luna, que sirven para la navegación, fueron estudiadas con tanto cuidado por Laplace, que Arago pudo escribir: «La extremada perfección de las Tablas actuales de la Luna da á Laplace el derecho de ser clasificado entre los bienhechores de la humanidad».

La marcha regular de la Luna alrededor de la Tierra es perturbada por la atracción del Sol (problema de los tres cuerpos). Las desigualdades de esta marcha dependen de la distancia del Sol. Laplace dedujo esta distancia (*paralaxe*) (119) del estudio de las desigualdades lunares.

Herschel, con sus *Jauges du ciel*, nos hace ver espacios desconocidos; Laplace, mediante su teoría, nos hace remontar el tiempo y comprender las diversas fases por las cuales ha pasado nuestro mundo antes de tener sus actuales formas.

Laplace tuvo un colaborador abnegado en un sabio calculista, Bouvard (1767-1843), á cuya participación rinde Arago homenaje en su memoria sobre las obras de Laplace.

LEGENBRE (1752-1833), geómetra cuyos *Elementos*, reimpresos muchas veces, han enseñado todavía la geometría á hombres de nuestra generación. Dió un nuevo método para la determinación de la obra de los cometas. Colaboró con Méchain en las medidas del meridiano.

(118) FAYE, *De l'origine du monde*. Paris, 1884, pág. 135.

(119) El paralaxe marca la distancia de un astro á la Tierra.

Si un espectador estuviese en un astro y mirase á la Tierra, el ángulo bajo el cual este espectador vería el diámetro de nuestro globo se llama paralaxe.

FRAUENHOFER (1787-1826). «Optico bávaro, hijo de padres pobres, huérfano á los quince años, pasaba los días trabajando como aprendiz en un taller y las noches instruyéndose en un retiro abierto á todos los vientos. La casucha en que habitaba se derrumbó, y fué cosa de milagro que pudiera ser retirado de los escombros bajo los cuales estaba sepultado. Esta liberación atrajo sobre el pobre niño la atención y el interés general. A fuerza de genio y de paciencia, se colocó á la cabeza de los ópticos más ilustres de Alemania. Como físico, como astrónomo, Fraunhofer sabía mucho y ensanchó los límites de la ciencia; puso como á su gloria acabando el soberbio telescopio de la universidad de Dorplat. Este hombre célebre murió en 1826 á la edad de 39 años» (120).

Fraunhofer descubrió en 1817 los rayos del espectro solar que llevan su nombre. Observó que cada estrella presenta un espectro particular.

El análisis espectral de la luz (espectroscopia) es una de las ciencias que han hecho más en el siglo XIX por el conocimiento del universo. Fraunhofer debe ser considerado como uno de los fundadores de este hermoso método de análisis.

En el siglo XVIII se puede mencionar todavía los nombres de BOCHART DE SARON (1730-1794). Primer presidente del Parlamento en 1789, que se ocupó en el cálculo de las órbitas de los cometas, y ayudó á diversos astrónomos mediante los instrumentos que puso á su disposición. Publicó á sus expensas la *Théorie des mouvements elliptiques* de Laplace.

S. BAILLY (1736-1792), estudió los satélites de Júpiter. Escribió una historia de la astronomía que

comprende tres partes: La astronomía antigua, la astronomía moderna y la astronomía india y oriental.

Al comienzo de este estudio indicamos el error de Bailly que atribuía vastos conocimientos científicos á la remota antigüedad. De un espíritu crítico más afortunado en lo que concernía á las cosas de su época, redactó una notable memoria acerca de las prácticas del mesmerismo. Arago analiza esta memoria en el hermoso elogio de Bailly que pronunció en la Academia de ciencias en 1844.

BUFFON, que trató de la formación de la Tierra y de otras cuestiones referentes á la astronomía.

LAMBERT (1728-1777), nació en Mulhouse, hizo las primeras comparaciones fotométricas (1760). Halló un teorema que lleva su nombre.

CAVENDISH, que determinó en 1798 la densidad de la Tierra por la balanza de torsión.

SIGLO XIX

PIAZZI (1746-1826), nació en Sicilia. El primero de enero de 1801 descubrió Ceres, el primero de los planetas pequeños que circulan entre Marte y Júpiter (121).

(121) PEQUEÑOS PLANETAS. El primer descubrimiento fué hecho el día primero del siglo XIX, por Piazzi; otros tres fueron descubiertos por Olberset Harding en 1802, 1804 y 1807. Después, durante cuarenta años, ningún astrónomo vino á aumentar la nueva familia de los pequeños planetas. Pero á partir de 1845 se sucedieron sin interrupción alguna todos los años los descubrimientos, é Hind, de Gasparis, Lutero, Goldschmidt, Chacornac, C. y F. Peters, Watson y los hermanos Henry encontraron un gran número de ellos.

Es curioso consultar un *Anuario de Longitudes* acerca de este particular, y ver como gradualmente aumentan las series graduales; la razón para los últimos años, es dada por lo demás en una nota del Anuario diciendo: «Desde que Max Wolf tomó la iniciativa de investigar los pequeños planetas por medio de la

OLBERS (1758-1840), nació en Brema. Descubrió Pallas en 1802 y Vesta en 1807. Dió un método rápido para calcular la órbita de los cometas.

Barón de DAMOISEAU (1768-1846). Calculó las Tablas lunares, así como la reaparición del cometa de Biéla en 1822.

HUMBOLDT (1769-1859), nació en Berlín; hizo en 1803 observaciones sobre la luz zodiacal, cuyo reflejo comprobó.

Observó enjambres de estrellas.

MALUS (1775-1812), nació en París. Descubrió la polarización de la luz en 1808 (122).

Francisco ARAGO (1786-1853). Astrónomo y físico. Dió una teoría del centelleo de los astros que refiere al principio de las interferencias. Inauguró estudios sobre la polarización de la luz con un instrumento de su invención, el polariscopio; demostró que la luz natural directamente transmitida no se polariza; que la luz reflejada, al contrario, se polariza.

El Sol no da más que imágenes blancas; su luz no polariza. Los planetas, los cometas, los satélites que no tienen más que una luz reflejada, dan imágenes de diversos colores; su luz polariza.

Arago fué observador muy hábil.

«fotografía (noviembre 1891), aumenta el número de estos astros rapidamente». Como se ve, esta rama de la astronomía progresa casi mecánicamente.

En los últimos años del siglo XIX el nombre de Max Wolf figura en 40 descubrimientos, el de Charlois en 99, el de Palisa en 80. El siglo XIX ha descubierto cerca de 500 planetas.

(122) POLARIZACIÓN. Es una modificación especial de los rayos luminosos, en virtud de la cual, una vez reflejados ó refractados, se hacen incapaces de reflejarse ó retractarse de nuevo en ciertas direcciones. Reflejada sobre un globo negro, la luz se polariza cuando la reflexión se produce bajo un ángulo de 35° 21' con el espejo.

En 1842 hizo votar por el Parlamento la reimpresión de las obras de Laplace. El informe que redactó en aquella ocasión, y que fué publicado en el *Annuaire du Bureau des Longitudes*, es un admirable análisis de las obras del gran matemático.

Aquella memoria es un resumen de la obra de Laplace hecho por un gran sabio. Comprende igualmente un enunciado analítico de las obras de Clairaut, D'Alembert y Lagrange, y es, en el género de la vulgarización, una pequeña obra maestra.

Principales obras: *Astronomie populaire*, 4 volúmenes, un notable estudio sobre Bailly en las memorias del Instituto. Numerosas noticias científicas en el *Annuaire du Bureau des Longitudes*.

SCHROETER (1745-1816), nació en Prusia. Observó el aplastamiento de Marte. En 1805 midió la rotación de Mercurio. En 1808 logró medir el espesor del anillo de Saturno.

SAVARY (1797-1841), nació en París. En 1828 descubre que los movimientos en las estrellas dobles se ejecutan con arreglo á las leyes de la gravitación. Fué quien calculó la primera órbita de estrellas dobles, la de ξ de la Osa Mayor.

John HERSCHEL (1792-1871). Digno continuador de su padre; concibió la idea de la relación que existe entre los rayos del espectro solar y la naturaleza de los cuerpos luminosos.

En 1825 comenzó una revisión más completa de las nebulosas. Pasó varios años en el Cabo de Buena Esperanza, donde hizo numerosas observaciones.

ENCKE (1791-1865), nació en Hamburgo. Estudió un cometa periódico descubierto por varios astrónomos en diferentes épocas y en 1818 por Pons, de Marsella.

«Encke emprendió desde aquella época sus profundas investigaciones sobre aquel cometa y pronto llegó á este inesperado resultado: que las leyes de Newton no bastaban para explicar el movimiento del cometa y que era preciso admitir un aceleramiento continuo del movimiento medio diurno, aceleramiento que atribuyó á la acción de un medio resistente.

»Con el general asentimiento de los astrónomos, este cometa en que se ocupó hasta su muerte, y que no quiso jamás llamar de otra manera que planeta de Pons, lleva el nombre de Encke, propuesto por el barón de Zach.»

POISSON (1781-1840), matemático y astrónomo, publicó cálculos sobre la estabilidad del sistema solar (1808) y sobre la desviación de los graves ó cuerpos pesados (1836).

F. G. N. STRUVE (1793-1864), nació en Rusia. Director del Observatorio de Pulkova, cerca de San Petersburgo, practicó en 1822 una investigación sistemática de las estrellas, determinando varias de ellas, publicó en 1837 el estudio más grande acerca de las estrellas múltiples, catalogó 3,057 estrellas dobles, y estuvo encargado en 1853 de reunir los trabajos sobre la medida del meridiano.

LINDENAU, intentó en 1809 la primera medida de un paralaxe por la comparación micrométrica de una estrella con sus vecinas.

BESSEL (1784-1846), sabio alemán, prosiguió en 1836 el cálculo de las dimensiones de nuestro globo. Anunció la existencia de un planeta más allá de Urano.

Examinando las irregularidades que ofrecía el movimiento de Sirio, creyó se las podía explicar por la

presencia de un satélite que gravitaba alrededor de esta hermosa estrella. Y en efecto, este satélite fué descubierto en 1862 por M. Alvan Clark.

Durante ocho años el ilustre astrónomo consagró su genio y su admirable talento de observación á la determinación de zonas de estrellas.

Bessel llamó la atención acerca de las protuberancias del Sol; determinó la distancia de la 61.^a del Cisne; fué, pues, el primero en medir la distancia de una estrella, y demostró que la rápida extensión de las colas de los cometas exige una fuerza distinta de la gravitación y que le es opuesta.

ARGELANDER (1799-1875), nació en Prusia; determinó en 1835 la dirección del sistema solar en el espacio, según los movimientos propios de las estrellas; hizo observaciones de la luz zodiacal y de las estrellas variables.

QUETELET se ocupó de las estrellas erráticas cuya periodicidad señaló para el grupo del mes de agosto. Para contribuir á la vulgarización de la astronomía, publicó una obra bajo el título *Eléments d'astronomie* en 1847.

HENCKE (1793-1866), descubrió Astrea el 8 de diciembre de 1845, lo que de nuevo llamó la atención sobre los pequeños planetas de los que desde hacía 38 años nadie parecía ocuparse.

MÆDLER (1794-1874), nació en Berlín en 1842; midió el aplastamiento de Urano.

M. BEER Y MÆDLER, muerto en 1872, formaron en 1837 el primer mapa de la Luna fundado en un conjunto de medidas micrométricas, etc.

LAUGIER, muerto en 1872, hizo largas observaciones y llamó la atención sobre el movimiento propio de las manchas solares (1841) y de las nebulosas (1846).

Después de Laugier, Carrington, astrónomo inglés, prosiguió el estudio metódico de las manchas solares, y durante ocho años hizo más de 5,000 observaciones que fueron publicadas por él en 1863.

AIRY (1801-1892), director del observatorio de Greenwich, imaginó el altazimut para las observaciones de la Luna fuera del meridiano.

LE VERRIER (1811-1877), astrónomo y matemático, calculó que la masa de todos los pequeños planetas entre Marte y Júpiter no puede exceder del *cuarto* de la masa de la Tierra.

Estudió las estrellas erráticas; investigando la causa de las perturbaciones sufridas por Urano, fué conducido á descubrir por el cálculo la existencia del planeta Neptuno, que fué visto por primera vez el 23 de septiembre de 1546 por Gall, de Berlín.

En la misma época, un joven geómetra, Adams, daba nociones del planeta perturbador de la marcha de Urano.

Lord ROSSE, muerto en 1867 en Holanda, señaló en 1846 el tipo de las nebulosas en espiral. El gran telescopio por él construído en Parsonstown (Irlanda) permitió importantes observaciones.

FIZEAU, muerto en 1906, practicó la primera medida mecánica de la velocidad de la luz. Indicó que podemos servirnos del cambio de lugar de los rayos del espectro de una estrella para determinar si se aleja de la Tierra ó se aproxima á ella.

LASSEL (1799-1880), descubrió en 1851 el tercero y el cuarto satélite de Urano, y en 1846 el satélite de Neptuno.

G. P. BOND (1865), director del Observatorio de Cambridge (Massachussetts), observó con su hermano el cometa de Donati (1858); estudió los anillos de Saturno, y descubrió en ellos el séptimo satélite de 1848. Consiguió ver el planeta á través de sus anillos.

D'ARREST (1822-1875), del Observatorio de Copenhague, anunció en 1861 la desaparición de una nebulosa descubierta por Hind, en 1851, en la constelación del Toro; fué vista de nuevo por Struve en 1862: era variable. Es un hecho muy importante desde el punto de vista de la teoría de la evolución de los mundos.

BIOT (1774-1862), publicó hacia 1860 investigaciones sobre las refracciones atmosféricas; hizo un estudio de los aerolitos.

FOUCAULT (1819-1868), físico y astrónomo, se ocupó en medir la velocidad de la luz, que fijó en poco menos de 70,000 leguas por segundo, y calculó el paralaxe solar con arreglo á dicha velocidad.

Realizó la demostración experimental de la rotación de la Tierra mediante una bola suspendida de un hilo metálico sujeto á la bóveda del Panteón (1851). Estudió el perfeccionamiento de los instrumentos astronómicos.

KIRCHHOFF y BUNSEN hicieron, en 1860, del análisis de la luz por el espectroscopio una verdadera ciencia, que es hoy uno de los medios más poderosos de que dispone el hombre para conocer la naturaleza.

«La espectroscopia astronómica está en sus comienzos; ya en pocos años, en manos de observadores llenos de talento y de celo, ha producido maravillosos resultados. Su incesante labor prepara la solución de los problemas más atrevidos que sea dado plantear al hombre acerca de la constitución física y química del universo. Creo que se puede decir sin exageración que el descubrimiento del análisis espectral y el de la termodinámica, han renovado completamente la ciencia y que, por su influencia sobre la filosofía natural, tienen en el siglo XIX una importancia no menos grande que la de los descubrimientos de Newton y de Képler en el siglo XVII» (123).

M. Janssen, hablando de este gran descubrimiento, dice: «Remontemos al momento en que los descubrimientos de Kirchhoff y de Bunsen viene á llenar de admiración y en cierto modo de estupor al mundo científico. La atmósfera solar es analizada y este análisis, realizado á 37 millones de leguas, pone en cierto modo á la química en posesión de los cielos» (124).

CHACORNAC formó un atlas eclíptico, gracias al cual hizo varios descubrimientos de pequeños planetas; observó una nebulosa que desapareció de 1853 á 1862, hecho importante para la teoría de la evolución de los mundos.

SECCHI (1818-1878), director del Observatorio romano, estudió el Sol y las estrellas en lo referente á su composición.

Fué un sagaz y notable observador y un verdadero sabio que se mantuvo siempre independiente del espíritu de los jesuítas, cuyo hábito vestía.

(123) A. CAZIN, *La Spectroscopie*. Paris, 1878, pág. 146.

(124) JANSEN, «*Un observatoire au Mont-Blanch*». Academia de Ciencias. 19 diciembre 1892, pág. 7.

Obras: *Le Soleil, Les Etoiles*, 2 volúmenes; *De l'unité des forces physiques*.

Carlos DELAUNAY (1816-1872), muerto el 5 de agosto de 1872 víctima de un accidente en la rada de Cherburgo, consagró catorce años de su vida á hacer un nuevo examen de los movimientos de la Luna.

«Para dar una idea de la tentativa de Delaunay, puede decirse que deja muy detrás de ella las grandes tentativas industriales de nuestro siglo, por ejemplo, la apertura del istmo de Suez. Esta última obra, resultante inevitable de un número determinado de millones, susceptible de ser llevada á buen fin por todos los ingenieros dignos de tal nombre, no exigía ni la audacia de concepción, ni la indomable tenacidad, ni sobre todo el vigor intelectual que eran necesarios para abordar el problema de Delaunay» (125).

La Oficina de las Longitudes, que se preocupa por continuar esta obra gigantesca, pidió en 1902 un crédito para ello. Delaunay publicó su primer volumen en 1860, el segundo en 1867; en cuanto al tercero, quedó sin terminar á causa de la muerte del autor.

No por esto la obra es menos respetable, y nos formaremos una idea de ello sabiendo que en el primer volumen una sola fórmula algebraica ocupa ¡138 páginas en octavo!

«La teoría de la Luna, de Delaunay, es la obra de una virilidad científica elevada á la más alta potencia de su siglo» (126).

YVON VILLARCEAU (1813-1883), que hizo realizar grandes progresos al estudio de las estrellas dobles.

(125) AMIGUES, «*A travers le Ciel*».

(126) FAYE, *Annuaire du Bureau des longitudes*, 1873,

FAYE (1814-1902), hizo estudios relativamente á los cometas; descubrió el que llevaba su nombre; publicó un importante estudio sobre este asunto en el *Annuaire du Bureau des Longitudes* para 1883.

En el mismo compendio publicó otras diversas noticias: las referentes á la constitución física del Sol en 1873 y 1874 son las más interesantes.

No siempre supo este sabio astrónomo separar como conviene la ciencia y la creencia; así, estaba inclinado á intercalar en sus estudios, con los que nada tienen que ver, declaraciones de un fervoroso espiritualismo.

Su obra sobre el origen del mundo es tanto, si no más, una obra de combate en pro del espiritualismo, que una obra de ciencia.

AUWERS, nació en 1838 en Gotinga; mostró gran afición por la astronomía estelar.

Estudió el satélite de Sirio y descubrió el de Procyón.

JANSSEN, nació en 1824. Se le debe el descubrimiento de las rayas telúricas, es decir, producidas por la atmósfera terrestre en el espectro solar. Este descubrimiento facilita el estudio de la cuestión de las atmósferas planetarias.

Estudió la constitución del Sol y halló el medio de examinar las protuberancias solares en todo tiempo; antes de ser conocido este procedimiento, no era posible observar ese fenómeno más que mientras duraban los eclipses. Lockyer, astrónomo inglés, formuló la teoría de este procedimiento, al propio tiempo que Janssen hacía ver prácticamente su posibilidad, desconociendo cada uno los trabajos del otro.

M. Janssen creó el revólver fotográfico para la observación del paso de Venus sobre el Sol en 1874. El principio de este aparato es uno de los puntos de partida del cinematógrafo,

Director del Observatorio de Meudon, á la creación del cual, así como á la del Mont-Blanc, contribuyó, este eminente sabio es tan profundo filósofo como ingenioso astrónomo. En la sesión anual de las cinco academias, en 1887, pronunció un discurso sobre la evolución de los mundos bajo el título de «La edad de las estrellas».

Sentó en él que la ley de la evolución que rige las transformaciones de los seres extiende su imperio á las modificaciones que sufren los astros en la duración de los tiempos. Es aquella una de las páginas más hermosas entre todas las escritas por los sabios contemporáneos. Aquel discurso constituye un progreso, ó cuando menos señala una época, en el conocimiento del universo.

WOLF, nació en 1827, en Francia, estudió el análisis espectral de las estrellas y de los cometas. Escribió una notable obra sobre las hipótesis cosmogónicas, que comprende principalmente la traducción de la teoría de Kant sobre el origen del mundo, y un análisis crítico de la obra de Fayer acerca del mismo asunto.

Wolf introdujo perfeccionamientos en los métodos de observación.

SCHIAPARELLI nació en 1835 en Piamonte; estudió las estrellas erráticas y la relación que existe entre esos meteoros y los cometas.

Observó largamente Mercurio y Venus y dedujo de su observación que la rotación de estos planetas es igual á la de su evolución alrededor del Sol. Por esta causa el *Annuaire du Bureau des Longitudes*, que en otro tiempo señalaba veinticuatro horas para la rotación de Mercurio, indica desde hace algunos años 88 días (127).

(127) Alguien puede sentirse inclinado por este hecho y otros semejantes á criticar los hechos adquiridos, sin pensar que de que tal ó cual hecho haya sido

Las 23 h. 21 m. de la rotación de Venus son reemplazadas por una duración de 225 días.

El eminente astrónomo italiano determinó 11,000 medidas de estrellas dobles. Hizo un estudio muy particular de Marte y publicó trabajos que le hacen autoridad en esta materia.

Descubrió los canales de Marte.

Asaph HALL, nació en América. Descubrió los dos satélites de Marte en 1877.

BARNARD (Estados Unidos), descubrió el quinto satélite de Júpiter el 9 de septiembre de 1892, y descubrió un noveno de Saturno; un cometa lleva su nombre.

Almirante MOUCHEZ, muerto en París en 1898. Indudablemente una de las más grandes empresas astronómicas de todos los tiempos y cuya iniciativa corresponde en gran parte á este astrónomo, es la que intentaba en los últimos años del siglo XIX. Propuso se confeccionara la carta fotográfica del cielo, comprensiva de todas las estrellas hasta la 14.^a magnitud; lo que debe representar treinta millones de estrellas.

Esta empresa no ha podido ser intentada sino en nuestra época, pues se requería la posesión de los medios científicos modernos y el concurso de casi todos los pueblos civilizados para llevarla á feliz término. Diez y ocho observatorios, provistos de aparatos establecidos sobre los mismos datos, se unieron para esta obra, que se puede calificar de gigantesca sin riesgo de ser tacha-

indicado de una manera errónea con arreglo á trabajos antiguos, no se sigue que todos los hechos sean contestables, y como ha dicho muy bien A. Maury, «la ciencia no es una metafísica que razona sobre datos inaccesibles á nuestros sentidos; no se compone más que de hechos. Puede, sin duda, cometer errores, y los comete todos los días, pero esos errores dependen de informaciones incompletas, y bien pronto acaban por ser rectificadas».

do de exageración. «Este inventario de la esfera celeste, que debe comprender 22,024 hojas, permitirá profundizar mejor la estructura general del universo sideral. Proporcionará preciosos informes sobre la aparición y desaparición de los astros, sus variaciones de resplandor y sobre su movimiento de conjunto en ciertas regiones del espacio» (128).

Este mismo sabio, que presidió la reunión internacional de 1900, subraya, en el siguiente pasaje, el elevado alcance de la empresa con relación á la humanidad:

«Entre todos los trabajadores intelectuales, nos atrevemos á afirmarlo, los astrónomos pueden reivindicar la gloria de haber sido los primeros en llevar á los pueblos á darse la mano por encima de las fronteras, á distribuirse metódicamente tareas que serían demasiado extensas para la duración de una existencia humana ó las fuerzas de una nación sola. Es un privilegio de su ciencia, debido sin duda á la naturaleza y á la magnitud de los problemas que plantea, el conducir á los hombres á unirse para la persecución de un ideal común, no solamente por un arranque momentáneo de entusiasmo, si que también por un acuerdo reflexivo y prolongado.»

ROBERT-MAYER (1814-1878), nació en Alemania. Es autor de la teoría de la conservación de la energía. Imaginaba que la radiación solar estaba sostenida por la *transformación en calor del movimiento* de los aerolitos que caen incesantemente en su superficie. El inglés Joule formuló igualmente hacia la misma época (1849) el principio de la conservación de la energía.

La importancia de este descubrimiento está notablemente expuesta por el doctor L. Büchner en su obra *Luz y Vida*, cuya primera y segunda parte interesan

(128) LÆVY, «*Annuaire du Bureau des longitudes*», 1901 Noticia C., pág. 3.

particularmente á nuestro asunto, pues llevan por título: *El Sol en sus relaciones con la vida* y *La circulación de las fuerzas y el fin del mundo*.

Desde el punto de vista de las teorías cosmogónicas, el descubrimiento de la conservación de la energía es uno de los mayores progresos del siglo XIX, tan fértil, no obstante, en conquistas sobre lo desconocido. Desde el punto de vista filosófico, su valor no es menor, pues constituye una brillante confirmación de las concepciones materialistas del mundo.

Como no escribimos una biografía de los astrónomos, debemos ceñirnos á la indicación de los hechos culminantes. ¿Pero cómo no mencionar todavía el siglo XIX?

J. BERTRAND, que estudió el movimiento de la Luna, y se ocupó en los cálculos para la determinación de las órbitas de los planetas.

TISSERAND (1845-1896), que reunió sus trabajos personales en su *Tratado de mecánica celeste* (2 volúmenes), desarrollo del curso explicado en la Facultad de Ciencias.

BIGOURDAN, que descubrió un pequeño planeta (núm. 390) y midió un número muy crecido de nebulosas.

RADAU, que publicó muy notables estudios astronómicos.

Isaac ROBERTS, que es autor de un estudio metódico de las nebulosas y de sus variaciones mediante numerosos detalles fotográficos.

W. HUGGINS, uno de los primeros que aplicó el espectroscopio á los estudios estelares,

MM. LÉWY, POINCARÉ, PUISEUX y muchos otros sabios que contribuyen con sus trabajos al progreso de la astronomía.

WITT, de Berlín, que descubrió, el 13 de agosto de 1898. en el Observatorio Urania, un pequeño planeta telescópico que lleva el núm. 483, y al cual se ha dado el nombre de Hero. Este planeta es el más próximo á la Tierra.

Este asteroide tiene una órbita muy excéntrica y se encuentra colocado en ciertos momentos entre Marte y la Tierra, cuando los otros pequeños planetas se encuentran en una zona comprendida entre Marte y Júpiter.

El estudio de Hero ofrece el mayor interés á causa de su situación entre Marte y la Tierra, lo que permite nuevas y más precisas investigaciones del paralaxe solar.

TEORIAS COSMOGÓNICAS

CONTEMPORANEAS

Habiendo analizado varias de estas teorías en la *Evolución de los mundos*, nos contentaremos con recordar que Kant, Buffon, Laplace, Herschel, Faye y Wolf se han ocupado en cosmogonía y que sus teorías, aun aquellas que tomaban una entidad «divina» por punto de partida, han contribuído á la vulgarización de una concepción mecánica del universo.

Réstanos indicar un cierto número de trabajos que tratan del *conocimiento científico de los orígenes del mundo*.

A. GUYNEMER, en la introducción de su *Diccionario de Astronomía*, opina que una condensación

de una región de la Vía láctea formó una nebulosa animada de una velocidad progresiva; las moléculas flúidas han debido dirigirse y elevarse más marcadamente hacia el ecuador del eje de rotación. Las partes, oblicuamente elevadas, han podido separarse de la masa principal para formar los grandes planetas. Prosiguiendo la nebulosa su condensación y su concentración, hanse producido en diferentes distancias análogos levantamientos, dando origen á otros planetas.

J. B. RAMES, eminente geólogo, publicó en 1869 su libro titulado *La création d'après la géologie et la philosophie naturelle*, en el cual consagra una extensa introducción al estudio de la evolución de los mundos. Presenta el éter, «fuente inagotable de toda substancia», como el elemento generador de las nebulosas. Los átomos del éter se transforman en una materia gaseosa excesivamente sutil, que se reúne en nubes difusas; esta materia difusa va condensándose siempre; los átomos se trasladan hacia los puntos más densos; se producen desgarramientos y cada jirón vaporoso que de ellos resulta es el primer esbozo de una nebulosa... Las condensaciones y la atracción de los centros primeramente formados, dan lugar á una rotación; acelerándose el movimiento la intensidad de la fuerza centrífuga crece también. Se opera un desgarr circular y se desprenden de una masa bajo forma de anillo colosal, el cual, con el tiempo, dará origen á un planeta.

El trabajo de J. B. Rames no se recomienda ni más ni menos que otro por las explicaciones mecánicas que da del mundo. Pero las ochenta páginas que consagra á la introducción son dignas de ser leídas por la elevación de los puntos de vista filosóficos que el autor ha sembrado en ellas, y porque constituyen un verdadero poema, escrito en un lenguaje vibrante de entusiasmo que no puede sino originar en el lector las nobles emo-

ciones que da siempre la comprensión de los grandes fenómenos del universo. Páginas de esa naturaleza contribuyen al progreso de la astronomía, pues inspiran amor hacia esta ciencia.

ROCHE, profesor en Montpellier, que extendió la ley de Bode á los satélites de los planetas, publicó importantes estudios sobre *La constitution du système solaire* y sobre el *origen* de este mismo sistema. M. Wolf analizó extensamente las teorías de Roche en su hermosa obra sobre las teorías cosmogónicas, así como los trabajos del astrónomo inglés Rames.

G. H. DARWIN, que se entregó á estudios de física cósmica de un valor positivo.

Es cierto que estos dos últimos sabios aportaron una contribución seria á la explicación mecánica de la formación de nuestro sistema solar.

CLEMENCIA ROYER, muerta en 1902. Filósofa cuya gran obra *La Constitution du monde* merece un serio estudio. Ella ha resumido sus ideas en un interesante pequeño volumen titulado *Histoire du ciel* (129). Para ella, el estado de nebulosa sería el estado final de los soles y no su estado inicial. Los mundos, en vez de perecer por el frío, con lo que nos amenazan nuestros mecánicos, estarían todos destinados á un incendio último, como creían los estoicos. Las nebulosas serían viejos mundos reducidos á polvo, que en el infinito del espacio y la eternidad del tiempo preparan los materiales de los mundos venideros».

DU LIGONDÈS es el autor de una obra intitulada *Formation mécanique du système du monde*.

La teoría de este autor parte de un jirón caótico tornándose esférico con precipitación de materia hacia el centro, lo que da densidades diferentes. Se producen en la masa tropiezos, choques que regularizan el movimiento. El trabajo mecánico origina con el tiempo la formación de anillos que dan origen á los planetas.

Hemos mencionado estas diferentes teorías porque constituyen una contribución á la explicación mecánica de los mundos; explicación que, aun dada su imperfección actual, constituye un incomparable progreso sobre las antiguas concepciones que no dependían sino de la metafísica.

Opinamos que ninguna de estas teorías responde enteramente á la realidad, aunque varios puntos de ellas sean ciertamente exactos. El porvenir dará una explicación realmente científica de este gran problema: pero será necesario para ello que la humanidad haya adquirido el conocimiento de las transformaciones últimas de la materia y del éter y de sus relaciones con la energía. La física es la que parece llamada á resolver la cuestión.

LOS VULGARIZADORES DE LA ASTRONOMIA

Al terminar este estudio sobre los principales progresos de la astronomía, no debemos olvidar que vulgarizar las conquistas de la ciencia es una misión social de la más alta importancia. Los progresos de la ciencia son obra de una aristocracia de pensadores, pero el conocimiento de estos hechos pertenece á todos los hombres. Ahora bien, la verdadera vulgarización es una obra, un progreso, podemos decir, de nuestra época.

En el siglo XVIII, Diequemare publica (en 1771) una obra intitulada *La connaissance de l'astronomie rendue aisée et mise à la portée de tout le monde*, pequeña obra de 158 páginas con 26 planchas en talla dulce.

Lalande dió, en 1795, un *Abrégé d'Astronomie* de 417 páginas. Pero estas obras, no obstante su título, no podían ser leídas más que por personas que poseyeran una suma de conocimientos superior al nivel medio. Lo mismo ocurre con las obras elementales impresas en la primera mitad del siglo XIX. Una traducción de un tratado de astronomía de John Herschel, hijo, por Peyrot, en 1834, bien que presentada como una obra de vulgarización, exigía el conocimiento, cuando menos elemental, de la astronomía, para ser comprendido.

No hay libro, hasta una obrita de 180 páginas, de Lalande, titulada *Astronomie des dames*, que no sea una desgraciada tentativa de vulgarización; entre diez y siete capítulos, señalamos: La medida de los ángulos.—Ecuación del tiempo.—Del flujo y del reflujo del mar.—En fin, el capítulo XVII: explicación de las fábulas.

En 1854 apareció la *Astronomie populaire* de F. Arago en 4 volúmenes comprendiendo 2,600 páginas. Es una obra importante que debe poseer todo astrónomo aficionado. Era un camino real hacia la vulgarización de la astronomía, pero sin embargo, el tecnicismo científico ocupa en ella demasiado lugar y la obra no ha contribuído ciertamente á difundir en la masa del público el conocimiento del universo tanto como el autor esperaba, según su título.

Hay que llegar hasta 1864, época en que Amadeo Guillemin publicó su obra *Le Ciel*, para encontrar una publicación que daba muchos grabados acerca de las cuestiones tratadas, dejando cuidadosamente de lado

toda apariencia de fórmulas matemáticas. El método de exposición está igualmente dispuesto para ser fácilmente comprendido por los lectores no sabios. Finalmente, el autor no se ha inspirado más que en los principios de la filosofía científica cuando ha creído deber añadir una observación de orden moral á la descripción de los hechos.

El mismo autor ha transformado su obra y la ha vuelto á editar en 1877 con 967 páginas de gran tamaño y más de 400 grabados, pero si la ilustración de este volumen hace de él una hermosa obra de astronomía popular, su precio (unos treinta francos), la hace inabordable á la mayoría del público. Es cierto que Guillemin, para obviar este inconveniente, hizo publicar los principales capítulos en ediciones especiales y á bajo precio: *El Sol, La Luna, Los Cometas*, etc. Pero aun admirando mucho esta notable tentativa, estimamos que hay que perfeccionar todavía este género de obras para hacer una buena vulgarización científica y práctica.

Un astrónomo cuyo nombre es muy popular, M. Camilo Flammarion, publicó en 1880 un volumen de vulgarización: *Astronomie populaire, description générale du ciel*, con numerosas ilustraciones, que fué seguido en 1882 de otra obra: *Les étoiles et les curiosités du ciel*. Pero su precio elevado (24 francos) no permite que esté al alcance de todos tanto como sería necesario. Por otra parte, si los hechos científicos están presentados con método, y frecuentemente con un talento de exposición de los más notables—la descripción de la nebulosa de los Lebreles, entre otras, es una página literaria de las más cautivadoras,—es desgraciadamente necesario hacer reservas sobre las consideraciones filosóficas de que el autor cree deber acompañar ciertos capítulos. Cabe preguntarse por qué vulgarizadores que ponen tanto cuidado en enunciar hechos erróneos

en sus obras, con tanta frecuencia se sienten inclinados á formular en ellas proposiciones filosóficas que sólo dependen de la antigua metafísica. Ciertamente las ideas espiritualistas, por no decir más, de este vulgarizador, han perjudicado mucho al alcance social de su propaganda.

Una de las obras más interesantes desde el punto de vista del aumento de los conocimientos astronómicos, y cuya fundación es debida en parte á la actividad de Camilo Flammarión, es la creación, en 1887, de la Sociedad astronómica de Francia. Es acaso permitido lamentar que dicha sociedad encamine los esfuerzos de sus miembros á hacer una obra, sin duda muy útil, pero que no les inclina bastante á la simple vulgarización. Ciertamente es admirable el papel de descubridor, y se comprende que todos los que pueden observar tiendan á querer unir su nombre á un descubrimiento, pero colocándonos en el punto de vista de la educación popular, estimamos que la tarea más útil de una sociedad de los amigos de Urania sería la de vulgarizar los hechos por la ciencia conquistados. Fácil es darse cuenta del servicio que prestarían los hombres que tienen los conocimientos necesarios en astronomía, si llevasen á las numerosas sociedades de enseñanza, á las universidades y á las bibliotecas populares el conocimiento de las maravillas del universo. Democratizar las adquisiciones de la ciencia es un deber social urgente y conexo á la investigación de los nuevos hechos científicos. Sea como fuere, debemos ver en la creación de las sociedades populares de astronomía un verdadero progreso. Progreso que no hará sino desarrollarse, pues se puede entrever una época en que todo gran centro poseerá la suya. Este pensamiento no es una utopía ni un deseo tomado por realidad. Es evidente que los hombres que se desprenden más y más de las engañosas entidades metafísicas buscarán bien pronto una compensación á las quimeras

que proporcionan, en los conceptos que la más grande de las ciencias puede procurar á los que quieran estudiarla. Los estudios de los incomparables fenómenos astronómicos, aun reducidos á los elementos generales, hacen asistir á la transformación de los mundos, y nada es más susceptible de dar á cada cual aspiraciones hacia un admirable ideal, y en todo caso, de provocar emociones profundas que hacen mejor el hombre.

Un vulgarizador, cuyas ideas de filosofía científica aprobamos, pues jamás ha hecho intervenir ni un Dios ni un Espíritu místico en su enseñanza y sus escritos, fué José Vinot.

El contribuyó, durante el último tercio del siglo XIX, á difundir los conocimientos astronómicos. Durante mucho tiempo explicó un curso de astronomía popular. Fundó una revista, *Le Journal du ciel*, en la que indicaba los fenómenos observables durante la quincena. Mapas celestes muy bien entendidos permitían á los lectores seguir los movimientos de los astros. Los abonados á la revista dirigían sus observaciones al redactor, y cambiaban entre sí los libros de una biblioteca circulante.

Otro vulgarizador de los conocimientos astronómicos que un momento fué alentado por los poderes públicos, León Jaubert, había logrado, después de la Exposición de 1878, instalar un Observatorio popular en una de las torres del Trocadero, y había organizado series de conferencias muy interesantes sobre astronomía.

La obra de Jaubert se extendió; una sociedad creó, bajo su dirección, el Instituto popular del progreso, en el que fueron exploradas todas las ramas del humano saber (130).

(130) En el programa de 1892 encontramos el cuadro de las diversas ciencias naturales en el orden que, para nosotros, constituye el método racional de estudio de las ciencias: astronomía, geología, biología, antropología, sociología y psicología.

¿El abnegado vulgarizador no fué secundado como merecía serlo ó la obra era demasiado vasta? El caso es que el Observatorio y sus conferencias desaparecieron después de períodos de mal éxito.

Nosotros mismos, por lo demás, como algunos de nuestros colegas de la Asociación politécnica, hemos explicado, hace veinte años, un curso de astronomía popular y conservamos la convicción de que el público se interesa muy particularmente por esta rama de los conocimientos humanos, y que si se quisiera vulgarizar su enseñanza, no serían oyentes lo que faltarían.

Cierto es que un día los conocimientos generales del universo estarán tan extendidos como los de la historia ó los de la geografía. Hasta se puede decir que estos conocimientos son socialmente tan útiles como los otros conocimientos clásicos; hoy, el hombre normal no cree ya en los mitos de las viejas religiones; debe, pues, adquirir una noción de las realidades del universo, pues todo se deduce del punto de partida.

Es ya tiempo de penetrarse de esta verdad profunda: «El universo no se inventa, se estudia».

FIN

BIBLIOGRAFÍA

A travers le ciel, mélanges astronomiques.—AMIGUES.—Es esta obrita en extremo interesante. Trata especialmente de la mecánica celeste que presenta bajo una forma fácilmente comprensible.

Annuaire de l'Observatoire Royal de Bruxelles (1877).—Contiene una «tabla cronológica de los descubrimientos astronómicos» dividida en tres partes, observaciones, métodos, instrumentos. Dicha tabla es preciosa por las numerosas fuentes que indica.

L'Astronomie au XIX siècle, tableau des progrès de cette science depuis l'antiquité jusqu'à nos jours.—Es una buena historia de la astronomía que alcanza hasta 1864.

Bien que el autor sea espiritualista, formula excelentes pensamientos acerca del espacio, del tiempo y la materia. Su libro puede leerse con fruto.

Lumière et vie.—LOUIS BÜCHNER.—En la segunda parte de esta excelente obra de filosofía, bajo el título de «La circulación de las fuerzas y el fin del mundo», trata el autor de la transformación de los mundos con muy acertado criterio científico y con claridad suma. De «Luz y Vida» hay en español una traducción muy recomendable.

La Spectroscopie.—CAZIN.—Es un libro muy intere-

sante en que están relacionados con claridad y método los adelantos y descubrimientos realizados por la espectroscopia.

La Constitution de l'univers.—DELAUNAY.—En forma compendiada, pero al alcance de todas las inteligencias, contiene este librito de la «Bibliothèque utile» muy interesantes noticias acerca de la ciencia astronómica.

Astronomie populaire, description des ciel.—Les Etoiles et les curiosités du ciel.—C. FLAMMARION.—Son dos libros amenablemente escritos, como de su autor, que debe leer todo aficionado á los estudios astronómicos.

Escritos, prescindiendo en lo posible, del empaque científico, se recomiendan como obras de vulgarización.

Le Ciel, notions d'astronomie à l'usage des gens du monde et de la jeunesse.—A. GUILLEMIN.—Es sin disputa, una de las más notables obras de vulgarización científica. Está bien escrita, bien documentada, y no afirma más que los hechos comprobados. El libro va precedido de un prefacio que es una hermosísima página de filosofía científica.

Autres mondes es otro libro del mismo autor, que podría intitularse: Boceto de filosofía astronómica.

El primer capítulo titulado: «El infinito en el tiempo y en el espacio» es un acabado estudio de la enmarañada cuestión filosófica.

Los demás capítulos, «Sirio», «Hércules», «El movimiento en el universo», «Otra vía láctea», «La edad de las estrellas», etc., son todos muy notables é instructivos, y se relacionan grandemente con la evolución de los mundos.

Dictionnaire d'astronomie à l'usage des gens du monde, d'après W. et J. Herschel, Laplace, Arago, Humboldt, Francœur, Michel et autres savants français et étrangers.—A. DE GUYNEMER.—Es una obra elemental que contiene muy interesantes datos acerca de

los asuntos astronómicos. Su autor, un excelente vulgarizador, realizó cumplidamente en su Diccionario la obra que al publicarlo se proponía, ó sea la extensión de los conocimientos astronómicos.

De esta obra hay una traducción española.

Les Enigmes de l'Univers.—E. HÆCKEL.—Es un magnífico libro en el que su ilustre autor desde el punto de vista de sus ideas monistas trata, entre otros, el problema de la evolución de los mundos.

Histoire de l'Astronomie depuis ses origènes jusqu'à nos jours.—HÆFER.—Es un excelente libro; notable por la elevación é independencia de su espíritu filosófico, la justeza de sus observaciones y la claridad de su método de exposición.

La «Historia de la Astronomía, etc.», comprende: los orígenes de la Astronomía, la astronomía antigua, la astronomía griega, la astronomía romana, la astronomía árabe y occidental; la astronomía moderna desde Kopérnico hasta Newton, los progresos de la astronomía en el siglo XVIII hasta nuestros días, nuestro mundo, los mundos y los universos.

Vade-mecum de l'Astronomie.—J. C. HOUZEAU.—En las 1144 páginas que este libro contiene se encontrará todos los informes bibliográficos acerca de la Astronomía desde los tiempos antiguos hasta 1882.

La Création d'après la géologie et la philosophie naturelle.—J. B. ROYER.—Son notables las páginas que su autor consagra al estudio de la evolución de los mundos por la elevación de los puntos de vista y el espíritu altamente científico en que se inspiran.

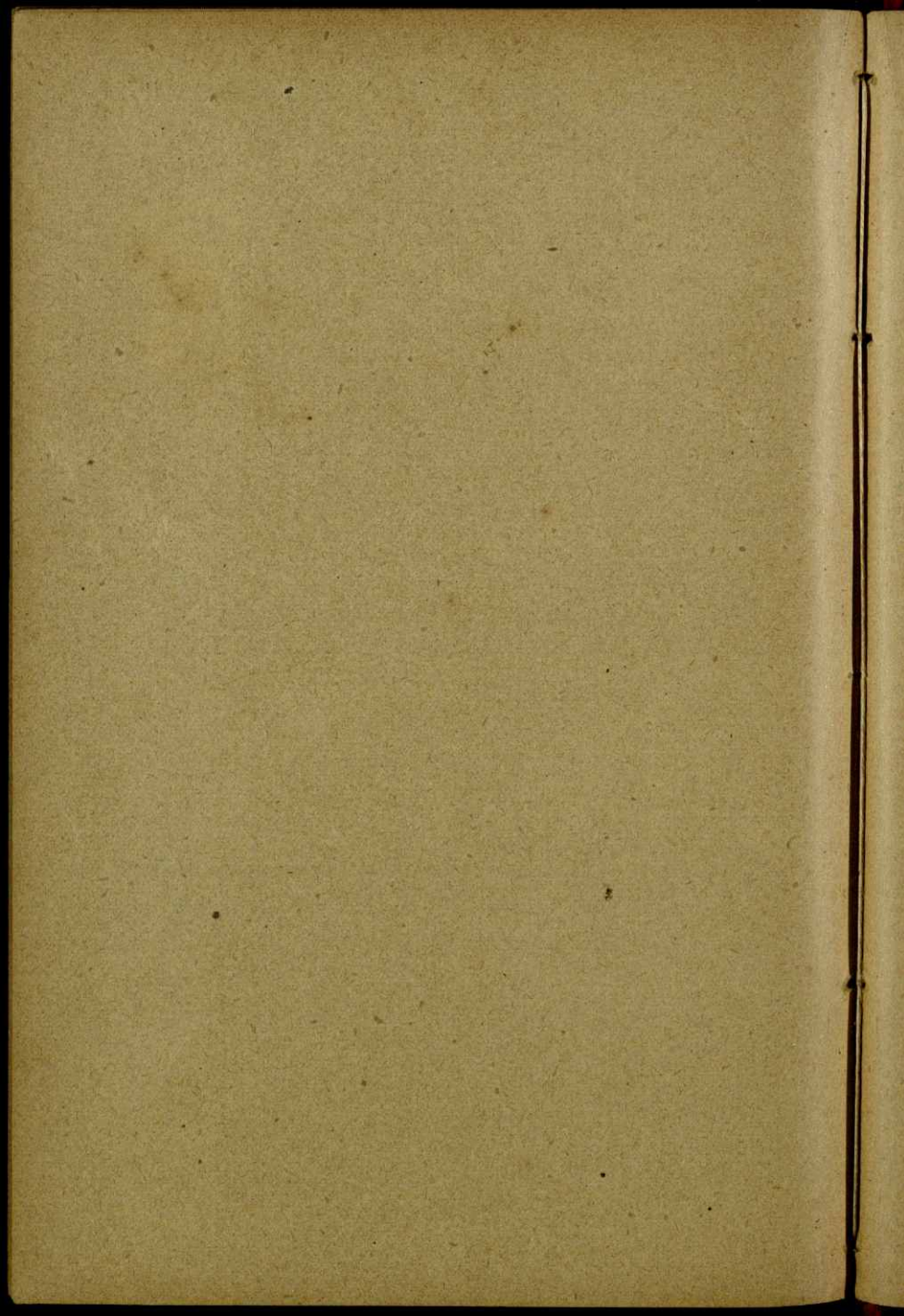


TABLA DE MATERIAS

	<u>Págs.</u>
Exposición de los principios y plan de la Enciclopedia de Enseñanza popular superior	5

EVOLUCIÓN DE LOS MUNDOS

Objeto de este libro	19
--------------------------------	----

CAPÍTULO PRIMERO

EL SISTEMA SOLAR

El sistema solar	23
El Sol	26
Un mundo planetario	31
Los cometas	33

CAPÍTULO II

SISTEMAS ESTELARES

Sistemas estelares	37
La Vía láctea	38
Las constelaciones	38
Movimientos de las estrellas	39
Las estrellas dobles	39
Algunas estrellas dobles	40
Los conjuntos estelares	42
Algunas constelaciones estelares	42
Las nebulosas	43
Nebulosas en espiral	46
Espectroscopia	47

CAPÍTULO III

TRANSFORMACIÓN DE LOS MUNDOS

Transformación de los mundos	49
Estrellas variables	50
Estrellas temporales	52

	Págs.
Estrellas y nebulosas desaparecidas	54
Estrellas extinguidas	54
La doctrina de la Evolución se aplica á las estrellas	55
Clasificación de las estrellas	58

CAPÍTULO IV

TRANSFORMACIÓN DE LOS MUNDOS (CONTINUACIÓN)

Nebulosas irreductibles	61
Indicación de algunas nebulosas irreductibles	63
Desaparición de nebulosas	65
Crítica de ciertas ideas de M. Faye	66
Consideraciones generales	69
No podemos ocuparnos más que de un solo universo	71
No hay punto de partida en la evolución de los mundos	72
Transformación de la fuerza y de la materia	72
Ideas de Hæckel acerca de la evolución del Cosmos	73
Conclusión	74

CAPÍTULO V

TEORÍAS COSMOGÓNICAS

Teorías cosmogónicas	75
Kant	76
Laplace	78
Faye	79
Wolf	81
Observaciones sobre estas diversas teorías	81

EXPOSICIÓN DE LOS PRINCIPALES PROGRESOS DE LA ASTRONOMÍA

Utilidad de este estudio	85
Antigüedad	89
Antigüedad clásica	90
Los astrónomos árabes	98
Los astrónomos de la edad media	103
El Renacimiento	107
Siglos XVI y XVII hasta Newton	113
Desde Newton á fines del siglo XIX	128
Siglo XIX	142
Teorías cosmogónicas contemporáneas	156
Los vulgarizadores de la astronomía	159
BIBLIOGRAFÍA	165



PUBLICACIONES
DE LA
ESCUELA MODERNA

CATÁLOGO GENERAL

	<u>Pesetas</u>
Cartilla (primer libro de lectura).—Dedicado a la enseñanza racionalista de niños y adultos; tercera edición. Un tomo encuadernado en cartóné	1
* Las Aventuras de Nono (segundo libro de lectura), por <i>Juan Grave</i> , traducción de A. Lorenzo; tercera edición	1
* El Niño y el Adolescente .—Desarrollo normal. Vida libre, por <i>Michel Petit</i> (segundo libro de lectura	2
* Preludios de la Lucha (segundo libro de lectura), por <i>F. Pi y Arsuaga</i>	1
* Sembrando Flores (segundo libro de lectura), por <i>Federico Urales</i>	1
Primer Manuscrito .—Interesante correspondencia escolar, y varios modelos de dictados. Un tomo encuadernado en tela.	2
* Origen del Cristianismo (cuarto libro de lectura)	1

NOTA.— Las obras así marcadas * se sirven también encuadernadas en tela con el aumento de una peseta el tomo.

Epítome de Gramática Española , por <i>Fabián Palasi</i> ; tercera edición. Un tomo encuadernado en tela	2
Aritmética Elemental , por <i>Fabián Palasi</i> . Un tomo en- cuadernado en tela	2
Elementos de Aritmética . Clase elemental y curso medio. Dos tomos encuadernados en tela	4
Resumen de la Historia de España , por <i>Nicolás Esté- vanez</i> . Un tomo encuadernado en tela	2
Compendio de Historia Universal , por <i>Clemencia Jaqui- net</i> . Tres tomos encuadernados en tela	6
Nociones de Idioma Francés , por <i>Leopoldina Bonnard</i> . Un tomo encuadernado en tela	2
La Substancia Universal , por <i>A. Bloch y Paraf-Javal</i> , traducción de A. Lorenzo. Un tomo encuadernado en tela	2
Nociones Sobre las Primeras Edades de la Humanidad , por <i>Georges Engerrand</i> . Un tomo encuadernado en tela	2
Evolución Super-Orgánica (La Naturaleza y el problema social), por <i>Enrique Lluria</i> , prólogo de <i>S. Ramón y Cajal</i> . Un tomo encuadernado en tela	2
*Humanidad del Porvenir , por <i>Enrique Lluria</i> , con un epílogo de <i>Carlos Malato</i>	1
Geografía Física , por <i>Odón de Buen</i> , prefacio de <i>Eliseo Reclus</i> . Un tomo encuadernado en tela	2
Pequeña Historia Natural , por <i>Odón de Buen</i> . Dos tomos encuadernados en tela	4
Mineralogía , por <i>Odón de Buen</i> . Un tomo encuaderna- do en tela	2
Petrografía y Vida Actual de la Tierra , por <i>Odón de Buen</i> . Un tomo encuadernado en tela	2
Edades de la Tierra , por <i>Odón de Buen</i> . Un tomo encua- dernado en tela	2

*Tierra Libre (cuento), por <i>Juan Grave</i> , versión española por A. Lorenzo	1
Psicología Etnica , por <i>Ch. Letourneau</i> , traducción de A. Lorenzo. Cuatro tomos encuadernados en tela . .	8
Botiquín Escolar , por <i>A. Martínez Vargas</i> . Encuadernado en cartóné	0'50
El Banquete de la Vida , por <i>Anselmo Lorenzo</i>	1'50
Floreál , drama social en tres actos, por <i>J. P. Chardon</i> , traducción de A. Lorenzo	1
El Infierno del Soldado , novela francesa de costumbres militares, por <i>Jean de La Hire</i> , traducción de Soledad Gustavo.	1
En Guerra , idilio, por <i>Carlos Malato</i> , traducción de A. Lorenzo.	0'40
Las Clases Sociales , estudio sociológico por <i>Carlos Malato</i> , versión española, A. Lorenzo	1
A B C Sindicalista , folleto de propaganda societaria, por <i>J. Yvetot</i>	0'15
En Anarquía , novela francesa, por <i>Camille Pert</i> , versión española y prefacio por <i>Anselmo Lorenzo</i> . .	1
En el Café , por <i>Enrique Malatesta</i> , traducción de A. L. Rodrigo	0'25
Génesis y Evolución de la Moral , por <i>Carlos Letourneau</i> . .	0'75
La Moral Anarquista , por <i>Pedro Kropotkine</i> , traducción de A. Cruz	0'25
La Escuela Nueva , por <i>J. F. Elslander</i> , versión española de Anselmo Lorenzo. Un tomo en rústica con el retrato del autor	2
Hacia la Unión Libre , por <i>Alfred Naquet</i> , versión española de Cristóbal Litrán. Un volumen en rústica con el retrato del autor.	2
República Francesa y Vaticanismo o La Política Religio-	

- sa en Francia**, por *André Mâter*, versión española de Cristóbal Litrán. Un tomo en rústica con el retrato del autor. 2
- La Evolución de los Mundos**, por *M. I. Nergal*, versión española de Cristóbal Litrán. Un tomo profusamente ilustrado. 2
- Historia de la Tierra**, por *Ch. Sauerwein*, versión española de Cristóbal Litrán. Un tomo con 79 grabados. 2
- Cómo se forma una inteligencia**, por el *Doctor Toulouse*, versión española de Cristóbal Litrán 2
- En preparación:
- Las Razas Humanas**, por *G. Engerrand*.
-

RETRATOS DE FERRER

En busto y de cuerpo entero, son reproducción fiel de su última fotografía hecha en París. Trabajo artístico sobre lujosa cartulina mate de 50 x 32; precio, 0'60.

Postales PAX, por *F. Sagristá*, alegoría del ideal racionalista, en tricromía. Primera de la serie, 0'15.

Todas las obras del presente Catálogo pueden adquirirse en o por mediación de todas las librerías y kioscos.

EL HOMBRE Y LA TIERRA

Obra maestra del gran escritor, de renombre universal, **Elíseo Reclús**. Traducción del distinguido publicista ANSELMO LORENZO; revisada por el catedrático de la Universidad de Barcelona DON ODÓN DE BUEN.

Consta la obra de seis tomos de más de seiscientas páginas.

Precio de los seis tomos, ricamente encuadernados con tapas especiales, 120 pesetas. Se puede adquirir por tomos sueltos a 20 pesetas uno. Se sirve por cuadernos a o'50 pesetas.

Ventas a plázos a 10 pesetas mensuales

LA ESCUELA MODERNA

Póstuma explicación y alcance de la Enseñanza Racionalista, por **Francisco Ferrer Guardia**. Obra notabilísima de Ferrer que debe ser leída por todos los hombres que aspiren a orientarse bien en los asuntos pedagógicos, de los que depende la transformación de la mentalidad de la generación futura.

A este título debe figurar en todas las bibliotecas, y para facilitar su adquisición le hemos fijado el precio de 2 pesetas.

LA GRAN REVOLUCIÓN

Por **Pedro Kropotkine**. Versión española de ANSELMO LORENZO. Tan interesante obra será editada por cuadernos semanales por esta casa en las condiciones artísticas y económicas que requiere su importancia.

De la dirección artística de la publicación se ha encargado el notable dibujante *Kupka*, conocido ya de los suscriptores de EL HOMBRE Y LA TIERRA.

Las obras de Reclus, Letourneau, Engerrand y De Buen, comprendidas en este Catálogo, son declaradas de texto por el Consejo Supremo de la Iglesia independiente de Filipinas para los seminarios y escuelas del Archipiélago.

(Véase el BOLETÍN DE LA ESCUELA MODERNA, núm. 61, correspondiente a 31 de mayo de 1909).

