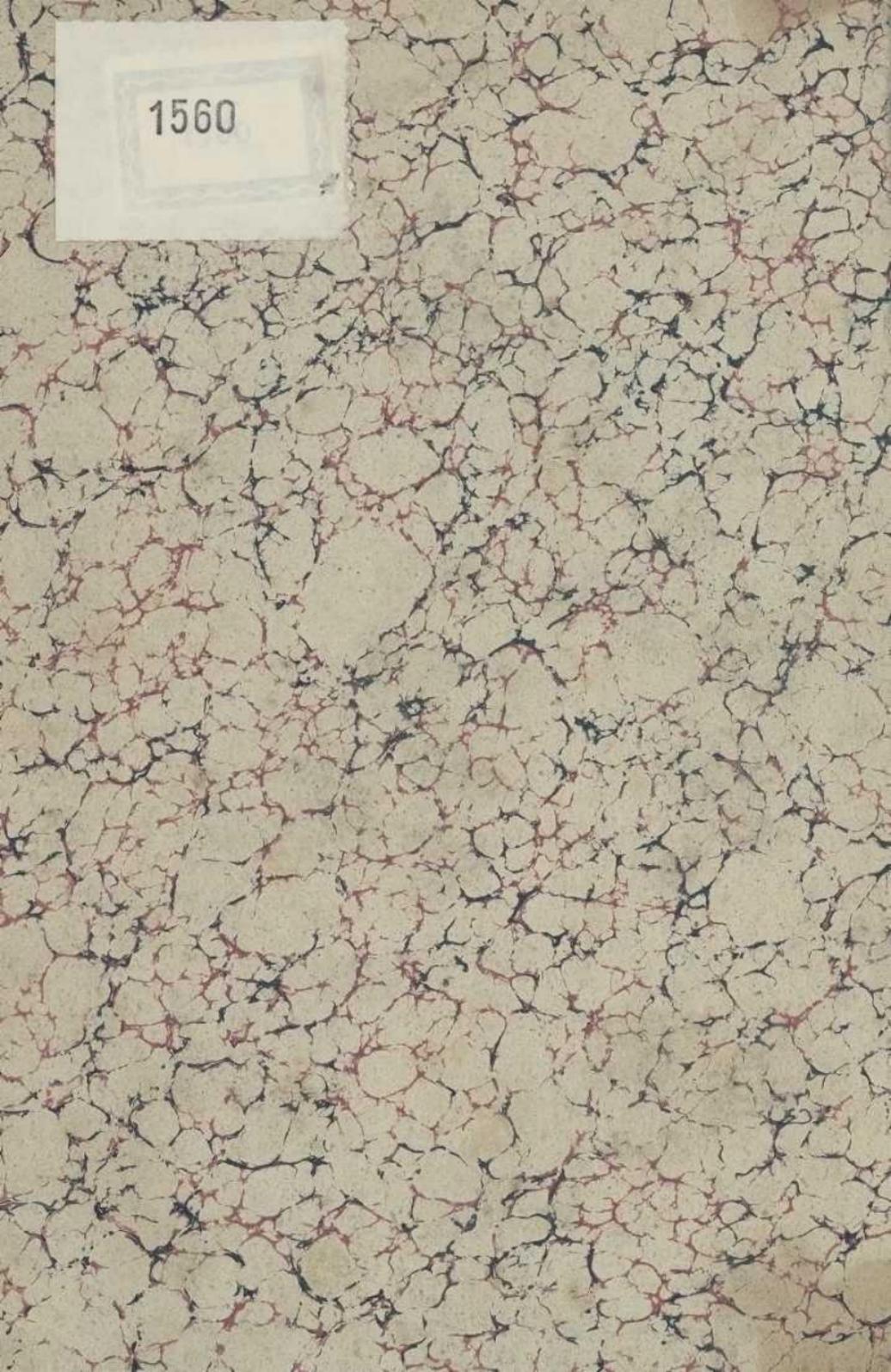


1560

The background of the entire page is a marbled paper pattern. It features a complex, organic, cell-like or stone-like texture. The primary color is a light beige or off-white, which is interspersed with irregular, vein-like patterns of dark brown, black, and reddish-brown. The overall effect is reminiscent of natural stone or biological tissue.



LAS TIERRAS DEL CIELO

LAS TIERRAS DEL CIELO

LAS
TIERRAS DEL CIELO

ASTRONOMÍA POPULAR

DESCRIPCION

ASTRONÓMICA, FÍSICA, CLIMATOLÓGICA Y GEOGRÁFICA

DE LOS PLANETAS QUE CON LA TIERRA GRAVITAN

ALREDEDOR DEL SOL

Y DEL ESTADO PROBABLE DE LA VIDA EN SUS RESPECTIVAS SUPERFICIES.

POR

CAMILO FLAMMARION

VERSION ESPAÑOLA

POR D. JOSE SEGUNDO FLOREZ

EDICION ILUSTRADA CON GRABADOS SUELTOS,
É INTERCALADOS EN EL TESTO, LÁMINAS ILUMINADAS Y FOTOGRAFÍAS TOMADAS
DIRECTAMENTE DE LA LUNA.



MADRID

IMPRENTA Y LIBRERÍA DE GASPAR, EDITORES.

(ANTES GASPAR Y ROIG)

Calle del Príncipe, núm. 4.

1877.

TIERRAS DEL CIELO

ASTRONOMIA POPULAR

DESCRIPCION

INDICACIONES PARA LA OBSERVACION DE LOS CUERPOS CELESTES

DE LOS PLANETAS Y ESTRELLAS

DE LOS SIGLOS XVII Y XVIII

DE LOS SIGLOS XIX Y XX

CAMILO FLAMMARION

TRADUCCION DE

FRANCISCO DE PAZ

Se ha cumplido con las condiciones que marca la ley para los derechos de propiedad.



MADRID

IMPRESA DE LA BIBLIOTECA NACIONAL

EN LA CALLE DE LAS PLAZAS, 1

EN EL AÑO DE 1917

1917

LAS

TIERRAS DEL CIELO

INTRODUCCION

La astronomía es á la vez la ciencia del universo material y la ciencia del universo viviente, la ciencia de los mundos, y la ciencia de los seres, la ciencia del espacio y la ciencia del tiempo, la ciencia del infinito y la ciencia de la eternidad. Rasgando el velo que en tiempos pasados ya, nos ocultaba los esplendores de la creacion universal, muéstranos ella hoy, en la inmensidad que se extiende sin límites allende el ámbito entero de la Tierra, los mundos sucediéndose á los mundos, los soles á los soles, los universos á los universos, y el espacio sin fin poblado de innumerables astros que van desenvolviendo, hasta mas allá de los postreros horizontes que al pensamiento es dado concebir, las indefinidas series de simultáneas y sucesivas creaciones. La evidencia nos aparece ahí en toda su grandeza vertiginosa. Ni la timidez de las almas apocadas, ni los sofismas de los espíritus livianos, ni las negaciones de los que se obstinan en no ver, impiden que la Naturaleza sea y permanezca siempre siendo lo que es. El globo que habitamos no compone él solo la creacion entera, de la cual no es, por el contrario, sino una parte infinitamente pequeña, una rueda casi insignificante. A su lado van bogando

en el espacio otros mundos habitados como él. En esas profundas inmensidades, ciérrnense millones de sistemas planetarios análogos al nuestro. Las estrellas no son fijas ni inalterables, sino que marchan, vuelan atravesando los cielos con una velocidad inconcebible para nuestra débil inteligencia; giran sobre sí mismas; se agrupan en sistemas siderales; van acompañadas de planetas que las perturban en su carrera; tienen manchas como nuestro Sol, y los mismos elementos que arden en nuestro foco solar arden también en esos luminares lejanos, difundiendo en derredor suyo las fecundas radiaciones que esparcen la vida en todas las regiones del Universo. Y la Tierra no es sino un punto oscuro perdido entre la muchedumbre; y la humanidad terrestre una de las innumerables familias que habitan las celestes moradas; y no hay otro cielo que el espacio vacío en cuyo seno se mueven los mundos; y por consiguiente, nosotros nos hallamos actualmente en el cielo, tan completamente como si habitáramos en Júpiter ó en Sirio, y todas las ideas acreditadas hasta ahora en la humanidad acerca de la Creación, tocante á la Tierra, al Cielo, sobre la situación del hombre en la naturaleza, y relativamente á nuestros futuros destinos, deben hoy sufrir una transformación radical y absoluta. ¡El sol de la astronomía brilla sobre nuestras cabezas! La noche ha concluido. Nació ya el día para nosotros.

Es indudable que sólo existe todavía un escaso número de hombres, y aun de astrónomos, que se aperciban de esta revolución pacífica y tranquila, iniciada por Galileo ha cerca de tres siglos, y que marcha velozmente hácia su término. Hoy se vive aún como si el firmamento de Josué permaneciera siempre sólidamente instalado sobre nuestras cabezas; y no hay apenas quien vea que la Astronomía, calculando las distancias de los astros, pronosticando sus movimientos, descubriendo su constitución física y química, ha lanzado un puente para la inteligencia humana entre el Cielo y la Tierra, ó por mejor decir, haciendo desaparecer el Cielo antiguo y revelándonos la naturaleza de esos otros mundos, ha echado un lazo de secreta simpatía entre la Tierra y sus hermanas del infinito. No es ya sólo de las masas de cuerpos celestes de lo

que hoy se ocupa la grande ciencia de Copérnico, de Képler y de Newton; sino tambien de las condiciones en que la vida debe de hallarse en sus superficies. Rompiendo en mil pedazos la esfera que aquí la encerraba y la ahogaba, la vida se ha lanzado de repente y se ha esparcido en derredor nuestro por todas esas inmensidades. Ensanchando el Universo, la astronomía ha ensanchado al mismo tiempo la esfera de la vida. No se entretiene hoy ya la ciencia en pesar enormes pedruscos inertes que van rodando inútilmente en el espacio; ya no es un desierto infinito lo que el dedo de Urania nos muestra desplegándose silencioso en la noche estrellada al traves de la inmensidad; es la vida, LA VIDA inmensa, universal, eterna, agitando los átomos sobre todos los globos, palpitando en las ondulaciones de la luz, radiando en torno de todos los soles, estremeciéndose en las atmósferas tibias y luminosas, haciendo oír sus cantos divinos en todas las esferas, y vibrando al traves del infinito en los múltiples acordes de una inmensa é inestinguible armonía.

El Universo es coeterno con Dios é infinito como él. Hoy es lo que era ayer; y mañana será lo que es hoy. Nada se crea, nada se pierde. *Antes* de la época en que la primera mirada humana se elevó desde la Tierra hácia el Sol y admiró la naturaleza, existía el Universo tal cual hoy existe. Ya habia otros planetas habitados, otros soles brillando en el espacio, otros sistemas gravitando bajo el impulso de las fuerzas primordiales de la naturaleza; y es un hecho incontestable que hay estrellas tan lejanas de nosotros, que no nos llega su luz sino despues de trascurridos millones de años de una marcha incesante de 75 000 leguas por segundo; de modo que el rayo luminoso que de ellas recibimos hoy salió de su seno, no sólo ántes de la existencia del hombre sobre la Tierra, sino aún ántes de la existencia de nuestro mismo planeta. Nuestra personalidad humana, de la cual hacemos nosotros tanto mérito, y á cuya imágen habíamos formado á Dios y al Universo entero, no tiene la menor importancia en el conjunto de la creación. Cuando el último párpado humano llegue á cerrarse en nuestro planeta, y que el globo terráqueo, — despues de haber sido durante tanto tiempo mansion de la vida con sus

pasiones, sus trabajos, sus placeres y sus dolores, sus amores y sus odios, sus pretensiones religiosas y políticas y todas sus inutilidades finales, — se irá trasformando insensiblemente en un desierto, arruinado, silencioso, oscuro, lentamente sepultado y envuelto en el sudario de una noche profunda que el Sol ya apagado no alumbrará jamás; pues bien, entónces, como hoy, el Universo será tan completo, las estrellas continuarán brillando en los cielos, otros soles se encenderán y alumbrarán *otras tierras*, otras primaveras llevarán allí la sonrisa de las flores y las ilusiones de la juventud, otras mañanas y otras tardes se irán sucediendo, y el mundo marchará como hoy aquí marcha; pues la creacion se desarrolla en el infinito y en la eternidad, no habiendo en realidad ni tiempo ni espacio.

Si pues, en el conjunto de todas las ciencias, hay algun objeto mas particularmente digno de nuestro estudio que todos los demas, indudablemente es el que nos ocupa en este libro, que no es otro que el estudio integral del Universo. La síntesis astronómica lo abraza todo; fuera de ella no existe nada, y al lado de ella está..... el error. ¿Dónde estamos nosotros? ¿Sobre qué marchamos? ¿En qué sitio vivimos? ¿Qué es la Tierra? ¿Qué puesto ocupamos en el infinito? ¿De dónde venimos, y adónde vamos? — ¿Quién podría respondernos, si la Astronomía callara?

Estos conocimientos son de primer orden, en si mismos desde luego, y despues, por sus legítimas consecuencias. Una de dos; ó somos mortales ó inmortales. En el primer caso, el estudio de la Astronomía es el estudio de la morada que habitamos y de cuanto la rodea, estudio sin el cual vivimos como ciegos de nacimiento, como animales, como plantas. En el segundo, es á la vez el estudio de la mansion en que nos hallamos y de las que habitaremos cuando hayamos dejado este mundo, pues el cielo empireo de los teólogos de todas las religiones *no existe*. Por consiguiente, sea cual fuere el sentimiento que se tenga sobre el problema de la vida actual y sobre el de la inmortalidad, la Astronomía se coloca encima de todas las demas ciencias, por su interes, por su importancia y por su grandeza.

Esta tésis la he sostenido yo ya con el ardimiento propio de una convicción innata, desde el primer libro que he osado publicar sobre esta ciencia sublime, cuando quince años ha escribí la *Pluralidad de los mundos habitados*. Algunos años despues, el exámen crítico de esta doctrina bajo el punto de vista *histórico* dió origen á la obra que sucedió á la anterior : *Los Mundos imaginarios y los mundos reales*. Algunos años mas adelante aun, traté de exponer la armonía de los mundos, de los séres y de las cosas, escribiendo otra obra bajo el titulo de *Dios en la Naturaleza*, y posteriormente todavía me propuse bosquejar las bellezas del mundo sideral por medio de un viaje del Espíritu al traves de las regiones celestes, en mis *Narraciones del Infinito* y en la historia de *Lumen*. Pero aun no era tiempo oportuno para dar á luz la presente obra, porque el conocimiento de los planetas no habia adelantado bastante para poder ensayar el estudio especial que la constituye.

De quince años á esta parte, la Astronomía física ha hecho progresos altamente sorprendentes y enteramente inesperados. La tésis propuesta en la *Pluralidad de los mundos habitados* puede ahora ya ser completamente desarrollada y absolutamente confirmada. Tal es el objeto de este libro. Hoy ya no sólo consideramos la doctrina de la existencia de la vida fuera de la Tierra en su carácter general y filosófico, sino que podemos penetrar en los detalles, echar mano á las pruebas, detenernos en cada planeta, y consignar los irrecusables testimonios de la existencia de la vida en su superficie. Por consiguiente este libro es un tratado descriptivo de *Astronomía planetaria*. Por primera vez, se ensaya en él una descripción detallada de cada uno de los planetas que acompañan á la Tierra en el sistema solar, una exposición tan completa como es hoy posible hacerla de su estado climatológico, meteorológico, y aún geográfico, es decir, de su situación orgánica como estancia habitable.

Los progresos realizados en estos últimos quince años por la Astronomía son en efecto considerables, y bastante eficaces para hacer cambiar de faz á la ciencia bajo este respecto. Preciso es confesar que, ántes de esta época, los sabios que

participaban de mis convicciones y de mis esperanzas se hablaban en muy escasa minoría: la *Astronomía matemática* dominaba y eclipsaba tan completamente la *Astronomía física*, que sólo aparecía ésta vegetando como la humilde violeta que vive á la sombra y al pié de una grande encina; el cielo no era sino una página de guarismos, y las aspiraciones del alma humana hácia los mundos celestes, que empezaban á revelarse, eran motejadas de inutilidades y de fútiles desvarios. Mas hoy ya el genio científico ha experimentado la metamórfosis mas completa. El perfume de la violeta ha incitado al observador á detenerse en su marcha indiferente hasta entónces, y la *Astronomía física* ha ido atrayendo insensiblemente la atención simpática de los sabios pensadores. Hábiles astrónomos se han mostrado diligentes, y una nueva ciencia, la análisis espectral, ha nacido, como Minerva, enteramente armada y pronta á llevar á cabo las mas asombrosas conquistas; nuevos instrumentos han sido de improviso inventados; en Francia ¹, en Inglaterra ², en Italia ³, en Alemania ⁴, en Austria ⁵, en Bélgica ⁶, en Rusia ⁷, en América ⁸, etc., se han fundado observatorios exclusivamente consagrados á la *Astronomía física*; fuertes y potentes anteojos é inmensos telescopios han sido construidos, y un gran número de astrónomos se han dedicado á estudiar con perseverancia y esmero la constitucion física del Sol, de la Luna, de los planetas, de los cometas y de las estrellas.

Todo el mundo comprende hoy ya que los guarismos no constituyen la *Astronomía*, que no son sino la base del estudio de las masas y de sus movimientos. La análisis matemática, en efecto, no nos muestra en el Universo otra cosa que

1. Observatorios de M. Janssen y del *Bureau des longitudes*, en 1875.

2. En la Universidad de Oxford, en 1873; en Gateshead, junto á Newcastle, en 1870, á los cuales se deben añadir las mejoras y el desarrollo de que han sido objeto los de MM. Huggins y Locker, junto á Londres.

3. En Palermo, en 1872, *Società degli spettroscopisti*.

4. En Berlin, en 1874.

5. En Viena, en 1875.

6. En Lovaina (M. Terby), en 1870.

7. En Moscou, en 1873.

8. En Darmouth, en 1863; en Yale College, en 1863, etc. Aun sería fácil citar otros varios.

inmensas piedras lanzadas al traves del vacío, piedras más ó ménos voluminosas y movidas con más ó ménos velocidad : nada más. Dejar reducida á tan estrechos limites durante tanto tiempo toda la Astronomía, podemos nosotros decir hoy á nuestra vez que es una verdadera aberracion. Seguramente que no es difícil de contentar y de quedar satisfecho el que, conociendo por el cálculo el peso del Sol, no desea saber más, sin querer darse cuenta siquiera de cuál sea el calor de este astro, cómo se renueva este calor y cómo mantiene él la vida terrestre; ni el que, conociendo por el cálculo el movimiento del planeta Marte ó del mundo de Júpiter, no le aviene el deseo de observar al telescopio estas tierras del espacio y ver con sus propios ojos sus nubes, sus atmósferas, sus superficies, sus analogías ó semejanzas y sus diferencias con el astro que habitamos. Un matemático de esta especie no manifiesta mayor interes y curiosidad que el pastor que, viendo desde su infancia las fases de la Luna, limita á esto todo su saber astronómico, sin informarse acerca de la naturaleza de este globo vecino que la óptica moderna acerca ya tanto á nosotros, que parece hacérsenosle tocar con los dedos. No, la verdadera ciencia del cielo no se contiene toda ella y se encierra en las tablas de logaritmos; el Universo no es un desierto sombrío en cuyo seno van flotando inertes pedruscos, ni un cuadro negro sobre el cual corren cifras más ó ménos brillantes: ¡el Universo es viviente! Desde cada sol irradian en el éter y se lanzan sin cesar las innumerables vibraciones luminosas que van á alumbrar y á calentar los mundos con sus fecundos esfluvios; y cada mundo en cada sistema solar gravita en torno de su foco, gira sobre su propio eje, presenta á la luz alternativamente sus diversos meridianos, forma el dia y la noche, las estaciones y los años, recibe la fuerza emanada del Sol, y la trasforma en manifestaciones vitales que difieren del uno al otro mundo según la intensidad y la combinacion de los elementos de vida que existen en cada esfera. Por consiguiente, la ciencia astronómica completa, la ciencia integral, consiste, no sólo en el conocimiento de las magnitudes, de las distancias, de los movimientos y de las masas, sino tambien, y sobre todo, en

el estudio de la constitucion fisica de los astros, y por último en el de las condiciones de la vida en su superficie. Tal es en realidad el objeto filosófico de la Astronomia.

En efecto, la cuestion de la existencia de la vida en los demas mundos es la cuestion capital, no sólo de la astronomia, sino de la filosofia entera. A la luz de la ciencia moderna, vemos la Tierra colocada, sin la menor distincion especial, entre los planetas del sistema solar (y no entre los mas importantes); nuestro mundo por lo tanto no viene ya á ser sino un imperceptible fragmento del Universo entero, un detalle perdido en el universal conjunto, un objeto tan insignificante en sí, que su presencia ó su ausencia no añadiría ni quitaría apénas nada á la grandeza y á la riqueza de la creacion universal. El Sol es un astro colosal colocado en el vacio, sosteniendo con el imperio de sus fuerzas los planetas de su sistema, haciéndolos gravitar en derredor suyo con una velocidad prodigiosa, como en una honda rápida, y lanzando en torno con la velocidad del relámpago las vibraciones etéreas, las ondulaciones emanadas de su seno : es un CORAZON inmenso cuyas palpitations despiden á lo léjos raudales de luz, de calor, de electricidad, ó por mejor decir, una *fuerza* innominada que va difundiéndose y atravesando el espacio, sin producir nada en este espacio, sin calentarle, sin alumbrarle, pero que, cuando ella encuentra en su camino un planeta, se detiene en él, y *transforma* las vibraciones rápidas de su movimiento etéreo en potencias activas que son : calor para nuestro organismo, luz para nuestros ojos, magnetismo para la aguja imantada, fuerza química para las plantas, alimento para los animales, actividad nerviosa en nuestro cerebro, y que, en una palabra, producen las maravillas de la vida en la superficie de los planetas. No es la Tierra mas privilegiada que sus compañeros del sistema planetario para recibir esta fecundacion solar, que ellos reciben á igual título que ella. Pero nuestro Sol colosal no es en realidad sino una estrella, y cada estrella es realmente un verdadero sol, que brilla con su propia luz, y focos sin duda todas ellas de sistemas planetarios más ó ménos semejantes al nuestro. Por centenas de millones es

como deben contarse los sistemas solares que se suceden en el infinito; y por miles de millones los planetas que los componen. ¿Qué es pues lo que viene á ser la Tierra en ese universal conjunto? Méenos que una aldea, méenos que una simple cabaña en la Tierra entera. Ahora bien, ó el Universo entero está poblado, ó está desierto; ó su existencia sirve para algo, ó no sirve para nada. Y hablando francamente, en resúmen, siendo la Tierra una fraccion tan mínima que se aproxima á cero, *ó el Universo existe, ó no existe*. En términos definitivos, la cuestion se plantea en la forma últimamente expresada. Si el Universo está poblado de séres vivientes, y de séres inteligentes, que le vén y saben que existe; si cada sistema solar lleva en si la vida y el pensamiento, el Universo existe realmente. Pero si todo eso no es mas que un caos de grupos esféricos de piedra y de arcilla rodando en todos sentidos y atravesando el espacio sin fin; una serie de soles ardiendo para no calentar nada, brillando para no alumbrar á nadie, conduciendo por las inmensas sendas del espacio ciudades inhabitadas y estériles desiertos; si el mundo marcha ciegamente en el seno de la muerte eterna, entónces el Universo no existe, las fuerzas de la naturaleza no existen, Dios no existe, no hay leyes en la creacion, la creacion misma no existe, y todo el trabajo de los astrónomos no es otra cosa que una fantasmagoría absurda.

La existencia de la vida universal y eterna en el infinito constituye pues en realidad la sintesis capital y el objeto definitivo de toda la astronomía. ¿Qué es la astronomía misma al lado de este objeto? ¿Qué es el objeto de todas las demas ciencias? ¿Qué vienen á ser la historia y la política de cada nacion? ¿Qué es la historia de Francia, la historia de Inglaterra, la historia de Italia ó de Alemania? ¿Qué es la historia de la Europa, qué es la historia de la Tierra entera ante la Pluralidad de los mundos? — Es la historia de un hormiguero comparada con la historia de un continente; la historia de una familia comparada con la de la raza humana entera.

¿Cuántos enigmas tienen en reserva esos puntos de interrogacion que se ciernen sobre nuestras cabezas! En el seno del profundo recogimiento y del silencio tranquilo de las

noches estrelladas, nuestro curioso pensamiento vuela con avidez hácia esas islas de luz para preguntarlas su secreto. La divina astronomía ha explorado y sondeado esas esferas celestes, y nos ha revelado que las estrellas son verdaderos soles, y los planetas tierras análogas á la nuestra.

Si, son *Tierras*, tierras vastas, inmensas, formadas de materiales macizos, pesados y oscuros; tierras donde se vén mares y continentes; tierras cuyo suelo está compuesto de arcilla como la nuestra, y cuyos terrenos, variados, accidentados como los de nuestro propio globo, forman montañas y valles, colinas y llanuras, que sirven de estancia á los vistosos paisajes que allí se suceden de siglo en siglo. Esas tierras son pesadas como la nuestra, y van rodando como ella por el espacio indefinido que no tiene alto ni bajo, ni dirección, ni medida. No están dotadas de ninguna luz propia, y si aparecen brillantes es porque el Sol las alumbra, como alumbra á la Tierra, y como la distancia á que se hallan de nosotros disminuye naturalmente su disco hasta presentarnos un mínimo tamaño, toda la luz meridiana que las inunda se halla condensada en un solo punto. Del mismo modo brilla también la Tierra de lejos en el espacio, presentando fases como nos las presentan la Luna, Mercurio, Vénus y Marte, y cerniéndose, estrella brillante, en el cielo de los demás mundos.

¿Qué cosas, qué objetos, qué seres habrán producido las fuerzas activas y creadoras de la fecunda Naturaleza en esos mundos diferentes del nuestro? Aquí, en tal estado de temperatura, de luz, de aire, de humedad, de combinaciones químicas, de densidad, de pesantez, de tiempo, de días, de años, la naturaleza terrestre ha producido las cosas y los seres que nos rodean, modificando por lo demás sus obras y sus espectáculos según los siglos y según las mudables condiciones del mismo planeta. ¿Qué es lo que estas mismas fuerzas han creado en las otras Tierras del cielo? En medio de las tan variadas condiciones que distinguen á Mercurio de Neptuno, á Saturno de la Tierra, á Marte de Urano, ó á Júpiter de Vénus, ¿cuáles son los elementos que habrán predominado en unos y otros? ¿A qué formas caprichosas, á

qué especies de seres fantásticos habrán dado allí origen las expansiones, las diversas expansiones de la potencia creadora? ¿Cuál es el aspecto orgánico de esos mundos? Nosotros hallamos monstruosa la Vénus hotentote, y sin embargo, entre la Europa y el Africa no hay sino una simple diferencia de latitud; ¿cuál no será pues la variedad, la caprichosa diversidad y la aparente incoherencia de las formas peculiares á los diferentes globos de nuestro sistema! Y si nos trasladásemos desde nuestra familia solar á las de Vega, de Aldebaran, de Antares ó de Castor, ¿cuán incomparablemente mas prodigioso y mas fantástico sería nuestro viaje, que todos los del Dante, de Milton, de Gulliver y del Ariosto reunidos!

Aquí brilla otro sol diferente del nuestro, allí descende del cielo otra especie de luz, acá sopla un aire que no es el aire terrestre, allá florecen plantas que no parecen ser tales plantas, acullá corren aguas que no son aguas, mas allá aparecen paisajes, lagos, bosques, mares, tales como nuestros ojos no los han visto jamas, y que no podrian reconocerlos. Y sin embargo el telescopio conduce á aquellas estancias lejanas nuestras miradas terrestres; y nuestras almas se trasportan á aquellas inmensas regiones celestes, á pesar de los millones y trillones de leguas que de ellas nos separan; y la balanza de Urania pesa los sistemas siderales; y la análisis espectral descubre la constitucion química de los materiales que componen esos mundos perdidos en el infinito.

Nuestro sistema planetario puede ser comparado á una república inmensa, en la cual cada mundo representa un Estado más ó ménos extenso, más ó ménos rico, más ó ménos poblado: son los Estados Unidos del Cielo, ó por lo ménos, de la region celeste en que nos hallamos. Mas allá del Océano etéreo que nos circunda, existen otros Estados Unidos, en torno de los focos que se llaman Sirio, Procion, Capela, Arturo, en el lenguaje de los hombres; pero esas lejanas provincias son inaccesibles á nuestras observaciones. Sólo las provincias de la república solar pueden ser aproximadas, observadas, reveladas por nuestros telescopios, y de ellas solas vamos á ocuparnos en esta obra.

El plan de este libro se halla pues trazado por sí mismo.

Iremos visitando sucesivamente cada una de las provincias de la república solar, esforzándonos para ver en ellas lo mas posible, y hacer así nuestro viaje tan fructuoso como hoy es dado ya hacerlo. No nos detendrán las nieves polares de Marte, y aún visitaremos sus polos mejor de lo que podemos visitar y explorar aqui los polos de nuestro propio planeta. Tampoco serán los anillos de Saturno un obstáculo á nuestra marcha, y los recorreremos tambien con mayor facilidad que podrán hacerlo los mismos habitantes de aquel astro. Nuestra excursion celeste empezará por el planeta mas cercano al Sol, y se extenderá sucesivamente hasta el mas lejano. En este viaje planetario encontraremos la Tierra misma, el globo que habitamos en este siglo, ; pero que no habitaremos siempre!

La descripcion de los mundos del sistema solar deberá empezar por la del mismo Sol, foco benéfico de cuyos rayos se halla suspendida la vida de la Tierra, como la de los demas planetas. Este astro esplendente será pues el que abrirá nuestra marcha en la grande correria que vamos á emprender. Pero un preludio se impone aún por sí mismo á este viaje de exploracion : tal es el exámen de los admirables instrumentos de óptica, gracias á los cuales podemos distinguir la superficie de los demas mundos y estudiar su propia naturaleza. El libro primero estará pues consagrado á la descripcion de los telescopios mas fuertes, ó de mayor potencia visual que en la actualidad existen.

Y ahora ya, caros lectores, no prolonguemos mas nuestra conversacion preliminar, y emprendámos en seguida estos sublimes estudios, que son uno de los mayores encantos de la vida y una de las mas nobles contemplaciones del entendimiento humano.

Escrito en París, en 1876.

LIBRO PRIMERO

LOS INSTRUMENTOS DE LA OPTICA MODERNA

(ANTEOJOS ASTRONOMICOS Y TELESCOPIOS)

LIBRO PRIMERO

LOS ELEMENTOS DE LA ARITHMETICA

El progreso de la astronomía física en el siglo XIX se caracterizó por una serie de descubrimientos que cambiaron radicalmente nuestra concepción del Universo. Entre ellos cabe destacar el descubrimiento de los planetas menores, la identificación de la luz estelar y la comprensión de la naturaleza física de las estrellas.

CAPITULO PRIMERO

EL DESCENSO DE LOS CIELOS Ó LA ELEVACION DEL HOMBRE HACIA LOS OTROS MUNDOS

Los admirables progresos que acaba de realizar la astronomía física son debidos en gran parte á la mayor perfeccion, á las mejoras sucesivamente y sin cesar introducidas en la construccion de los instrumentos de óptica, y en parte tambien al nuevo ardimiento con que los astrónomos, tan poderosamente alentados por ese estímulo, se han consagrado al estudio de los otros mundos. Segun lo hemos hecho ver ya en el bosquejo general trazado en la Introduccion que precede, el gusto especial de los observadores, los nuevos métodos de estudio y la amplificacion de la potencia visual obtenida en los aparatos de óptica, han marchado y obrado de consuno para fijar la atencion general en el exámen detallado de los planetas de nuestra familia; miéntras que una concepcion mas clara y precisa de las leyes y de las fuerzas que rigen el Universo permitia á la vez abrazar bajo un mismo punto de vista el conjunto del sistema del mundo y de sus movimientos.

La analogía entre la Tierra y sus hermanos del espacio, entre el Sol y sus semejantes del infinito, quedó desde luego enteramente decidida: aquí, la geografía de Marte nos muestra una singular reproduccion de la geografía terrestre; allí distinguimos en la atmósfera de Vénus los mismos fenómenos

físicos que se observan en el aire que respiramos; allá, la análisis espectral señala en las estrellas mas lejanas una temperatura y vapores metálicos análogos á los que caracterizan nuestro propio Sol; llegando así el espíritu humano insensiblemente á tomar posesion del cielo, tan misterioso aún y tan cerrado á nuestra vista no ha mucho tiempo.

Hoy vemos ya el Universo de muy distinto modo de cómo le vieron nuestros padres. Cada estrella es un Sol colosal, macizo, pesado, aislado en las profundidades etéreas, brillando con su propia luz y sirviendo de centro á un sistema desconocido. Cada planeta de nuestro sistema solar, lo repetiremos, es *una tierra* como la que habitamos; y esta misma tierra en que estamos, vista á grande distancia, parece un punto luminoso, exactamente como Vénus, Marte y Júpiter se nos representan; pues, como estos planetas, tambien ella refleja en el espacio la luz que del Sol recibe; ofreciendo ademas fases análogas á las que nos muestran la Luna á la simple vista y Vénus al telescopio. Cada planeta presenta fases semejantes: el tamaño aparente y el brillo de la Tierra y de todo planeta dependen de la distancia á que se les observa.

Nuestra Tierra es un *astro* del cielo, con igual titulo que lo son Mercurio ó Saturno. Ese azulado firmamento que parece extenderse sobre nuestras cabezas formando en derredor del globo una bóveda inmensa, no existe: su color como su forma provienen de la constitucion de nuestra atmósfera¹: el azul lo produce la reflexion de la luz solar en las moléculas de vapor de agua de que se halla constantemente impregnada, y la forma esférica es obra de nuestra propia vista que, en los límites de la vision distinta, diseña en derredor suyo una vaga esfera. Sin la existencia del aire, y sin la luz que le ilumina, no habria tal firmamento. Desde el mundo lunar, por ejemplo, no se vé cielo ninguno, sino solo un espacio negro, insondable, en cuyo seno brillan noche y dia las estrellas, sin que las borren la luz del Sol ni la claridad de la pleni tierra.

En el Universo no hay alto ni bajo, ni derecha ni izquierda,

1. Véase nuestra obra LA ATMÓSFERA. Descripción de los grandes fenómenos de la Naturaleza, libro II, cap. I.

ni direccion de ningun género. El globo terrestre va como lanzado en el vacío, bogando en su órbita ideal con una velocidad de 650 000 leguas por día (¡mil y cien veces mas rápida que la marcha de un tren express, y setenta y tres veces superior á la de una bala de cañon!) girando al mismo tiempo rápidamente sobre si mismo. Lo que ahora está arriba para nosotros poco tiempo despues estará ya abajo, y reciprocamente. No existe tal cielo, sino solamente una inmensidad infinita, en cuyo seno circulan los mundos.

La medida de las distancias, de las magnitudes y de los movimientos, es la que nos ha enseñado esta verdad capital : que la Tierra es un astro del cielo, y que nosotros estamos actualmente en el cielo; el telescopio, acercándonos los demas planetas, ha aumentado su volúmen aparente, y en vez de simples puntos luminosos errantes bajo la bóveda celeste, muéstranos hoy mundos gigantescos, tan voluminosos y mas voluminosos que el que nosotros habitamos.

Penetrémosnos primeramente de los principios elementales de la geometría y de la óptica, ántes de llegar á los resultados obtenidos por la ciencia; pues, de lo contrario, podríamos no comprender con exactitud ni apreciar en su justo valor estos tan importantes resultados. Por lo demas, no es obra tan larga, tan difícil, ni tan molesta como se cree generalmente el aprender bien y para siempre estos principios; no es tarea ménos fácil que la simple lectura de una novela, siendo por el contrario asunto mas verdadero, mas útil, y aún á veces mas interesante.

Las sorprendentes mejoras realizadas en los instrumentos de óptica, han hecho bajar literalmente la altura de los cielos al alcance de la vision humana; ó mejor dicho, puesto que los cielos no son sino una apariencia, esas mejoras, esa perfeccion relativa de los anteojos y telescopios aproximan los otros mundos á nuestros ojos, tan exactamente como si en realidad pudiéramos en cuerpo y alma dejar la Tierra y trasportarnos hácia esos mundos. A la simple vista, sólo vemos los planetas como estrellas, es decir, como meros puntos luminosos, sin disco aparente. Un aumento suficiente dilata ese punto luminoso haciendo de él un disco. Ahora bien,

aumentar, agrandar un objeto, ó acercárnosle, es geométricamente lo mismo. Así, por ejemplo, vemos á un hombre de pié á lo léjos, en un campo llano : á la simple vista, no distinguimos mas que un punto móvil cuando el viajero muda de sitio ; un antejo dirigido hácia aquel punto aumenta diez veces su tamaño, lo que basta para que distingamos ya en él una forma humana : es exactamente como si nos hubiéramos trasportado hácia el viajero los nueve décimos de la distancia que de él nos separa. Si se hallaba á 4 kilómetros, ahora se halla á 400 metros. Un aumento de veinte veces le aproximará el doble, es decir, á 200 metros ; un aumento de cuarenta veces nos mostrará al viajero como si no se hallara sino á 100 metros de nosotros. La vision es aún entónces mas neta para los ojos miopes, que no distinguen los objetos sino vagamente á cierta distancia.

Para formar pues una idea exacta y suficiente de estos primeros principios de óptica, se ha de considerar que el tamaño aparente de los objetos depende de la distancia á que los vemos. Una regla de un metro, colocada verticalmente ante nuestra vista, nos parecerá tanto mas pequeña cuanto mas léjos se halle, y su dimension aparente irá decreciendo en razon directa de su distancia : á 100 metros, será dos veces mas pequeña que á 50 ; á 200 metros, parecerá dos veces mas pequeña que á 100, y cuatro veces mas pequeña que en el primer caso. Luego si, por un procedimiento cualquiera, se la da un doble tamaño, es lo mismo que si se la hubiera aproximado á la mitad de la distancia á que se encuentra.

La distancia média de la Luna es de 96 000 leguas (variando un poco, porque nuestro satélite no describe una circunferencia perfecta alrededor de la Tierra, sino una elipse). Ahora bien, si por medio de un instrumento de óptica aumentamos el disco lunar de tal modo que nos aparezca dos veces mayor en diámetro de lo que nos parece á la simple vista, obtenemos el mismo resultado, para el estudio de este globo, que si hubiéramos podido disminuir su distancia en la mitad ; es decir, que vemos entónces la Luna como si se hallara á 48 000 leguas de aquí.

Un aumento de cien veces presenta por consiguiente á la

Luna como si se nos aproximara á 960 leguas de distancia; un aumento de mil veces, como si se hallara á 96 leguas, y un aumento de dos mil veces, como si sólo distara 48 leguas de nosotros. Un aumento de diez mil veces la mostraria á 9 leguas y media: ¡á 38 kilómetros de distancia solamente!

Desgraciadamente, la potencia de aumento en los instrumentos de óptica tiene sus límites, íntimamente ligados y relacionados con la dimension y la perfección de estos mismos instrumentos.

Dos puntos principales hay que considerar en el exámen de todo anteojo. El gran lente de vidrio que ocupa la extremidad del anteojo se llama el *objetivo*, porque durante la observacion mira hácia el lado de los objetos que se observan. En el lado opuesto está el pequeño lente que se adapta en la otra extremidad del tubo, y recibe el nombre de *ocular* precisamente porque junto á él es donde se aplica el ojo del observador. Como lo harémos notar despues, las imágenes de los objetos que se observan atraviesan el objetivo y vienen á dibujarse en el foco, junto al ocular, el cual contiene vidrios de aumento destinados á amplificar esta imagen.

El aumento puede ser tanto mas grande cuanto mayores sean las dimensiones del objetivo. En la práctica, es dos veces por milímetro del diámetro del objetivo. De modo que un anteojo cuyo objetivo es de 80 milímetros, produce un aumento normal de ciento sesenta veces; un anteojo cuyo objetivo es de 16 centímetros da un aumento de trescientas veinte veces, y así sucesivamente. Tal es el aumento *normal*. Aún puede ser mayor, cuando la atmósfera está muy pura y el astro bien alumbrado; pero no es posible elevarle sino hasta cierto límite, y cuando este límite se traspasa, las imágenes aparecen ya vagas, confusas, haciendo imposible toda claridad y precision en el estudio.

El objetivo de un anteojo es como una nueva retina que viene á reemplazar la de nuestro ojo. Un lente de 20 centímetros de diámetro hace ver como veria un ojo que estuviera dotado de una retina de igual dimension. Una retina vé tanto mejor cuanto mayor es su superficie sensible. Este experi-

mento puede hacerlo uno mismo, comparando su anchura en la luz y en la oscuridad. Por consiguiente el anteojo astronómico es literalmente un *ojo gigante*.

En todo anteojo, el objetivo está fijo, mientras que el ocular es movable. Y aún generalmente se construye, para los instrumentos de alguna importancia, una serie de varios ocu-

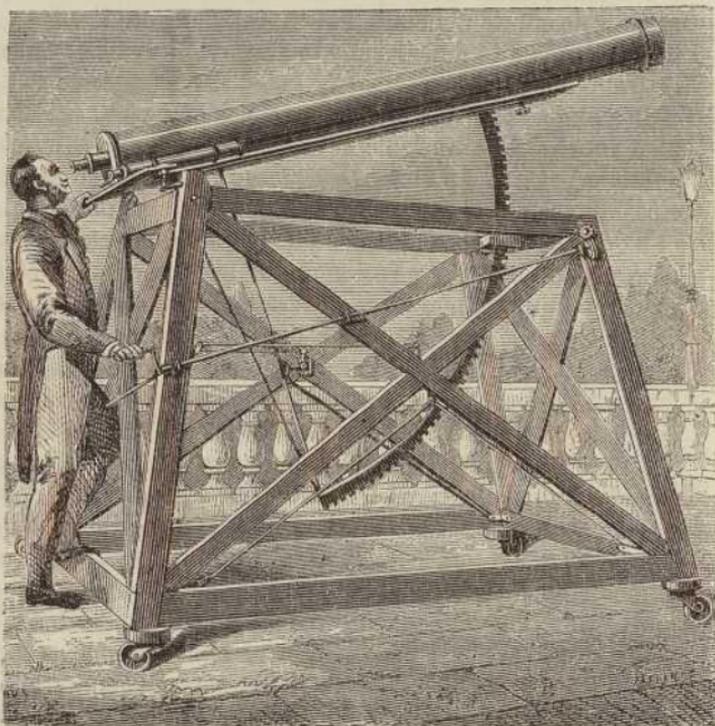


FIG. 1. — Anteojo astronómico ordinario.

lares de diversas potencias de aumento, que se aplican á voluntad segun la observacion que se trata de hacer. Por ejemplo, si se quiere ver la Luna entera en el campo del anteojo, no se ha de escoger un ocular que la aumente demasiado, porque traspasaria dicho campo ó fondo visual, y sólo se veria una parte del astro. Si, por el contrario, lo que se desea

es examinar detalladamente una region especial del disco lunar, se procura el mayor aumento que puede producir el anteojo. El campo de un anteojo es tanto mas reducido, y tanto mas débil tambien la luz, cuanto mas fuerte es el aumento.

Natural es comenzar la descripcion de los maravillosos descubrimientos de la astronomia contemporánea, por la de los instrumentos preciosos á los cuales son debidos. Antes, pues, de penetrar en las profundidades del cielo, detengámonos un instante en el exámen de los mas poderosos aparatos de óptica construidos hasta hoy.

Para familiarizarnos con estos instrumentos, echemos desde luego una ojeada al anteojo astronómico ordinario (fig. 1). Hállase aqui montado sobre un gran pié ó sustentáculo, por medio del cual es fácil dirigirle en todos sentidos. El ocular es, como hemos dicho, el pequeño tubo que está junto al ojo del observador, y el objetivo es el gran lente de vidrio que cierra la extremidad superior del anteojo. A su derecha, y paralelo al mismo, se vé otro anteojo mucho mas pequeño, de escaso aumento, pero que abraza un campo ó espacio mucho mas vasto en el cielo, y sirve para buscar primero en el grande ejército celeste el astro que se quiere estudiar, por lo que ha recibido el nombre de *indicador*, ó buscador. En este anteojito hay dos hilos, uno vertical y otro horizontal, que se cruzan en el medio: cuando se ha hecho situar el astro frente al crucero de estos dos hilos, se halla en el campo del grande anteojo.

La disposicion de los lentes y la marcha de los rayos luminosos en un anteojo astronómico son como sigue (fig. 2):

El objetivo colocado en la extremidad superior del instrumento es un lente convexo. Los rayos emanados del astro que se observa en AB se cruzan al atravesar este lente, y prolongándose en el anteojo, vienen á formar en los puntos *a b* una imágen negativa, ó representada en sentido inverso, del astro AB. El lente pequeño, que sirve aqui de ocular está colocado de manera que amplifica esta imágen *a b*, y la muestra al ojo del observador como si ella se extendiera desde el punto A' al punto B'. El astro AB aparece pues al fin aumentado en la proporcion de la flecha A'B'.

El punto *a b*, donde se forma la imágen, es *el foco* del objetivo, y la distancia que se extiende desde el objetivo hasta allí se llama *distancia focal*.

El ocular se desliza ó resbala, por medio de un rozamiento suave, en el cuerpo del anteojo, para poder aproximarse ó alejarse de la imágen *a b*; pues como todas las personas no tienen

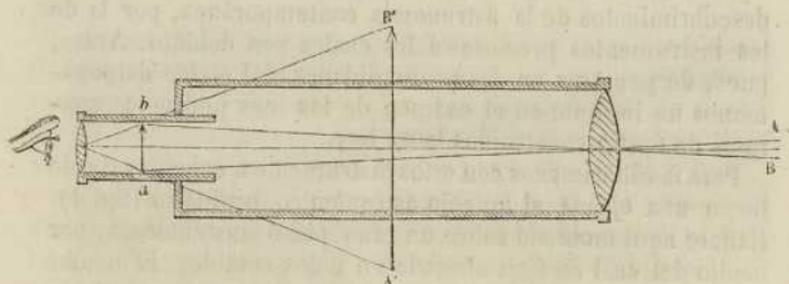


Fig. 2. — Teoría del aumento de un anteojo en su más sencilla expresión.

igual vista, la distancia que conviene á uno no conviene precisamente á otro individuo. Para distinguir bien el objeto hácia el cual se dirige el anteojo, la primera condicion que ha de cumplirse es la de « poner en su punto » el instrumento, es decir, poner el ocular al alcance de la imágen. Sin esta precaucion, nada se vé, ó se vé confusamente; siendo de notar aquí que este es el caso general de las personas que por primera vez miran por un anteojo. En esto, como en todo, se necesita cierto aprendizaje. En varias ocasiones me ha sucedido hallarme con personas que, por mera complacencia, ó por pura vanidad, me aseguraban que habian visto maravillas en la Luna, siendo así que, en realidad, no habian visto nada. En efecto, cuando, convencido yo de que no habian puesto el ocular en el punto adecuado á su vista, las invitaba á hacer girar la chapita, ó boton que aleja ó aproxima el ocular á voluntad, sus exclamaciones me confirmaban enteramente en mi sospecha de que nada ó casi nada habian visto hasta entonces.

Nótese que en el anteojo astronómico están colocadas las imágenes en sentido *inverso*, lo de arriba está abajo, y la derecha á la izquierda. La Luna vista así presenta por consiguiente una imágen opuesta á la que le conocemos á la simple vista: la brillante region blanca y montañosa que á la simple vista está abajo, aparece

arriba con el anteojo, y la grande mancha oscura que está á la izquierda pasa á la derecha. Lo mismo sucede con todos los astros que se observan con el anteojo astronómico. Para devolver á las imágenes su posición natural, se adapta al instrumento un ocular doble, por medio del cual se invierte segunda vez la imagen *a b*, y por consiguiente queda rectificadas; pero esta agregacion de nuevos vidrios disminuye la claridad; y como en el cielo no hay alto ni bajo, siendo indiferente el ver los astros en uno ú en otro sentido, no se suele nunca rectificar la posición de las imágenes. Lo sucede lo mismo en la Tierra, por lo cual, los oculares destinados á los observatorios terrestres se construyen siempre de manera que quede rectificadas la inversión de la imagen.

Tal es, en principio, el anteojo astronómico elemental.

Es bien extraño que haya trascurrido tanto tiempo ántes de inventar el catalejo, ó anteojo, de larga vista, puesto que el vidrio era conocido desde la mas remota antigüedad. Yo recuerdo haber visto, en el convento de San Lázaro de los Armenios, en la isla de este nombre, junto á Venecia, una momia egipcia que data por lo ménos de unos tres mil años, enteramente envuelta en un tejido de bolitas ó cuentecitas de vidrio azul. Una observacion análoga hice al examinar los vestigios de las ruinas de Pompeya: la existencia de utensilios de vidrio de mas de diez y ocho siglos de fecha. En las ruinas de Ninive se ha encontrado un cristal de cuarzo exágono plano-convexo, cuya corvadura ha recibido su forma sin duda en una rueda de lapidario ó por algun otro procedimiento análogo: era como una moldura de forma lenticular. Hé ahí pues que el vidrio data de mas de cuatro mil años. Aristófanés, Plinio, Séneca y Plutarco hablan del vidrio de que hacian uso los Griegos y los Romanos. En su comedia de los *Nublados* propone Aristófanés, por via de chiste, un procedimiento científico para borrar las huellas y pruebas de una deuda, concentrando los rayos solares, por medio de una bola de vidrio, sobre las asignaciones, que podrian así borrarse á gran distancia, y con grande sorpresa de los acreedores, haciendo derretir la cera en las tablas. Cuatro siglos ántes de nuestra era vendian los drogueros de Atenas piedras trasparentes que servian para encender lumbre por medio de los rayos solares.

Por la misma época, el fuego sacro que las Vestales dejaban apagar, se encendía de nuevo tambien por medio del Sol, pero valiéndose de espejos metálicos semejantes á los de Arquímedes, restablecidos despues por Buffon. Plinio el Antiguo, hablando de diversas especies de vidrios, y principalmente de los obsidianos facticios, y de su uso en la fabricacion de vasos para beber, dice que se puede encender lumbre por medio de un globo de vidrio lleno de agua. A propósito de los mismos globos, dice Séneca que sirven para agrandar los objetos, permitiendo así leer las letras mas diminutas. Plinio describe esmeraldas que servian de espejitos portátiles, entre otras, una que pertenecia á Neron, y que, al contrario de las anteriores, le servia de lente para mirar el combate de los gladiadores. Neron era miope. ¿Sería cóncavo este lente? Esto no lo explica el escritor. De modo que el vidrio era ya conocido de los Egipcios, de los Asirios, de los Griegos, de los Romanos, y quizas tambien de un gran número de otros pueblos antiguos. Ciertas propiedades de la óptica y de la catóptrica habian sido descubiertas; y sin embargo los antiguos no inventaron ni el telescopio, ni el microscopio, ni el antejo, ni los lentes, ni aún las gafas : todos los testimonios, sobre el estado de las ciencias, y aún sobre las costumbres y usos de la sociedad, son unánimes para *probarlo*. Y sin embargo, los antiguos se servian de tubos para observar, — tubos vacíos, pero á pesar de esto, muy útiles, que ellos llamaban *dioptras*, ó dilatadores.

Los simples anteojos, ó gafas, lentes de escasa curvatura, destinados á auxiliar la vista de los miopes ó los présbites, no fueron inventados hasta el siglo XIII. Las obras de medicina anteriores á aquel siglo declaran la miopía incurable, mientras que las obras posteriores proponen las gafas para corregirla. Hacia el año de 1280 fué cuando tuvo lugar esta útil invencion. La humanidad, que conserva preciosamente los nombres de sus expoliadores, ha olvidado el del bienhechor que dotó á la vista humana de su complemento natural ¹.

1. Recuerdo haber visto en Roma, en el Museo del Vaticano, un cuadro de Nicolò Alunno representando los doce apóstoles, en el cual está san Felipe con sus gafas pues

El primer antejo de larga vista parece que fué inventado por casualidad, como tantas otras cosas útiles, por un niño que se divertía en mirar el campanario de Middelburgo, en Holanda, al traves de dos lentes ¹. Era el año 1606, y en aquel mismo año su padre, Juan Lippershey, fabricante de gafas, dirigió una súplica á los Estados generales de Holanda pidiéndoles un privilegio de invencion. Aquellos buenos senadores se apresuraron á hacer algunas objeciones verdaderamente imperdonables, entre otras, la de que era cosa desagradable eso de mirar sólo por un ojo y tener cerrado el otro!...; pero al fin concedieron 900 florines á Lippershey, con la condicion de que habia de fabricar sus antejos *para ambos ojos*; mas no tardaron en arrepentirse de esta concesion acordada, y acabaron por rehusar el privilegio pedido, porque era notorio, decian, que ya habian tenido varias personas conocimiento de la invencion. Y, en efecto, otro Holandés, Jacobo Métius, parece que construyó un primer catalejo al mismo tiempo que Lippershey. Nótese tambien que, cerca de un siglo ántes, Fracastor escribía estas líneas en una obra publicada en Venecia en 1538 : « Si se mira al traves de dos vidrios oculares, colocados uno sobre otro, se vén todos los objetos mas grandes y mas cerca de nosotros... La Luna se nos aproxima á la distancia de los campanarios. » — Y no se construyó el primer antejo astronómico hasta el año 1606.

¡Cuán lento es el progreso en la humanidad!

La era de la astronomía óptica sólo empezó realmente en el año 1609, cuando Galileo, habiendo oído hablar de la invencion holandesa, construyó en Italia el primer catalejo que se ha dirigido hácia el cielo. Su noble ambicion no tardó en verse recompensada por inesperadas revelaciones : las montañas de la Luna, las manchas del Sol, los satélites de Júpiter, las fases de Vénus, las estrellas de la Via láctea,

tas. Esto es un anacronismo, como con harta frecuencia suelen cometerlos áun los mas famosos pintores, y sobre todo los de aquella época. Nicolo Alunno fué uno de los maestros del Perugino, 1458-1492. En tiempo de Jesucristo, áun no se usaban anteojos de ninguna especie.

1. Véase nuestra HISTORIA DEL CIELO, 9ª velada, p. 273.

aparecieron desde luego á sus ojos maravillados. Este primer anteojó astronómico ha sido religiosamente conservado, hallándose hoy en la Academia de Florencia. Al tomarle en mis manos conmovidas, hace algunos años, parecíame como que guarda él algo de la gloria de los siglos pasados; y veía yo allí en espíritu al ilustre y venerable astrónomo, de pié, despues de ponerse el Sol, sobre uno de esos hermosos terrados de Italia, á la hora en que principian á alumbrarse las estrellas, dirigiendo con febril impaciencia aquel tubo maravilloso hácia los nuevos mundos descubiertos en el cielo, y recibiendo de arriba las sublimes confidencias que ningun mortal habia conocido hasta entónces... ¡Pobre Galileo! Tristemente debia él expiar la gloria de haber rasgado el velo que hasta aquel momento habia ocultado los esplendores de la creacion, y el honor de haber así elevado á la humanidad nácia aspiraciones mas nobles y mas puras.

Tal vez no sentimos ni mostramos un reconocimiento tan profundo cuanto debiera serlo hácia los hábiles y laboriosos industriales que por sus incesantes esfuerzos han conducido la ciencia y el arte de la óptica al grado de perfeccion en que hoy se hallan, á pesar de las resistencias de toda especie que el progreso ha tenido que vencer siempre : tal vez no miramos tampoco con toda la admiracion de que es realmente digna, esa sustancia mineral de modesta apariencia que llamamos *vidrio*. Y sin embargo es mas preciosa que el oro y el diamante, y el papel que ella representa en la historia de la humanidad apénas puede ser apreciado en su justo valor. Desde luego, sin el vidrio, la civilizacion no habria podido avanzar nunca hasta nuestros climas septentrionales; pues él sólo nos permite vivir al abrigo del frio, del viento y de la intempérie, conservándonos el beneficio de recibir la luz del dia, el calor del Sol y de poder contemplar la naturaleza exterior. El vidrio es el que ha fundado la fisica experimental por medio del barómetro, y el termómetro. Él es el que ha dado origen á los dos nuevos órganos visuales de la humanidad moderna : el microscopio, que nos ha descubierto lo infinitamente pequeño, y el telescopio, que nos transporta á lo infinitamente grande. La ciencia casi toda entera

es debida á los servicios prestados por ese puñado de arena fundida, por esa sustancia vitrificada... ¡Oh pura y nítida sustancia! el espíritu del pensador te mira con simpatía, pues has sido mas benéfica para la humanidad y mas útil á los progresos de los conocimientos humanos, que todos los conquistadores y monarcas reunidos, desde Sesóstris hasta Guillermo de Prusia.

CAPITULO II

EL NUEVO ORGANO VISUAL DE LA HUMANIDAD. — LOS MAS GRANDES
ANTEOJOS ASTRONOMICOS CONSTRUIDOS HASTA HOY

El progreso en el mejoramiento de los anteojos astronómicos ha sido mas lento de lo que parece. Sólo de unos cincuenta años á esta parte es cuando la óptica ha entrado en su verdadera via de perfeccion. Para citar un ejemplo de la rareza de los buenos instrumentos de óptica á principios de este siglo, harémos notar que nuestro anteojo astronómico mas generalizado hoy, cuyo objetivo mide 11 centímetros de diámetro (4 pulgadas antiguas) y cuya longitud es de 1 metro y 60 centímetros, anteojo que todo astrónomo tiene actualmente en su casa para su uso particular, no existia entonces en Francia. En 1804, estando Napoleon haciendo sus preparativos para trasladarse al campamento de Boulogne, hizo llamar á Delambre y le pidió el mejor anteojo de la direccion del Observatorio (*Bureau des longitudes*). — « Señor, respondió el astrónomo, podemos daros el anteojo de Dallond; pero Vuestra Majestad haria un gran servicio, y muy grato á los astrónomos, si se dignara concedernos en cambio un excelente anteojo, de 4 pulgadas, que acaba de construir M. Lerebours. — ¿ Conque ese es mejor aún? — Sí, Señor. — Pues entonces lo guardo para mí. »

Este objetivo acromático de 11 centímetros fué el primero que se construyó en Francia.

Antes de aquella época se habian construido anteojos mucho mas grandes, pero que coloreaban las imágenes á causa de la refraccion. Sus objetivos no podian recibir sino una débil curvatura, y la distancia focal era enorme. En tiempo de Luis XIV habia uno en el Observatorio de Paris que media 300 piés de largo! y sin embargo no podia aumentar sino 600 veces. Carecia de tubo, y era menester tener el ocular en la mano. El tubo, en efecto, no es necesario para la marcha de los rayos luminosos en un antejo; pero ya se comprende cuán incómodos eran tales instrumentos. Y no obstante en aquella misma época se trató de construir un antejo de 10 000 piés, « que debia hacernos ver los animales de la Luna ». (No se atrevia aún nadie á decir los hombres, porque no habrian podido ellos descender de Adan ni ser redimidos!)

El descubrimiento de los vidrios acromáticos — así llamados porque no colorean los rayos luminosos — permitió ya construir objetivos formados de dos lentes yuxtapuestas y complementarios uno de otro, obteniendo así imágenes puras. Para formarse una idea de la perseverancia que necesitan los ópticos y de los obstáculos que encuentran en la construcción de los grandes objetivos, haremos observar que las dificultades crecen como el *cubo* del diámetro: un objetivo de 20 centímetros es 8 veces mas difícil de lograr que uno de 10; y uno de 21 centímetros 27 veces mas difícil que uno de 7.

Indicarémos brevemente el progreso realizado en el mejoramiento de los anteojos, y señalaremos cuáles son los principales instrumentos construidos hasta hoy. En este capítulo sólo nos ocupamos de los *anteojos*, y no de los telescopios.

En 1823, acabó Lerebours de construir un antejo de 24 centímetros de diámetro y de 3 metros 32 centímetros de foco solamente, que le habia encargado Luis XVIII para el Observatorio de Paris. El año siguiente terminó Fraunhofer otro antejo del mismo diámetro y de 4 metros 53 centímetros de foco, para el Observatorio de Dorpat. Eran estos entónces los dos mejores instrumentos del mundo. (El gran problema de la óptica es el de construir los objetivos mas

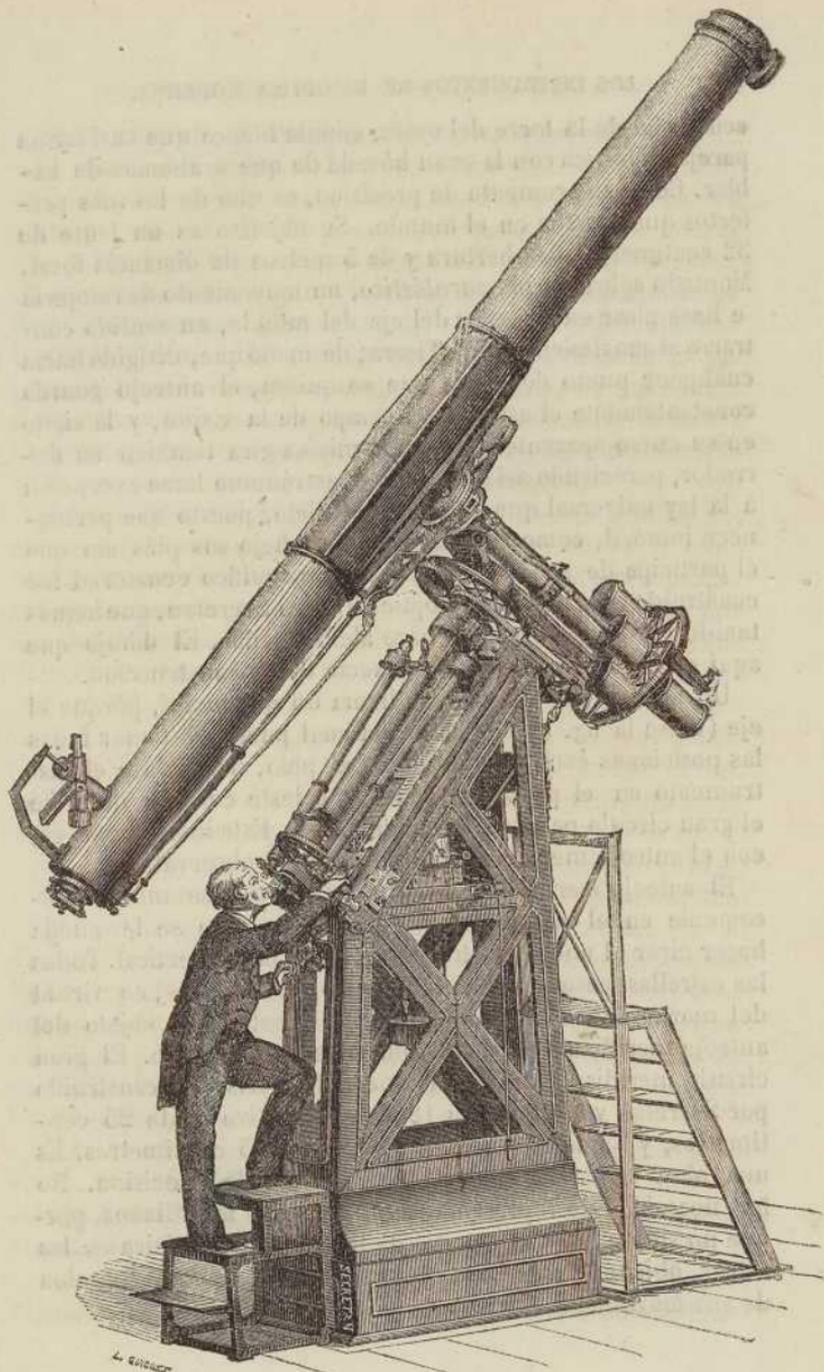
grandes que sea posible, los mas puros, y de tal curvatura que la distancia focal sea lo mas corta que pueda ser, para manejar cómodamente el instrumento. De dos anteojos de *igual potencia* visual, es siempre preferible el ménos largo.)

En 1829, se ensayó en el Observatorio de Paris un anteojo de 33 centímetros de diámetro y de 8 metros de longitud, construido por Cauchoix. Arago, que no queria bien á Cauchoix, le rehusó este instrumento, que al cabo de algun tiempo fué comprado por Sir James South para la Inglaterra, regalándole despues al Observatorio de Dublin, donde ha sido instalado pocos años ha solamente, siendo hoy uno de los mejores instrumentos que existen.

El óptico aleman Mertz, de Munich, terminó en 1838 un objetivo de 38 centímetros y de 7 metros de distancia focal para el Observatorio de Pulkowa, en Rusia. Todavía es hoy uno de los mejores instrumentos que existen, y uno de aquellos á los cuales se deben los mas brillantes descubrimientos. Produce aumentos de 1000 veces, y aún mayores.

En 1840, concluyó Lerebours, para el Observatorio de Paris, un objetivo de 38 centímetros de diámetro y de 8 metros de foco. Los ópticos ingleses construyeron en la misma época un anteojo de iguales dimensiones para el Observatorio de Cambridge (Estados Unidos). Estos tres anteojos de 14 pulgadas (Pulkowa, Paris y Cambridge) eran los tres mas bellos instrumentos de los Observatorios á mediados de este siglo. Desgraciadamente el de Paris no realizó las esperanzas que en él se habian fundado : la pureza y el valor del objetivo no corresponden á sus dimensiones. Puede sin embargo servir para ciertas observaciones, y en la actualidad se halla montado, despues de haber sufrido muchas vicisitudes, bajo la inmensa cúpula oriental de la azotea del Observatorio, la mas grandiosa bóveda giratoria que existe. (Desde 1860 hasta 1875, la cúpula habia permanecido solitaria, y la mayor curiosidad que ella ofrecia, de 1871 á 1874, era la de hallarse admirablemente constelada de estrellas por las innumerables balas de chassepot que la acribillaron en los últimos dias de las convulsiones y la agonía de la Commune.)

El mejor anteojo del Observatorio de Paris es el grande



Echelle $\frac{1}{25}$

Fig. 5.—Anteojó ecuatorial del Observatorio de Paris (torre del Oeste). (Escala $\frac{1}{10}$).

ecuatorial de la torre del oeste, cúpula blanca que casi forma pareja simétrica con la gran bóveda de que acabamos de hablar. Como instrumento de precision, es uno de los mas perfectos que existen en el mundo. Su objetivo es un lente de 32 centímetros de abertura y de 5 metros de distancia focal. Montado sobre un pié *paraláctico*, un movimiento de relojería e hace girar en derredor del eje del mundo, en sentido contrario al movimiento de la Tierra; de modo que, dirigido hácia cualquier punto del cielo que se quiera, el anteojo guarda constantemente el astro en el campo de la vision, y le sigue en su curso aparente. La cúpula misma gira tambien en derredor, pareciendo asi como que el astrónomo hace excepcion á la ley universal que trasporta el cielo, puesto que permanece inmóvil, como si el globo girase bajo sus piés sin que él participe de su movimiento. Este magnífico ecuatorial fué construido en 1860 por el óptico frances Secretan, que hemos tenido el dolor de perder hace algunos años. El dibujo que aquí estampamos da una idea exacta de su construccion.

Un anteojo asi montado se llama un *ecuatorial*, porque el eje (véase la fig. 3) alrededor del cual puede él tomar todas las posiciones está dirigido hácia el polo, hallándose el instrumento en el plano del ecuador celeste cuando describe el gran círculo perpendicular á dicho eje. Este instrumento es, con el anteojo meridiano, la base de todo observatorio.

El anteojo *meridiano* se llama asi, porque se mueve únicamente en el plano del meridiano, sin que se le pueda hacer girar al uno ú al otro lado de este plano vertical. Todas las estrellas pasan por el meridiano en 24 horas, en virtud del movimiento diurno de la esfera celeste, y el objeto del anteojo meridiano es el de comprobar su tránsito. El gran círculo meridiano del Observatorio de Paris fué construido por Secretan y Eichens, en 1863; su objetivo mide 25 centímetros, y su longitud es de 3 metros 85 centímetros. Es una obra maestra, un verdadero modelo de precision. No hay necesidad de representar aquí anteojos meridianos, porque no sirven para el estudio de la constitucion fisica de los astros, objeto de este libro, sino sólo para la comprobacion de sus movimientos.

El ecuatorial del Observatorio del Colegio romano, con cuyo auxilio ha hecho el P. Secchi tan brillantes descubrimientos, fué construido en 1854, por Mertz, de Munich. Su objetivo mide 24 centímetros, y su longitud es de 4 metros 32 centímetros. Sus oculares se extienden hasta 760 y 1000. El sabio astrónomo romano le ha aplicado un espectróscopo de grande potencia para el estudio especial del Sol: Hallándose yo en Roma, fui varias veces llamado á contemplar las protuberancias, mangas ó chorros de llamas, de cuarenta y cincuenta mil leguas de altura, que constantemente brotan y se desprenden alrededor de aquel astro gigantesco, como la onda colosal en las mas espantosas tempestades.

Desde 1850 hasta 1860, fueron construidos en Francia varios grandes anteojos, por Porro y por Dien : dos de ellos median hasta 55 centímetros (Porro), y 52 (Dien); su longitud era de 15 metros para el primero y 13 para el segundo. Pero no alcanzaban mayor potencia que el ecuatorial de 32 centímetros del Observatorio de Paris.

En 1860 se estableció en Nueva York un grande ecuatorial, por medio del cual ha obtenido M. Rutherford sus bellas fotografías de la Luna, de las que en otro lugar hallará el lector un modelo. Este instrumento tiene por objetivo un lente de 33 centímetros.

En 1861, fué instalado en el Observatorio real de Greenwich un grande ecuatorial de 32 centímetros de abertura, que puede considerarse en igual rango que el de Paris. En la descripción que el venerable director del Observatorio de Inglaterra, M. Airy, ha tenido á bien enviarme, no hay menos de 55 figuras de precision en las diferentes piezas que constituyen dicho aparato. Su armazon es muy diferente de la del de Paris; pero los dos instrumentos son análogos y sirven para los mismos usos.

El Observatorio de Chicago se hizo construir, en la misma época, por Alvan Clark, un antejo cuyo objetivo tiene un diámetro de 47 centímetros. El Observatorio de Cincinnati posee otro antejo equivalente.

Es una observacion muy digna de hacerse aquí, la de que el mas grande antejo de Europa no pertenece á un observa-

torio nacional, ni á un gobierno, ni á un astrónomo de profesion, sino á un comerciante retirado de los negocios, que hace el mas digno y noble empleo de su fortuna : á M. Newall, fabricante de cables submarinos en Inglaterra. Como muchos de sus compatriotas, este rico Inglés se ha hecho construir un observatorio donde se dedica al estudio de la astronomía, hallando mas agradable el ocupar así su tiempo y su fortuna que amontonar sumas improductivas ó gastarlas locamente en carreras de caballos, en el juego, ó de tantas otras maneras inútiles ó nocivas.

M. Newall se ha permitido el lujo de construir un instrumento que no le cuesta ménos de 250 000 francos, y que ha hecho instalar en la magnífica casa de campo de la cual hace él su residencia ordinaria, en Gateshead, junto á Newcastle, á orillas del Tyne. El objetivo mide 63 centímetros de diámetro. Sus constructores son Cook and Sons. Este instrumento prodigioso no conoce aún rival en Europa.

Como puede verse en nuestra figura 4, que representa este magnífico anteojó, el tubo semeja algo la forma de un cigarro; es de palastro ó acero colado, y está perfectamente equilibrado por un contrapeso de unos 150 kilógramos. Hállase colocado sobre un pié de una solidez inquebrantable, y cuyo peso no baja de 10 toneladas. Este pié es de hierro, hueco, y en su interior es donde se mueve la pesa de un mecanismo de relojería que da al anteojó un movimiento ecuatorial. Su dimensión será apreciada comparándola con la del hombre colocado á sus piés como punto de comparacion. Este gigantesco instrumento ha encontrado ya sin embargo, en América, otro que le aventaje.

El observatorio nacional de los Estados Unidos, en Washington, se ha hecho construir recientemente el mas grande anteojó que existe. El objetivo, que mide 26 pulgadas inglesas, es decir 66 centímetros, ha sido fabricado por Chance, de Birmingham. Este instrumento, instalado en 1872, da imágenes muy netas, con un grosor ó aumento de 1300. Su coste total ha sido de unos 50 000 dollars, ó pesos fuertes.

Por último, añadiremos aún que los ópticos Clark, de Cambridge (Massachusetts) emprendieron en 1872 la fabri-

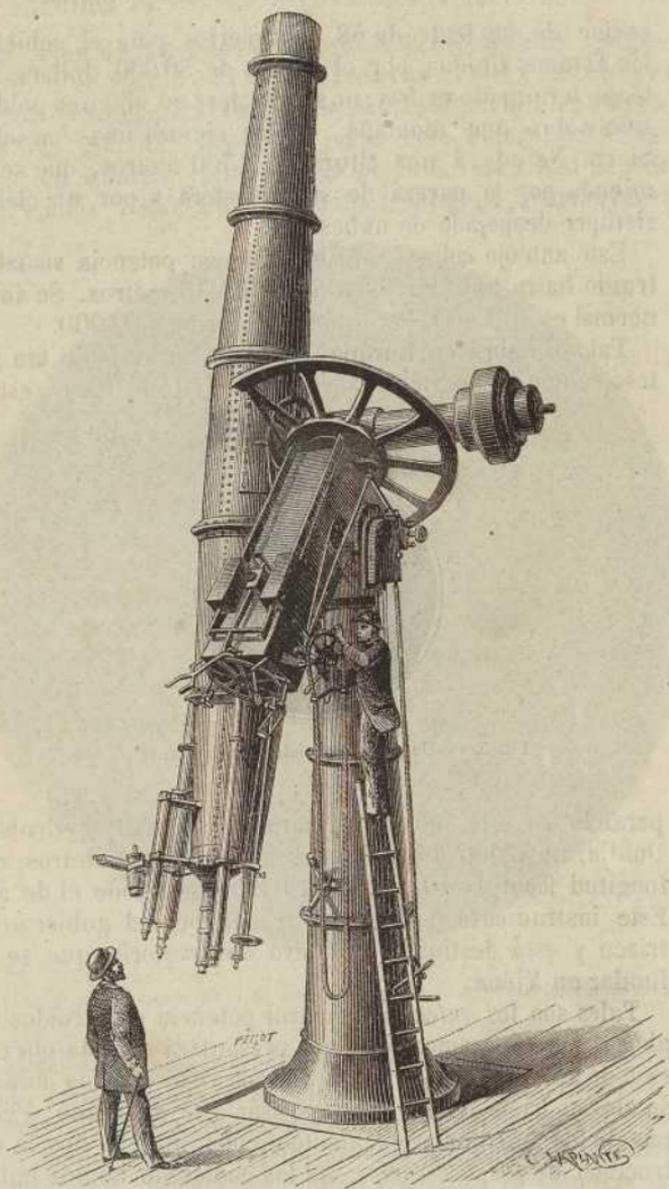


Fig. 4.—El anteojo de mayor potencia que existe en Europa.

cacion de un lente de 68 centímetros para el gobierno de los Estados Unidos, por el precio de 50 000 dollars. El anteojo, terminado ya hoy, no se instalará en ninguna poblacion, sino sobre una montaña, en las elevadisimas mesetas de Sierra Nevada, á una altura de 2 700 metros, que se recomienda por la pureza de su atmósfera y por un cielo casi siempre despejado de nubes.

Este anteojo colosal será el de mayor potencia visual construido hasta hoy. Su longitud es de 16 metros. Su aumento normal es de 1 400, pero puede llegar hasta 2 000.

Tal vez habrá en Europa, en 1878, un anteojo tan gigantesco como el de Sierra Nevada. M. Feil, de Paris, está pre-

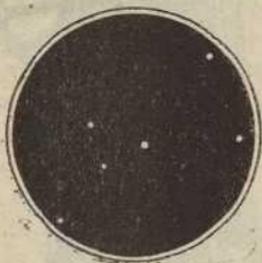


FIG. 5. — Un punto del cielo visto á la simple vista.

parando en este momento, para el constructor Grubb, de Dublin, un objetivo que deberá medir 68 centímetros, con la longitud focal de 10 metros. El tubo será todo él de acero. Este instrumento ha sido encargado por el gobierno austriaco y está destinado al nuevo observatorio que se va á fundar en Viena.

Tales son los *anteojos* de mayor potencia construidos hasta ahora. A cada momento se nos presentará en esta obra ocasion de apreciar sus servicios. Hemos visto que los aumentos se elevan hasta 2 000, sin traspasar este guarismo. Pero al par de los anteojos propiamente dichos, marcha hoy la construccion de los *telescopios*, de los cuales no hemos hablado aún, y serán el objeto del capítulo siguiente.

Para formarse una idea de la potencia de vision sucesiva-

mente obtenida por estos progresos ópticos, debe de compararse el cielo visible á la simple vista con el cielo descubierto por esos ojos gigantes. La vista humana, dejándola en su propia y sola potencia, distingue, en el cielo entero, 6000 estrellas, en número redondo; las mejores vistas han llegado hasta contar 7300. Los astrónomos antiguos distribuyeron

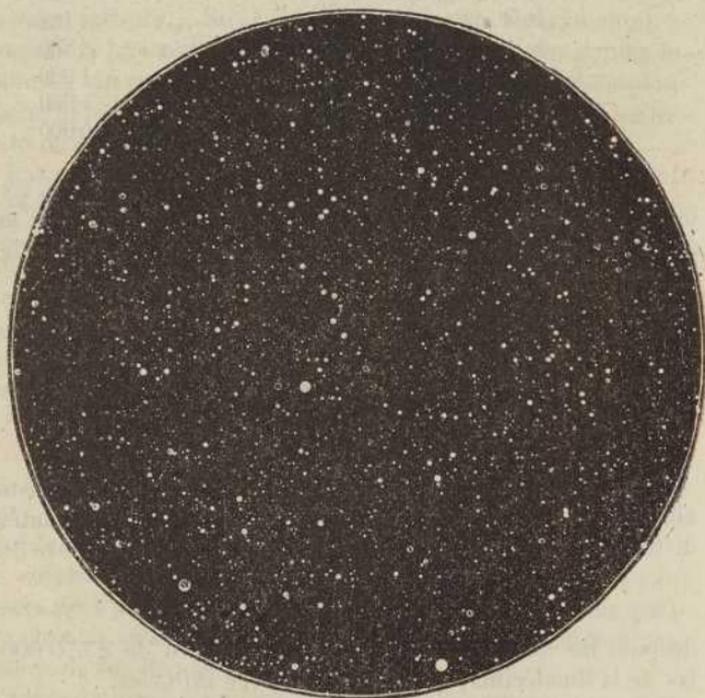


FIG. 6. — El mismo punto del cielo, visto por un anteojo del Observatorio de Paris.

las estrellas visibles á la simple vista en seis clases, segun su brillo, formando las mas brillantes la primera magnitud, y las mas débiles, aquellas que apenas distingue nuestra vista en el fondo negro del cielo, la sexta magnitud. Pues bien, los primeros anteojos de Galileo revelaron ya estrellas que los ojos del hombre no habian visto iamas, y las cuales, con-

tinuando la serie decreciente que acabamos de indicar, formaron la séptima magnitud, ó séptimo orden de brillo. El número de las estrellas conocidas vino á ser pues ya como sigue :

Estrellas de 1 ^a magnitud.....	18
— de 2 ^a magnitud.....	59
— de 3 ^a magnitud.....	182
— de 4 ^a magnitud.....	550
— de 5 ^a magnitud.....	1 620
— de 6 ^a magnitud.....	4 900
— de 7 ^a magnitud.....	16 000

¡Eran ya entónces 16 000 estrellas mas, nuevamente vistas! Pero las mejoras introducidas en la construccion de los anteojos no tardaron en hacer ver estrellas de octava magnitud, en número de :

58 000

y poco tiempo despues, las de la novena magnitud, que son :

210 000

Penetrando cada vez mas profundamente en los celestes abismos, los anteojos astronómicos llegaron mas adelanté á distinguir las estrellas de la décima magnitud, en número de

735 000

despues las de la undécima, cuyo número es de 2 570 000; las de la duodécima, que pasan de *nueve millones*.

La décimotercia magnitud, conocida mucho tiempo ha, ha visto su guarismo sobrepujado por el de la décimocuarta, la cual á su vez ha cedido el paso á la décimoquinta. El grande ecuatorial de M. Newall muestra hoy ya las estrellas de la décimosexta magnitud; y mañana, el nuevo anteojo de los Estados Unidos dará á conocer las de la decimoséptima.

Hace cuarenta años, podia calcularse en 50 millones el número de las estrellas visibles con los mejores anteojos; veinte años ha, ese guarismo ascendia ya á 75 millones; hoy

pasa de *cien millones*. El número de las estrellas crece en proporción de las distancias alcanzadas. Tracémos con la imaginación esferas que se vayan sucediendo una mas allá de otra alrededor de nosotros, cada vez mas grandes, cada vez mas inmensas : el espacio que ellas contendrán será cada vez mas vasto y cada vez mas poblado de estrellas..., y así hasta el infinito... Si el alcance de nuestros instrumentos se extendiera hasta el infinito, el cielo se cubriría de puntos luminosos tan multiplicados, que aparecería todo él resplandeciente como el Sol, pues no habría el menor vacío desprovisto de estrellas.

Las dos figuras anteriores, que hemos colocado de frente para la comparacion, dan una idea del cielo estrellado, visto á la simple vista, ó valiéndose de los auxilios ópticos de la astronomía contemporánea. La primera muestra un punto del cielo visto á la simple vista, y la segunda *el mismo punto*, visto por el ecuatorial de 27 centímetros del jardin del Observatorio de Paris, cuya potencia sin embargo no se extiende mas allá de la 13^a magnitud. El cielo deja de ser oscuro, y se convierte en una polvareda de soles.

Merced á estos instrumentos, es como las bellas revelaciones de la astronomía física han descendido del cielo, los paisajes lunares se han hecho visibles... y distinguimos desde aquí los detalles de los anillos de Saturno, — las nubes y las corrientes atmosféricas de Júpiter, — los continentes y los mares de Marte, — las montañas de Vénus; — en una palabra, la naturaleza, la constitucion y aún la configuracion geográfica de los demas mundos.

Tal es la proporción que existe entre los nuevos ojos de la humanidad y los ojos de nuestros padres.

CAPITULO III

LOS TELESCOPIOS DE MAYOR POTENCIA VISUAL QUE EXISTEN

Estimulada por la legitima ambicion de penetrar mas rápida y mas profundamente aún en los abismos del infinito, la ingeniosa inteligencia humana ha buscado otra via para acrecer los progresos obtenidos por la construccion de los anteojos astronómicos, y á par de éstos, ha inventado los telescopios.

Bien que, por su etimología, el nombre de *telescopio*, que significa « ver de léjos », se aplicó desde luego á todos los instrumentos destinados á la observacion de los objetos lejanos, hase consagrado ha mucho tiempo el nombre de *anteojos* á los instrumentos que acabamos de describir, reservando el de *telescopios* á estos otros de los cuales vamos á hablar. Sin embargo, en Inglaterra se suelen designar hoy aún indiferentemente unos y otros bajo el nombre de telescopios; y cuando se quiere diferenciarlos, llaman allí á los primeros refractores, y reflectores á los segundos; denominaciones que están en relacion con la disposicion y el juego de los rayos luminosos en los dos casos. Por lo demas, las palabras *telescopios*, *telescópicos*, se emplean generalmente en las descripciones siempre que se trata de observaciones de astros invisibles á la simple vista.

El *telescopio* propiamente dicho tiene por pieza esencial, no un lente de vidrio, sino un *espejo*. Conviene saber esto des-

de luego, y no olvidarlo. Este espejo ocupa la parte inferior del tubo del telescopio, es decir, aquella en que se coloca el ocular en los anteojos. La parte superior del tubo queda libre. Como se vé, esto ya constituye una diferencia esencial de construcción y de forma entre el antejo y el telescopio.

La figura siguiente, que representa el corte ó sección teórica de un telescopio del sistema de Newton, da una idea exacta de la manera cómo se forman las imágenes en este instrumento. El *espejo*

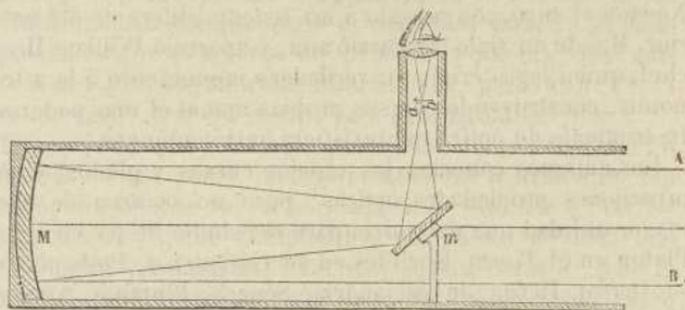


FIG. 7. — Teoría del telescopio en su expresión mas sencilla.

curvo M ocupa el *fondo* del tubo; los rayos, A y B, procedentes del astro que se observa, llegan á este espejo, reflejan en él, y son lanzados sobre otro espejito plano *m* colocado en el interior del tubo; este espejito, que tiene una inclinación de 45 grados, refleja á su vez los mismos rayos hácia un lado del tubo, que está abierto en este sitio, y es donde se aplica el ojo para mirar la imagen. Allí hay un ocular que la amplifica.

Para observar en un telescopio de esta construcción, no debe uno pues colocarse en una de las extremidades del instrumento, como sucede con los anteojos, sino *de lado*, lo cual no deja de sorprender siempre á las personas que por primera vez ven observar en un telescopio.

Los espejos de telescopios se han fabricado durante mucho tiempo de un metal análogo al de las campanas: en diferentes ensayos, se han cambiado muchas veces las proporciones de la mezcla, á fin de obtener la mejor superficie reverberante; pero en

seguida se los ha abandonado, hasta el momento en que el óptico frances Foucault ha vuelto á ponerlos en uso, mediante la sustitucion del vidrio al metal, lo cual facilita el trabajo y al mismo tiempo da excelentes resultados ópticos.

La primera idea del telescopio se halla en una obra publicada en Lyon en 1652, por el P. Zucchius, quien anuncia en ella que, desde el año 1616, habia él concebido el proyecto de este instrumento. Sin embargo, hasta 1663 no llegó á leerse la descripcion completa de un telescopio, debido al sabio inglés Sir James Gregory. Diez años despues, construyó Newton el suyo, con arreglo á un sistema diferente del anterior. Mas de un siglo trascurrió aún, y apareció William Herschel, quien logró erigir un verdadero monumento á la astronomía, construyendo con sus propias manos el mas poderoso instrumento de óptica que existiera hasta entónces.

Los antiguos conocian los espejos curvos y planos, y sus principales propiedades ópticas; pero no sacaron de ellos mayor utilidad que del vidrio para el estudio de las ciencias. Platon en el *Timéo*, Euclides en su *Catóptrica*, Ptolomeo en su *Optica*, Heron de Alejandria, Séneca, Plutarco, Apuleo, y otros varios escritores de la antigüedad, hablan de los espejos cóncavos y del aumento de las imágenes que ellos producen. Hasta existe una leyenda relativa á un espejo colocado sobre el faro de Alejandria, el cual permitia ver los buques á la distancia de mas de cien leguas, segun Ameilhon, y aún á mas « de quinientas leguas », segun Benjamin de Tudela. El escritor árabe Aboulfeda refiere tambien que dicho espejo fué destruido por los cristianos, poco despues de la época de Mahoma. De esta tradicion deduce Buffon que el telescopio de reflexion era conocido por los sabios alejandrinos; pero su astronomía prueba lo contrario. Por otra parte, la exageracion de las descripciones es evidente, por el solo hecho de que la curvatura del mar impediria ver buques á quinientas, y aún á cien leguas de distancia. Nosotros creemos, con M. Th. Henri Martin, de Rennes, que esa leyenda se refiere á un espejo mágico oriental, en el cual se vé todo cuanto se quiere ver. Tambien es de advertir que en Ragusa

había en el siglo XVI un espejo colocado en el fondo de un cilindro, que permitía ver imágenes bastante lejanas, entre otras los buques que había en él puerto. Este instrumento debía ser un producto notable del arte de cincelar y de bruñir los metales según una corvadura dada. Este era ya el precursor del telescopio, pero no era él aún, puesto que no había ocular.

Como ántes hemos dicho, uno de los mayores y mas célebres telescopios, ha sido el de William Herschel, construido á fines del siglo anterior, en Slough (Inglaterra). Este coloso llegó á preocupar las imaginaciones, no á causa de los descubrimientos astronómicos á los cuales hubiera él dado lugar (en lo que el público no pensaba siquiera), sino mas bien á causa de sus enormes dimensiones, que eran de 1^m,47 para el espejo y de 12 metros para la longitud del tubo ¹.

El espejo de este telescopio pesaba él solo mas de 1000 kilogramos. Para poner en movimiento un instrumento tan pesado, Herschel se vió en la precisión de inventar un mecanismo excesivamente complicado, compuesto de toda una combinación de mástiles, escaleras, poleas, cordajes, todo el aparejo de un gran buque de guerra. Este aparato gigantesco no contribuyó poco á dar al telescopio de Slough su fantástica celebridad.

Hoy ya no existe este instrumento sino como una reliquia de familia, piadosamente conservada en el parque. El 1º de enero de 1840, se reunieron en Slough Sir John Herschel,

1. Por mas gigantescas que ellas sean, estas dimensiones fueron aún súbitamente exageradas por la fama que cundió en el vulgo. Una mañana circuló en Londres el rumor de que el ilustre astrónomo acababa de dar un baile en el tubo cilíndrico de su telescopio. Esta fantástica noticia pareció bastante original, pero contribuyó mucho á creer verdaderamente fenomenal el instrumento que era ya reputado como un coloso.

La noticia del supuesto baile de Herschel fué desmentida; hallándose que se había confundido al célebre astrónomo con un cervecero, y su gran telescopio con un inmenso tonel de cerveza, dentro del cual, en efecto, había tenido su dueño la humorada de hacer bailar un rigodon. Algun desocupado sin duda quiso divertirse inventando un cuíste más ó menos mordaz, trasladando á Slough el lugar de la fiesta, y haciendo bailar á toda una sociedad dentro de un tubo de hierro, donde á una persona de la talla mas modesta le costaría mucho trabajo el poderse tener de pié. Pero tan prevenidas estaban las gentes en favor de la exuberante magnitud del famoso instrumento de Herschel, que la desmentida no fué por todos aceptada, y mucho tiempo despues se hablaba aún del singular baile dado en él por el grande astrónomo.

hijo de William, su esposa, sus hijos, en número de siete, y algunos antiguos servidores de la familia, para celebrar la memoria del telescopio y de los inmensos descubrimientos hechos por el inmortal astrónomo. A las doce en punto, la asamblea dió procesionalmente varias vueltas alrededor del monumento. Después entraron todos en el tubo del telescopio, y sentándose en unas banquetas preparadas allí al efecto, entonaron un *Requiem* en verso inglés, compuesto por el mismo Sir John Herschel. Terminado este canto fúnebre, la ilustre familia salió del tubo, se colocó en derredor de él formando círculo, procediéndose en seguida, con toda solemnidad, á cerrar herméticamente y á sellar su abertura. La jornada terminó con una fiesta íntima.

Oriundo de una familia hannoveriana, honorable pero de escasa fortuna, William Herschel dióse él mismo todo su valor y toda su gloria. Después de haber construido sus telescopios por sus propias manos, inmortalizó su nombre con el descubrimiento del planeta Urano y con sus inmensos trabajos sobre las estrellas dobles, las nebulosas y los mas grandes problemas de la astronomía sideral. Su hermana Carolina poseía una rara instruccion en la ciencia astronómica, asociándose con frecuencia á sus observaciones. Su hijo, Sir John Herschel, ha sido uno de los astrónomos mas notables de este siglo. Su nieto, Alejandro Herschel, sigue, aunque á cierta distancia, las huellas de sus predecesores.

El mayor de los telescopios construidos hasta hoy, es el que ha sido instalado por Lord Rosse en el parque de su castillo de Parsonstown, en Irlanda, el cual le ha hecho descubrir las espléndidas maravillas de las nebulosas en espiral, esos montones de soles tan lejanos de la Tierra, que su luz emplea millones de años para llegar hasta nosotros. El tubo de este telescopio verdaderamente colosal mide 55 piés ingleses (16^m,76) de longitud, y pesa 6 604 kilogramos. Por su forma, podría comparársele á la chimenea de un buque de vapor de proporciones enormes; y la parte inferior termina en un ensanche ó gran cavidad de figura cuadrada, especie de cajon que encierra el espejo, cuyo diámetro es de 6 piés (1^m,83), y su peso de 3 809 kilogramos, es decir, cerca de cuatro veces

el peso del de Herschel. El peso total del aparato es de 10 413 kilogramos. Instalado en una especie de fortaleza oblonga, de unos 75 piés de norte á sur, este magnífico instrumento se halla colocado entre dos murallas laterales almenadas, como de cincuenta piés de altura, construidas en ambos lados para servir de punto de apoyo al mecanismo destinado á moverle ¹. Este ojo gigante puede escudriñar las profundidades del cielo mas allá de toda distancia que la vista del hombre haya podido penetrar jamas. Su primer triunfo fué descubrir la forma exacta de las nebulosas.

Nuestro maestro y amigo Babinet ha escrito que este telescopio permitiría ver en la Luna manadas ó rebaños de animales como los de los búfalos de América; que tropas marchando en órden de batalla serían muy visibles; que monumentos análogos á los nuestros, tales como el Observatorio de Paris, la catedral, el Louvre, se distinguirían allí fácilmente, y mejor aún los objetos extensos en longitud, como las corrientes de nuestros ríos, la configuración de nuestros canales, de nuestras murallas, de nuestras carretéras, de nuestros ferro-carriles, y de nuestros plantíos regulares. Todo esto sería así, en efecto, si el espejo de este telescopio fuera perfecto; pero su valía no corresponde á su tamaño ni á su precio ², y aunque hace descubrir maravillas, no es bastante neto para mostrar en la Luna ni en los planetas detalles muy precisos.

Telescopios *mas perfectos* que los de Herschel y de Lord Rosse se han construido despues. En 1862, M. William Lassell, comerciante de Liverpool, retirado de los negocios, instaló en el hermoso clima de la isla de Malta un admirable telescopio construido por él mismo. El espejo es de metal, y mide cuatro piés ingleses, ó 1^m,22 de diámetro. El instrumento está establecido conforme al sistema newtoniano, y su longitud es de 37 piés (11^m,40). El ocular se halla colocado en la extremidad superior del tubo, que él atraviesa perpendicular-

1. Por no repetirnos en nuestras obras, no hemos reproducido aquí el dibujo de estos dos gigantescos instrumentos, de Herschel y de Lord Rosse, que se pueden admirar en nuestra obrita de astronomía popular, las *Maravillas celestes*, 5^a edic., p. 45 y 47.

2. Costó 300 000 francos á su propietario.

mente, á fin de poder mirar al espejito plano, inclinado 45 grados, sobre el cual vienen convergentes los rayos luminosos reflejados por el grande espejo que se halla en la parte inferior del tubo. El astrónomo se vé por consiguiente obligado á elevarse hasta la altura del ocular, y al efecto se ha construido una verdadera torre, que se desliza por un ferro-carril alrededor del telescopio. Esta torre es de varios pisos, y el astrónomo se coloca en un balcon movable que puede subir y bajar segun las alturas necesarias á la observacion, y acercarse al centro segun la inclinacion del telescopio, á fin de poder siempre tener sus ojos junto al ocular. Como los oleajes de aire que constantemente atraviesan la atmósfera en todos sentidos, y sobre todo verticalmente, despues de un dia caluroso, lamiendo las paredes de los edificios, son muy perjudiciales á la nitidez de las imágenes, cuando el grosor requerido es muy fuerte, trátase de evitarlos en lo posible instalando los grandes instrumentos al aire libre. Así sucede con éste. Para facilitar su manejo y disminuir el peso, el tubo es calado, como se vé en nuestro dibujo¹.

Los aumentos aplicables á este telescopio varian desde 500 á 1500. Sirviéndose de este instrumento descubrió M. Lassell el satélite de Neptuno, y tambien los dos mas próximos á Urano, empleando un ocular que aumenta 1060 veces. Otros descubrimientos no ménos brillantes han recompensado este magnífico trabajo.

Miéntras que en Europa realizaba la óptica tan admirables progresos, una colonia inglesa, muy nueva sin embargo, apénas nacida en la escena del mundo, se consagraba tambien al culto de Urania, ambicionando, desde sus primeras aletadas hácia el Cielo, traspasar de un vuelo todo el camino tan lentamente recorrido por el viejo continente. La ciudad de Melbourne, capital del gobierno de Victoria en Australia, que no existia aún en 1850, y que ha salido repentinamente de los bosques como bajo la influencia mágica de una varilla de hadas, contando hoy 130 000 ciudadanos; la ciudad de Melbourne, que ofrece hoy á los ojos maravillados del viajero un Museo

1. El instrumento completo no ha costado mas que 72 000 francos á su constructor.

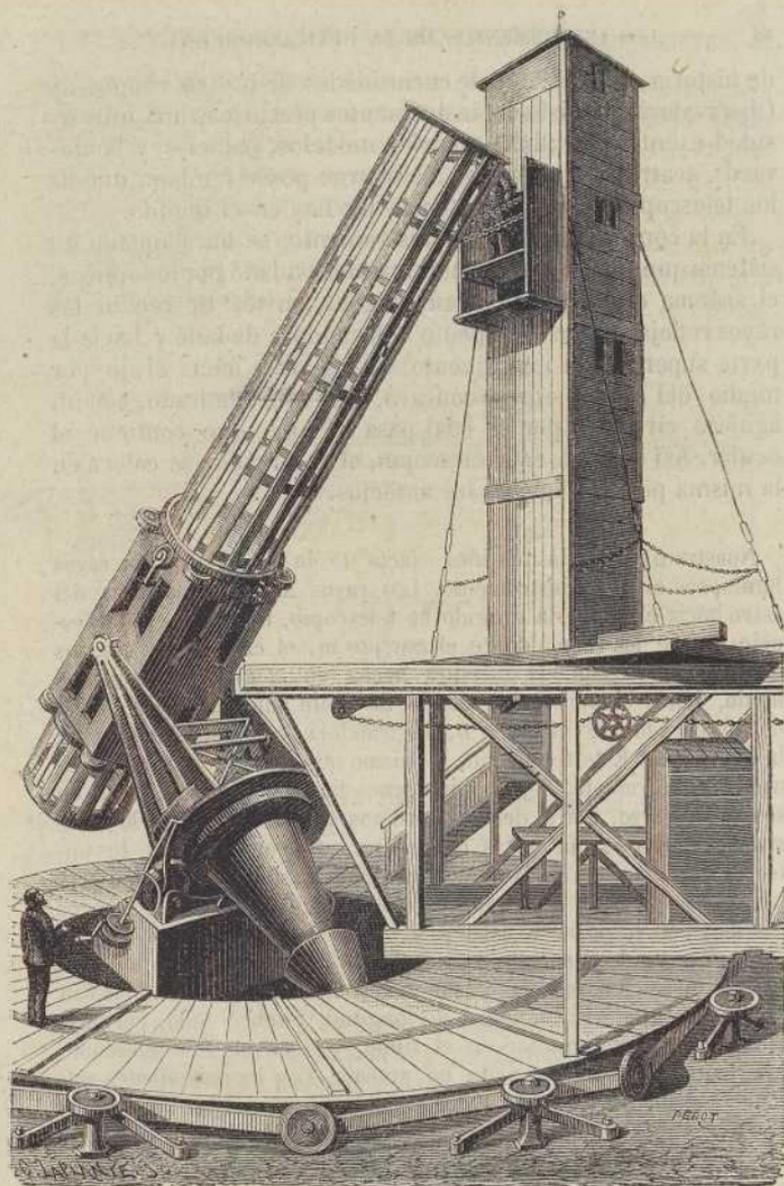


Fig. 8.—El gran telescopio de Lassel.

de historia natural lleno de curiosidades de los tres reinos, un Observatorio provisto de instrumentos preciosos, una universidad exenta de rutina, escuelas modelos, palacios y boulevards, teatros y conciertos; Melbourne posee tambien uno de los telescopios de mayor potencia que hay en el mundo.

En la construccion de este instrumento, se ha adoptado un sistema que estaba ya casi enteramente olvidado por los ópticos, el sistema de Gregory, segun el cual, en vez de recibir los rayos reflejados por el espejito colocándose de lado y hácia la parte superior del instrumento, se los atrae hácia abajo por medio del grande espejo cóncavo, que está taladrado, con un agujero circular, por el cual pasa el tubo que contiene el ocular. Así que, en este telescopio, el observador se coloca en la misma posicion que en los anteojos.

Nuestra figura 9 da una idea exacta de la marcha de los rayos luminosos en este instrumento. Los rayos A y B, emanados del astro hácia el cual está dirigido el telescopio, llegan al grande espejo M, que los refleja sobre el espejito *m*, el cual, á su vez, los devuelve atravesando la abertura hecha en el grande espejo del fondo, hácia el punto *a b*, donde un lente aumenta, para el ojo del observador, la imágen *a b*, mostrándola, como si ella ocupara la flecha A'B'. Este telescopio, lo mismo que los que hemos examinado anteriormente, deja las imágenes tales cuales son, y no en sentido inverso. Por lo demas, harémos notar aquí, para lo sucesivo, que esta es una de las diferencias que existen entre los anteojos astronómicos y los telescopios, sean cuales fueren: los primeros presentan al revés los objetos, miéntas que los segundos los dejan en su posicion natural.

El sistema de construccion adoptado en el telescopio de Melbourne ofrece sus ventajas y sus inconvenientes. Las ventajas son reducir el tubo á su minimum de longitud, y sobre todo, permitir al astrónomo permanecer en el suelo, y servirse del telescopio con tanta facilidad como de un antejo. Los inconvenientes son tener ménos luz, pues la doble reflexion hace perder mayor número de rayos luminosos que en el sistema newtoniano, y producir una segunda imágen demasiado grande, hallándose amplificada cinco ó seis veces por el espejito.

El espejo mide, como el del telescopio de Lassell, cuatro

piés ingleses ($1^m,22$) de diámetro. Naturalmente la operacion capital consistia en fabricar bien este enorme espejo metálico. Se eligió para modelo de mezcla ó liga el metal del telescopio de Lord Rosse, compuesto de 4 equivalentes de cobre, por 1 de estaño, dando una excelente potencia reverberante y sin coloracion. Su potencia óptica equivale á la de un objetivo de 34 pulgadas inglesas (86 centímetros), que sería casi imposible fundir, en el estado actual de la óptica.

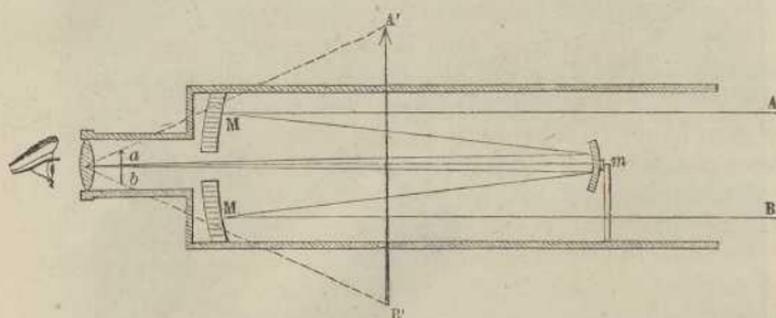


FIG. 9. — Teoría del telescopio de Gregory en su expresión mas sencilla.

En los talleres de Grubb, en Dublin, se instaló al efecto una máquina de vapor, con todo el material necesario para este gran trabajo : fundición, corvadura, desbaste, bruñido; espejito, también de metal, combado para poder recibir todos los rayos que le vienen del grande, y devolver la imagen hacia su centro; cuerpo del telescopio, extremadamente sólido; armazon del grande espejo sobre un sustentáculo digno de confianza, etc., etc. El instrumento fué instalado de manera que se le puede dirigir rápidamente y sin fatiga hacia todos los puntos del Cielo, y además, quedar despues movable, perfectamente equilibrado, y pudiendo girar automáticamente bajo la acción precisa de un mecanismo de relojería, á fin de seguir á los astros en su movimiento aparente sobre nuestras cabezas. No entraremos en mas minuciosos detalles. Las máquinas funcionaron durante un año, y simultáneamente, por espacio de un año también, fueron construidas las piezas por hábiles



operarios. Un extranjero, un curioso cualquiera extraño al objeto, que hubiera visitado aquellos talleres, habria creído

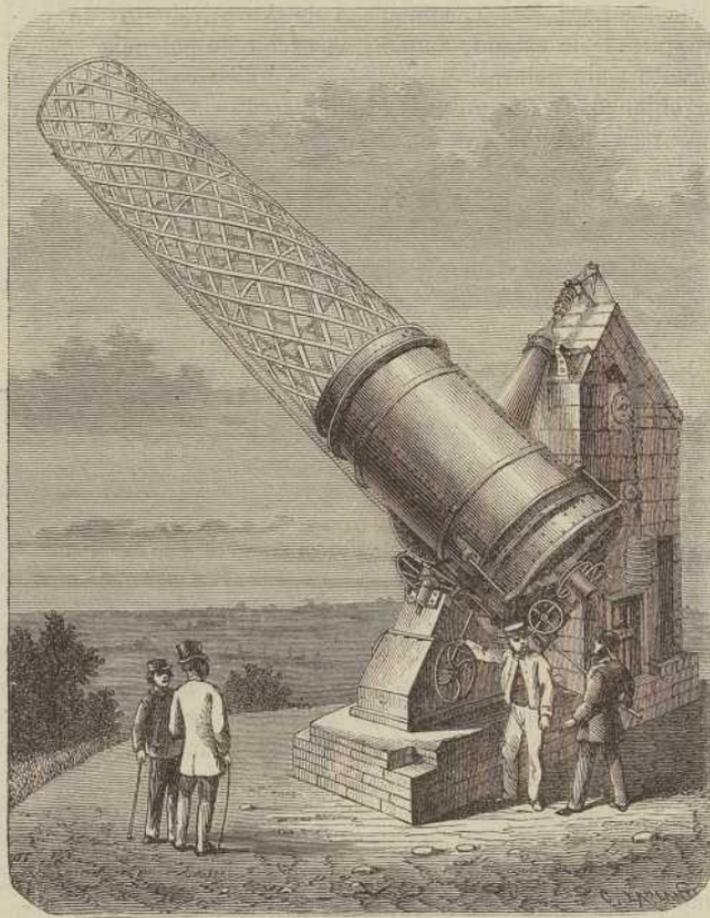


FIG. 10. — El gran telescopio de Melbourne.

ver en las llamas de los hornos, en el ruidoso torbellino de los tornos y de las poleas, los siniestros aprestos para la fabricacion de algun cañon de gran calibre, suponiendo que se

preparaban las piezas de un gigantesco instrumento de destrucción; pues los cañones que vomitan la muerte son hoy los hijos predilectos de los jefes de Estado, siendo estos los progresos (!) que los gobiernos protegen y acarician. Pero no, allí no se trataba de ninguno de esos refinados mejoramientos de la artillería, que son vergüenza y oprobio de las naciones civilizadas; tratábase sólo de una construcción verdaderamente digna del genio del hombre, destinada á descender hácia nosotros las alturas del cielo, ó mas bien, á elevarnos mas allá de este mundo de barbarie, y aproximarnos á los esplendores de la creación eterna.

Este magnífico instrumento fué instalado en Melbourne en 1870. Hemos dicho que el peso del espejo es de 4 590 kilogramos. El tubo, de 27 piés de largo, pesa 4 210. El peso total del telescopio asciende á unos 8 240 kilogramos¹; y está tan perfectamente equilibrado, que con la mano solamente se le puede elevar en veinte segundos de la horizontal á la vertical.

El tubo, que es calado para aligerar el peso, tiene por objeto llevar hácia su extremidad superior el espejito que envía la imágen al ocular colocado en el centro del grande espejo, como ya lo hemos dicho.

En resumen, este gran telescopio presenta las proporciones siguientes, en medidas francesas: el espejo tiene 1^m,22 de diámetro, y su distancia focal es de 9^m,60. Parece que el telescopio debiera ser por lo ménos tan largo como la distancia focal; pero se ha hecho una modificación en el sistema Gregory, tal es la del sistema Cassegrain, segun el cual, el espejito es convexo, en vez de ser cóncavo y corta el haz ó cono de los rayos luminosos ántes de formarse el foco; por consiguiente, debe hallarse mas acá de dicho foco. Así que la longitud total del telescopio, no es sino de 9 metros. Su anchura es de 1^m,35. Tiene adaptados 9 oculares. Pero parece que el aumento mas fuerte es de 4 500.

La Francia acaba de ser dotada á su vez de un gran telescopio,

1. Véase la obra intitulada *Los Observatorios en Europa y en América*, por André et Rayet, astrónomos del Observatorio de París (Gauthier-Villars, 1874).

de iguales dimensiones que los de Lassell y de Melbourne ($1^m,20$), que ha sido terminado en 1876. Hállase instalado en el jardín del Observatorio de Paris y ha sido construido por M. Martin, óptico francés, con arreglo al sistema de Newton. Su espejo es de vidrio argentado, según el método Foucault. Este telescopio tiene por distancia focal $7^m,19$; la longitud del tubo es de $7^m,30$. Está montado ecuatorialmente, es decir, que un mecanismo de relojería le hace girar en el sentido del movimiento de los astros, como lo hemos visto en el capítulo anterior. El aparato entero pesa 9000 kilogramos; de modo que este telescopio puede compararse á una enorme aguja de este peso, movida por el reloj interior. Añadiendo las piezas fijas á las movibles, se tiene un peso total de 19000 kilogramos.

Al ocular se sube por una escalera de hierro simulada hábilmente y terminada arriba en su última espiral por una plataforma, situada á 7 metros de altura cuando el telescopio está vertical y se observa en el zenit. La escalera gira sobre unos rieles, pudiendo colocarse el astrónomo en toda dirección y á toda altura.

Los aumentos de sus oculares varían desde 200 hasta 2000. El primero abraza un campo de 12 minutos de arco, es decir, ménos de la mitad del diámetro de la Luna; el último no comprende ya sino un campo de un minuto, y no es sino teórico, la retina, cuya superficie es de 2 á 3 milímetros cuadrados, siendo mayor que la imagen recibida y no utilizándose enteramente, y las condiciones atmosféricas no siendo jamás perfectas. El aumento que se utilizará con mas frecuencia será el de 500. — Antes de construirse este telescopio, los dos mas grandes que habia en Francia eran el de Marsella y el de Tolosa, que miden 80 centímetros de diámetro y 5 metros de largo. Ambos son excelentes, y relativamente superiores al de $1^m,20$ que no ha alcanzado la mayor perfección.

Colocado en la extremidad superior del tubo, el ocular está acompañado del indicador, y puede girar alrededor de la boca del telescopio para la mayor facilidad de las observaciones. Por lo demas, la figura anterior, que le representa en toda su grandeza, da una idea bastante exacta de este gigantesco instrumento ¹.

El aumento aplicable á los telescopios metálicos no es tan

1. Su precio total asciende á 190 000 francos.

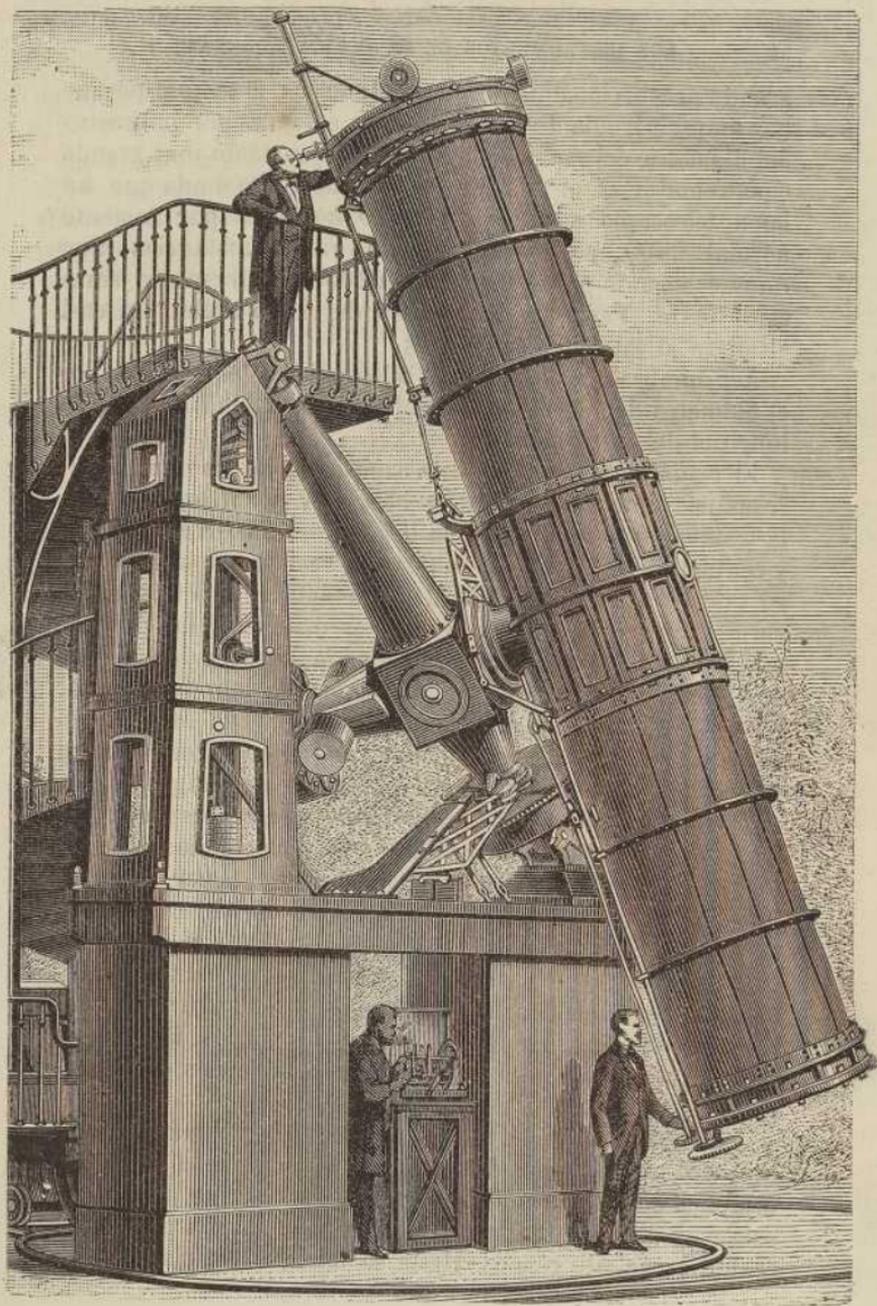


Fig. 11.—El nuevo telescopio del Observatorio de París.

grande proporcionalmente como el de los anteojos, porque hay mayor pérdida de luz. Es inferior á 2 veces por milímetro del diámetro del espejo, y la diferencia es tanto mas grande cuanto mayor es el tamaño del telescopio. De modo que un buen telescopio metálico de 1^m,20 no tiene por aumento normal 2400, sino 1500; y sólo en circunstancias muy raras es cuando puede llegar hasta 2000, sin traspasar jamas este limite. Pero los telescopios de vidrio argentado casi alcanzan al valor de los anteojos.

Acostúmbrase á designar los telescopios y los anteojos por el diámetro del espejo y del objetivo, mas bien que por la longitud del instrumento.

El resultado general de esta exposicion de los mas poderosos instrumentos construidos hasta hoy nos demuestra que la vista natural del hombre ha llegado, no sólo á decuplicarse y centuplicarse, sino á aumentar en realidad dos mil veces su valor. En el estado actual de la óptica, podemos acercarnos los astros á 2000 veces su distancia. La práctica muestra que en este límite se detiene la potencia de aumento que teóricamente habria podido suponerse mas fuerte aún. El telescopio de Lord Rosse no ha sido todavía excedido en dimensiones, pero sí en valor real, en potencia efectiva, en perfeccion, en precision y en la nitidez de las imágenes. Esto es lo esencial; pues, ¿para qué sirve engrosar desmesuradamente una imagen que deja de ser neta y de poder ser útilmente observada? Aun es ventajoso el no llevar hasta el límite antedicho el aumento de los mejores telescopios que existen, deteniéndose en 1500, y aún en 1000. Tal amplificación es sin embargo considerable; pues nos muestra al telescopio la Luna, Marte, Júpiter, Venus, y Saturno, mil veces mas grandes, en diámetro, de lo que los vemos á la simple vista, es decir, un millon de veces mas extensos en superficie.

Algun dia, sin duda, se irá aún mas léjos, lo que sucederá muy pronto, si hemos de juzgar por los progresos hechos en la óptica en este último medio siglo. Parece que la América está muy dispuesta á llevar tan adelante como sea posible las tentativas de este género. Hasta se habla allí seriamente de

consagrar á la construccion de un telescopio monstruo la suma fabulosa de un millon de dollars!

En la Academia de Ciencias de California (país muy á propósito, en verdad, para llevar á cabo tal proyecto), el profesor Jorge Davidson se ha expresado últimamente en estos términos: « Con un telescopio de la dimension y de la perfeccion que la habilidad americana podrá desplegar en una construccion de tal naturaleza, y que se halle instalado á 10 000 piés sobre el nivel del mar, bajo el cielo diáfano de Sierra Nevada; con los diversos aparatos contruidos para apropiarlos á su talla; con sabios y hábiles observadores; con la aplicacion de los métodos mas perfeccionados, esperamos ver pronto amanecer el dia en que los mas misteriosos problemas de la creacion descenderán hasta el alcance de nuestras manos. »

El proyecto sería construir un espejo de 4 metros de diámetro, cuya longitud focal fuera de 40 metros. Podría adaptársele un ocular que aumentara 8 000 veces en diámetro, es decir, 64 millones de veces en superficie! Una potencia de esta suerte haría descubrir montones de estrellas que permanecen hasta ahora invisibles, y daría á la vision humana la facultad de penetrar millares de millones de leguas mas allá de todo cuanto se ha visto hasta nuestra época. Marte sería atraído por decirlo así á la distancia de 1 700 leguas, y se nos apareceria cien veces mas grande que la Luna. La grandeza de los descubrimientos que podrian hacerse cuando nos fuera dado escudriñar la superficie de este planeta, es una cosa inimaginable. Los problemas de la constitucion de los anillos de Saturno, de Júpiter y de sus satélites, etc., serian resueltos. ¡ Por lo que hace á la Luna, la veriamos aproximada á doce leguas de nosotros! « Imposible es adivinar, añadia el periódico americano (*Scientific American*), lo que tal aparato sería capaz de hacernos descubrir sobre la naturaleza de los demas planetas y de las vastas regiones del firmamento. No dudamos que el capital necesario á esta empresa grandiosa podrá reunirse generosamente, para el progreso de la mas sublime de todas las ciencias. »

Esta idea es realmente digna de inspirar la ambicion de un gran pueblo: construir el mas poderoso telescopio del mundo, sería la obra mas gloriosa de este siglo. Cuando uno piensa que tantos y tan inmensos capitales se arrojan cada año en pura pérdida á la honda sima de los ejércitos permanentes,

no puede ménos de decirse cuánto mas inteligente, mas útil, mas bello y mas glorioso sería consagrar una parte de esas sumas fabulosas á los progresos de las ciencias. Que la óptica del siglo XIX nos aproxime por fin los planetas, hasta permitirnos distinguir la vida que embellece su superficie! *Cælum certe patet*, como decia Ovidio hace dos mil años, *ibimus illac*. ¡El cielo está abierto, tomemos posesion de él!

LIBRO II

EL SOL Y SU FAMILIA

CAPITULO PRIMERO

EL SISTEMA SOLAR

Hagamos desde luego con el pensamiento el esfuerzo de representarnos, colocado en el seno del vacío infinito, el SOL, astro colosal, 1 279 000 veces mas grande que la Tierra, y 324 000 veces mas pesado!

Este enorme globo sostiene en el vacío, entre la invisible red de su atraccion (y casi podriamos decir que abrazándolos) la Tierra y todos los demas planetas, haciéndolos girar rápidamente alrededor de él. Como la piedra en la honda, dan ellos vueltas con una velocidad á la vez bastante grande para no caer sobre ese foco poderoso que los atrae, y bastante débil para no desarrollar una fuerza centrifuga capaz de alejarlos de él y lanzarlos en el espacio.

Consideremos pues el Sol. Alrededor de este astro luminoso se hallan reunidos otros varios astros opacos, oscuros por si mismos, pero que reciben de él luz y calor. Estas esferas sin luz propia son los planetas. A fin de facilitar su estudio y ayudar á reconocerlos mejor, podemos empezar por dividirlos en dos grupos distintos.

El primer grupo, próximo al Sol, le forman cuatro planetas, de pequeñas dimensiones relativamente á las del segundo grupo. Estos cuatro planetas son, en el orden de sus distancias respecto al Sol : *Mercurio*, *Vénus*, la *Tierra* y *Marte*.

El segundo grupo, mas distante del Sol, se halla tambien

formado de otros cuatro planetas, pero muy voluminosos si se comparan con los anteriores. Estos cuatro mundos son, siguiendo el mismo orden de sus distancias respecto al astro radiante : *Júpiter*, *Saturno*, *Urano* y *Neptuno*. Estos astros son tan voluminosos, que reunidos en uno solo los cuatro primeros, no formarían aún un globo de la magnitud del mas pequeño de los últimos.

Entre estos dos grupos bien distintos existe además otro tercero, compuesto de algunos centenares de pequeños astros, que tienen las dimensiones de provincias, de departamentos, de cantones y aún ménos. Estos *pequeños planetas* gravitan entre el primero y el segundo grupo. Comparados con los grandes globos del sistema, son estos cuerpos, en efecto, bien mínimos; pues los principales de ellos miden ménos de cien leguas de diámetro, y la mayor parte sólo tienen de diámetro algunas leguas.

Estos diversos mundos, grandes y pequeños, son los miembros principales de la familia solar. Algunos de ellos son á su vez jefes de familia, y marchan acompañados de globos secundarios, á los cuales han dado ellos origen, y que permanecen siendo sus satélites. La Tierra va acompañada de la Luna, su hija; *Júpiter* se enseorea en medio de un grupo de cuatro mundos; *Saturno* se halla rodeado de un verdadero sistema, compuesto de una serie de anillos extraños y de ocho mundos muy importantes; *Urano* lleva consigo cuatro satélites, y *Neptuno* tiene uno por lo ménos.

Examinemos ahora á qué *distancias* se hallan colocados los planetas alrededor del astro central. Mercurio, que es el mas próximo, reside 15 millones de leguas distante del Sol; *Vénus*, que es el que le sigue, está á 26 millones; la Tierra, á 37 millones, y *Marte* á 56 millones. El grupo de los planetas menores ocupa una zona distante, por término medio, unos 100 millones de leguas de la lumbrera central. Despues vienen los cuatro grandes planetas : *Júpiter*, á 192 millones de leguas; *Saturno*, á 355 millones; *Urano*, á 733 millones, y *Neptuno*, el último, á 1 400 millones de leguas.

Estos mundos van bogando en sus órbitas grandiosas, y dan la vuelta entera alrededor del Sol, con velocidades

que dependen de sus distancias. Los mas próximos marchan con rapidez : Mercurio corre á razon de 46 811 metros por segundo, y no emplea sino 88 dias en dar su vuelta; la Tierra marcha con una velocidad de 29 463 metros por segundo, y su año es de 365 dias; Neptuno no anda mas que 5 380 metros por segundo, y su inmensa revolucion exige 165 años. Al mismo tiempo que los planetas giran así alrededor del Sol, éste los conduce á su vez en el espacio hácia cierto punto del cielo. Somos pues como pasajeros en un buque, y viajamos en el cielo mismo.

Éstos movimientos reconocen por causa la Atraccion. Todos los cuerpos se atraen en la naturaleza; el Sol atrae á la Tierra, la Tierra atrae á la Luna, y en lo infinitamente pequeño como en lo infinitamente grande, se vén las moléculas elementales atraerse unas á otras por la ley de afinidad, y constituir la materia visible, que no es otra cosa que un conjunto de átomos yuxtapuestos. En virtud de esta fuerza universal, los mundos lanzados en el espacio siguen una curva en derredor del Sol; de esta curva rápidamente recorrida resultaria una fuerza contraria que, semejante á la que anima á la piedra cuando se escapa de la honda, lanzaria á los planetas fuera de sus órbitas, si la atraccion del Sol no los retuviera cautivos.

Ademas de los planetas, una innumerable multitud de otros astros describen alrededor del Sol órbitas mas prolongadas : son los cometas, que cambian de forma y de tamaño, segun su distancia del foco ardiente. Estos astros melencólicos, extraños, caprichosos, fueron un tiempo objeto de terror para la humanidad; pero los astrónomos han logrado someterlos tambien al cálculo, y hoy se predice la aparicion de todos aquellos cuyas órbitas son ya conocidas; y aún han dejado descubrir varios de ellos al espectróscopo su constitucion física y química.

Por último, independientemente de los grandes cuerpos celestes que componen el sistema solar, millares de corpúsculos mucho mas pequeños viajan tambien por esos espacios. Son las estrellas fugaces, los bólidos y los aerólitos, que en su marcha encuentran á veces á la Tierra, y caen sobre ella en gran cantidad.

Tal es la gran familia del Sol. Se formará una idea exacta de su organización, examinando con cuidado nuestra lámina I, que representa el sistema entero : las órbitas están trazadas en ella según la escala uniforme de 1 milímetro por 1 millón de leguas.

El estudio de este sistema tiene para nosotros un interés inmenso, pues él es nuestra gran patria en el infinito que se llama el Universo. El globo que habitamos es una de las provincias de la República planetaria; grano de arena en un conjunto que él mismo á su vez es un punto flotante en la inmensidad.

Examinemos ahora los movimientos de estos astros en

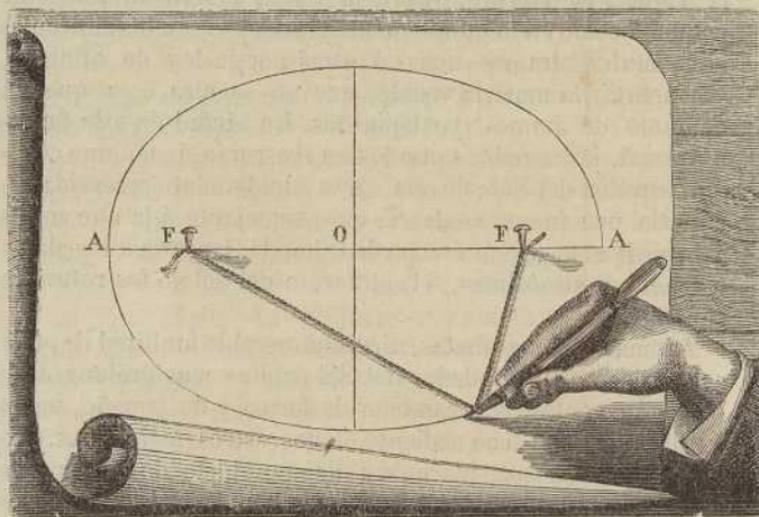
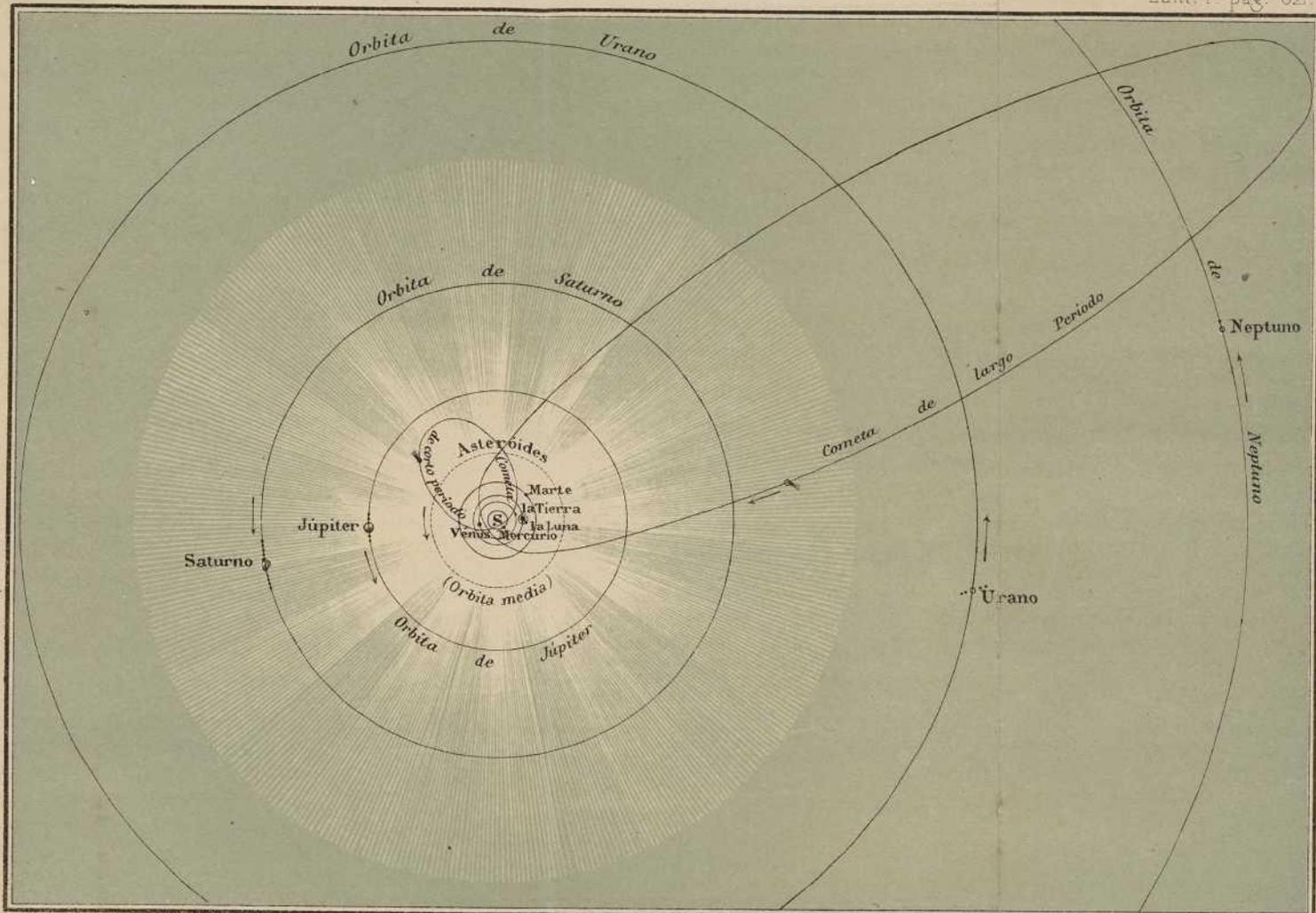


FIG. 12. — Trazo de una elipse,

derredor del Sol, las leyes que los rigen y las fuerzas que los producen. Cuatro proposiciones fundamentales se han de tener presentes.

1^a *Los planetas giran alrededor del Sol, describiendo elipses, uno de cuyos focos ocupa este astro.*

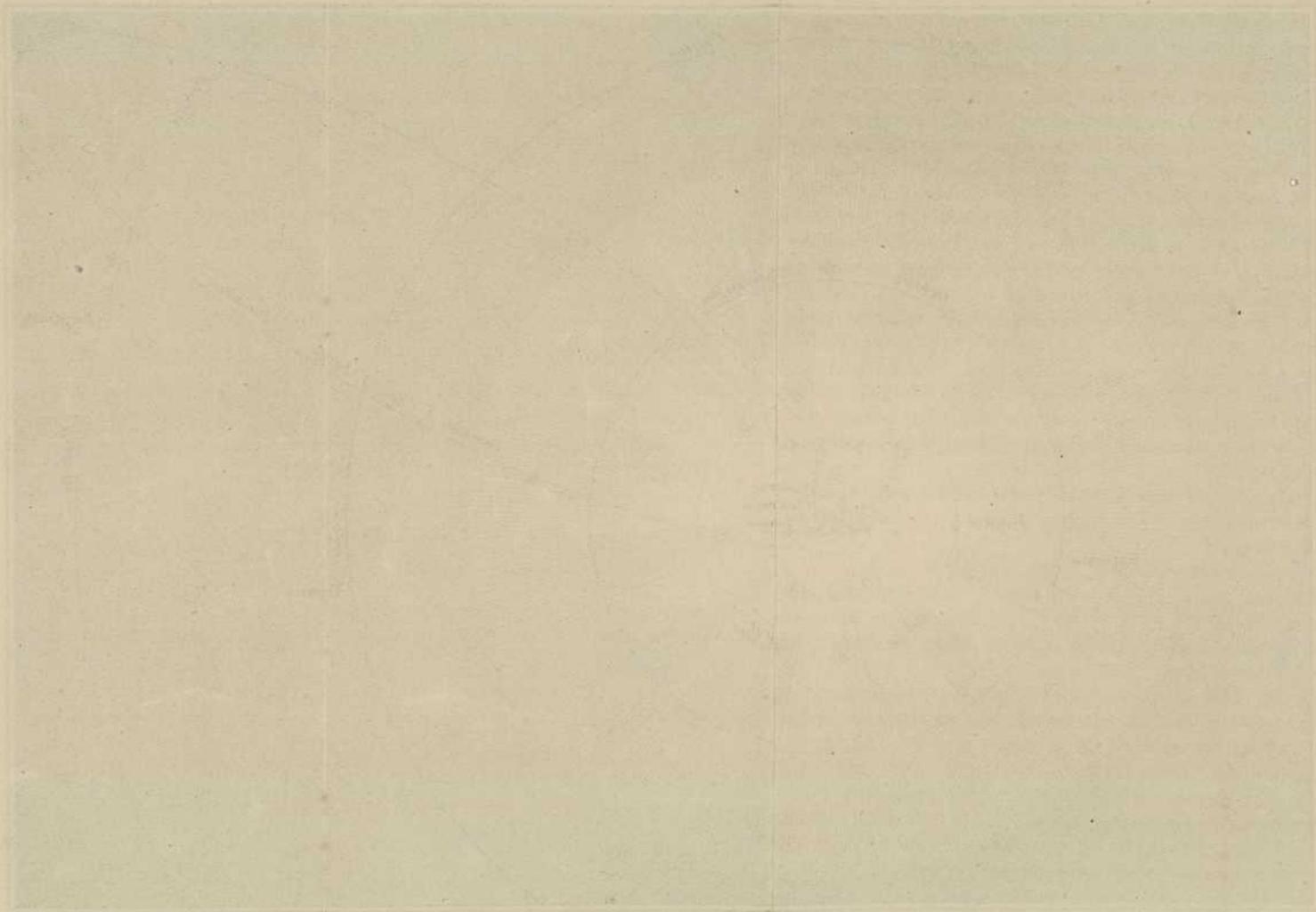
Esta primera proposición se comprenderá inmediatamente



Grabado por E. Morieu, calle de Bría 23, Paris.

SISTEMA PLANETARIO.

Litog^a Monrocq, calle Suger 3, Paris.



01847344/91 NPT 110

á la simple inspeccion de una figura. No son círculos, sino elipses las que los planetas describen en su circunvolucion.

A la elipse se la podria llamar un círculo con dos centros. Sabido es, en efecto, que, para trazar una elipse (fig. 12), se fijan en dos puntos F, F , llamados *focos*, las dos extremidades de un hilo inextensivo de la longitud que deberá tener la elipse, longitud AP , llamada *eje mayor*. La posicion de los focos determina la curvatura de la elipse, segun que se hallan más ó ménos distantes uno de otro. Llámase *excentricidad* la distancia del centro O á cada uno de ellos: cuanto mas grande es esta distancia, mas excéntrica ó prolongada es la elipse. En el sistema solar, el Sol ocupa uno de los dos focos, sea por ejemplo el de la izquierda de la figura anterior; y nada hay en el otro foco de la derecha. De aquí resulta que cuando la Tierra pasa por esta parte de su órbita, hácia el punto P , se halla en su distancia mínima, llamada el *perihelio*. Lo mismo sucede á todos los planetas. (Añadirémos sin embargo que estas elipses son en realidad muy poco prolongadas, y que en la escala segun la cual se ha dibujado nuestra lámina 1^a, se confunden con los círculos.) Tal es la primera proposicion fundamental de los movimientos planetarios. Hé aquí la segunda:

2^a *Las áreas ó superficies descritas por los radios vectores de las órbitas son proporcionales á los tiempos empleados en recorrerlas.*

Consideremos un mismo planeta en diversas épocas de su revolucion, y supongamos que se marcan en su órbita (fig. 13), tantos arcos, P á P_1, P_2 á P_3, P_4 á P_5, \dots recorridos por el planeta en tiempos iguales, bien sea por meses, ó, mas exactamente, por períodos de 30 dias.

La velocidad del planeta varia segun las posiciones que él ocupa en su órbita. Cuando se halla en su distancia média, P, P_1 , su marcha es mediana tambien ó pausada. Cuando está cerca del Sol, hácia las posiciones P_2, P_3 , su velocidad es acelerada. Cuando se halla léjos, en las posiciones P_4, P_5 , marcha mucho mas lentamente. De modo que el movimiento de la Tierra en su órbita no es uniforme, sino que boga mucho mas aprisa cuando está en su perihelio (enero) que

cuando está en su afelio (julio). Los arcos recorridos en un mismo tiempo son tanto mas pequeños cuanto mas lejano está el planeta. Pero las *superficies* comprendidas entre las líneas dirigidas desde el Sol á las dos extremidades de los arcos recorridos en tiempos iguales son iguales entre sí. Este es un hecho notable. Así que la Tierra emplea tanto tiempo para trasladarse desde P_4 á P_5 como para ir desde P_2 á P_3 , aunque el primer arco sea mucho mas pequeño que el segundo. Llámense *radios vectores* las líneas, tales como SP, etc., dirigidas desde el Sol al planeta en sus diferentes posiciones. Las su-

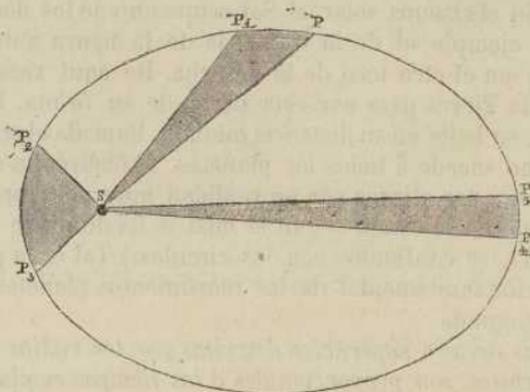


Fig. 13. — La ley de las áreas.

perfiles barridas ó recorridas por estos radios vectores son proporcionales á los tiempos empleados en recorrerlas : dos, tres, cuatro veces mas extensas, si se cuenta con un intervalo dos, tres, cuatro veces mas largo.

La tercera proposicion fundamental es ésta. Importa igualmente conocerla para representarse con exactitud estos movimientos :

3ª *Los cuadrados de los tiempos en las revoluciones de los planetas alrededor del Sol son entre si como los cubos de las distancias.*

Esta ley es la mas importante de todas, porque es la que

correlaciona á todos los planetas entre sí. Para analizarla mejor, considerémos las distancias médias de los planetas y la duracion respectiva de sus revoluciones. Si representamos por mil la distancia de la Tierra al Sol, las de todos los planetas se hallarán expresadas por los números siguientes. Las revoluciones están indicadas en dias terrestres, simples y sin fracciones.

	Distancias médias de los planetas al Sol.	Duracion de sus revoluciones.
Mercurio.....	387	88 dias.
Vénus.....	723	225
La Tierra.....	1 000	365
Marte.....	1 524	687
Júpiter.....	5 203	4 332
Saturno.....	9 539	10 759
Urano.....	19 193	30 687
Neptuno.....	30 037	60 126

La inspeccion de este pequeño cuadro nos muestra desde luego cierta correlacion.

La revolucion es tanto mas larga, cuanto mayor es la distancia, ó mayor el diámetro de la órbita. Empezando por el Sol, el órden de los planetas es el mismo, bien sea que los clasifiquemos segun sus distancias, ó segun el tiempo que emplean en efectuar sus revoluciones. Sin embargo, cuando examinamos los guarismos que las expresan, hallamos que la relacion entre las dos series no es la de un simple crecimiento *proporcional*. Las revoluciones crecen mas aprisa que las distancias.

Estos movimientos están regulados por la tercera ley que acabamos de enunciar, ley hallada por el ilustre Képler, despues de treinta años de investigaciones : multiplicando dos veces por sí mismo el número que representa la distancia de un planeta al Sol, se obtiene el tiempo de su revolucion, multiplicado una vez por sí mismo.

Prestando alguna atencion, nótese desde luego cuán sencilla es esta ley formidable que rige todos los movimientos celestes en el espacio. Asi, por ejemplo, Neptuno está treinta veces mas léjos del Sol que nosotros. Multiplicando dos veces el

número 30 por sí mismo, se halla el número 27 000. Ahora bien, su revolución dura 165 años, y este guarismo 165 multiplicado una vez por sí mismo, reproduce también el mismo número 27 000 (en número redondo : para obtener el guarismo exacto, sería menester considerar las fracciones, pues la revolución de Neptuno no es exactamente de 165 años). Lo mismo sucede con todos los demás planetas, con todos los satélites y todos los cuerpos celestes.

Hagamos pues el mismo cálculo, enteramente preciso, para otro planeta, Marte por ejemplo. El año terrestre está con el año de Marte en la proporción de 365,2564 á 686,9796, y las distancias al Sol están en la relación de 100 000 á 152 369. Si se quiere uno tomar el trabajo de hacer el cálculo, se halla que

$$\frac{(365,2564)^2}{(686,9796)^2} = \frac{(100\,000)^3}{(152\,369)^3}$$

Así están reguladas las revoluciones de los planetas alrededor del Sol según sus distancias. Cuanto más lejanos están los mundos, ménos rápidamente se mueven, según una proporción matemática.

De todas las leyes basadas en la observación á las cuales ha sido conducido el hombre por el raciocinio, ésta puede ser considerada, con justo título, como la más notable y la más fecunda en importantes consecuencias. Cuando miramos las partes constitutivas del sistema planetario bajo el punto de vista que esta relación nos ofrece, no es ya una simple analogía lo que encontramos, sino una semejanza íntima : la de los miembros de una misma *familia*. Los mundos planetarios están ligados entre sí por un mutuo acuerdo y en perfecta armonía, al mismo tiempo que se hallan sometidos á una influencia que los domina, que se extiende desde el centro hasta los límites más lejanos de este gran sistema. Los mundos planetarios son hermanos.

A estas tres leyes, que con justo título llevan el nombre de Képler, á quien se debe su descubrimiento, podemos añadir aquí una cuarta proposición que las completa y las explica,

la ley de la atraccion ó gravitacion universal, descubierta por Newton despues de los trabajos de Képler :

4ª *La materia atrae á la materia, en razon directa de las masas y en razon inversa del cuadrado de las distancias.*

Ora sea esta atraccion una virtud real que haya sido dada á la materia, ó bien fuere sólo una apariencia que explique los movimientos celestes, lo cierto es que las cosas pasan enteramente como si la materia estuviera dotada de la propiedad oculta de atraerse cuando está distante. Esta atraccion decrece en razon inversa del cuadrado de la distancia, es decir, que cuanto mas aumenta la distancia, mas disminuye la atraccion, y no en una proporcion simple, sino en proporcion de la distancia multiplicada por sí misma. Un cuerpo dos veces mas lejano es cuatro veces ménos atraído; un cuerpo tres veces mas lejano es nueve veces ménos atraído, etc.

La ley en cuya virtud describen los planetas elipses alrededor del Sol como foco, encierra, como consecuencia la *ley* de la gravitacion solar ejercida sobre cada planeta separadamente. Dinámicamente hablando, la linea recta es la única direccion que puede seguir un cuerpo *absolutamente libre*. Toda conversion en una curva prueba la accion de una fuerza, y cuanto mas considerable es la curvatura en tiempos iguales, tanto mas intensa es esta accion. Así se puede determinar la fuerza que sin cesar tiende á trasformar en curva el camino de un cuerpo puesto en movimiento.

La tercera ley de Képler, que liga las distancias y las revoluciones de los planetas por una regla general, encierra, como interpretacion teórica, esta importante consecuencia, á saber: que *es la misma y única fuerza, modificada solamente por la distancia del Sol, la que retiene á todos los planetas en sus órbitas alrededor de este astro*; que la atraccion del Sol se ejerce sobre todos los cuerpos de nuestro sistema, indistintamente, prescindiendo de las materias particulares de que puedan ellos estar compuestos; que, por consiguiente, no es ella de la naturaleza de las atracciones electivas de la química, ó de la accion magnética, que no ejerce poder alguno sino sobre el hierro y sobre algunas raras sustancias;

sino que su carácter es mas universal, extendiéndose á todos los cuerpos y al Universo entero. Si la Tierra fuera arrancada de su órbita y lanzada de nuevo en el espacio, en el lugar, en la direccion y con la velocidad de uno cualquiera de los demas planetas, describiria absolutamente la misma órbita que este planeta. Si la Tierra fuera retardada en su movimiento, caeria poco á poco, en espiral, sobre el Sol; si, por el contrario, su velocidad aumentara, se alejaria indefinidamente y para siempre del astro central. En todas las partes de su órbita su velocidad es justamente la que conviene para mantenerla equilibrada en el espacio y asegurar su conservacion.

¡Leyes grandiosas y sublimes! ellas nos sostienen en medio del eternal vacio; ellas mantienen al mismo tiempo la vida en todas las provincias de la creacion; y no son sino los modos de accion de una sola y única *fuerza*: la gravitacion, la solidariedad de todas las esferas celestes asociadas en una misma armonia.

Todo el poderío del movimiento planetario reside en el Sol.

CAPITULO II

EL SOL ☉, SU DISTANCIA, SU VOLUMEN, SU PESO.

Entre todos los astros más ó ménos brillantes que pueblan la inmensidad del espacio, el Sol es sin duda el mas importante para nosotros, y cuyo conocimiento nos interesa más. Él es el que sostiene la Tierra en el espacio; él el que la alumbra y la calienta; él el que mantiene su perpetua juventud y su vida siempre nueva. Él es para nuestra existencia física el primero de los bienes, y no sólo para nosotros, habitantes de la Tierra, sino tambien para todos los séres que habitan los demas planetas, hermanos del nuestro.

Reinando majestuoso en el foco de las órbitas de todos sus mundos, los hace él gravitar en derredor suyo, distribuyéndoles los años, las estaciones y los dias: él es el inagotable manantial de la luz, del calor, y por consiguiente de la vida. De él es de donde todas las energías, mecánicas y químicas, periódicamente desarrolladas en la superficie de la Tierra y en las superficies de los demas globos planetarios, toman su fuerza como de una fuente de potencia inacabable, sin que sin embargo absorban de él en cada instante sino una insignificante fraccion. Las tan prodigiosamente rápidas vibraciones de la inmensa esfera, atravesando el espacio con una velocidad fulminante, van á determinar, en los cuerpos, do quiera que ellas tocan, fenómenos de movimiento cuyas variadas formas constituyen ora la luz, ora el calor, ora las afinidades

químicas, ó bien las corrientes eléctricas y magnéticas, y finalmente la vida misma.

¿Cuál es el origen de ese poder cuya actividad confunde nuestra imaginación y nuestro pensamiento? ¿Cómo se alimenta ese foco que seguramente está radiando desde millones de años? ¿Cuáles son las leyes segun las que el Sol, padre comun de toda esa familia de astros que circulan en derredor suyo, ha dado origen á todos esos planetas? ¿Cuál es la naturaleza de ese astro inmenso de cuyos rayos se halla suspendida la vida de la Tierra? — Probémos á dar alguna respuesta á todas estas preguntas.

La osada inteligencia del hombre, que ha llegado á sondear los profundos misterios de la naturaleza, á descubrir los secretos que ella tenia ocultos, á medir la altura de los cielos inaccesibles, á pesar la Tierra sobre la cual fundamos nuestros imperios y nuestras dinastias; la inteligencia humana, decimos, se ha atrevido á acometer al resplandor deslumbrante del mismo Sol; ha mirado de frente ese astro radiante, le ha examinado, escudriñado, volviéndolo en cierto modo en todos sentidos; y bien que este estudio, empezado tres siglos ha, dista aún mucho de hallarse terminado, sin embargo, está ya bastante avanzado para que podamos darnos cuenta de la naturaleza del Sol, de su estructura, y de la accion que él ejerce en el Universo.

¿Cuáles son las dimensiones del Sol? Para determinarlas, es menester ante todo conocer su distancia.

El tamaño aparente del Sol es de medio grado. ¿Qué medida es ésta? Detengámonos un momento, para comprenderla bien, y para conocer al mismo tiempo el lenguaje propio de las medidas astronómicas. Es, en efecto, indispensable aprender esto una vez por todas, pues sin este auxilio, nada comprenderíamos de las grandezas que van á ocuparnos en esta obra. Por lo demas, no es asunto tan difícil como aparece á primera vista. Tratemos pues de comprender claramente lo que es un grado. La demostracion puede ser muy sencilla, exigiendo sólo aquí alguna *atencion*.

Nótese desde luego que el tamaño aparente de un objeto depende de la distancia á que le vemos. Por consiguiente, este

tamaño es variable, no pudiendo ser designado por una medida directa, tal como un metro por ejemplo, sino sólo por una medida independiente de la distancia.

El único medio de indicar el tamaño de un objeto bajo una forma independiente de la distancia, es designarle por el *ángulo* que este objeto ocupa ante el ojo que le observa.



FIG. 14. — Un ángulo.

Así por ejemplo, sea la regla AB, colocada verticalmente á cierta distancia frente á nosotros. Si ignoramos la distancia á que se encuentra, no hay mas que un medio de indicar su tamaño : medir el ángulo que sus dos extremidades forman con el ojo, el ángulo AOB (fig. 14).

Todo ángulo se expresa en una parte de la circunferencia, lo cual es muy natural. En efecto, tracémos una línea horizontal, y por el medio de esta horizontal, hagamos pasar una vertical. De este modo formamos cuatro ángulos rectos (fig. 15).

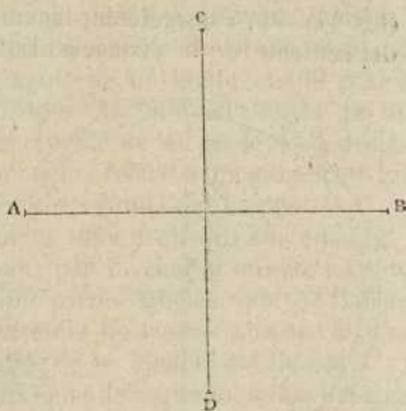


FIG. 15. — Cuatro ángulos rectos.

Tomando por centro el punto de intersección de las dos líneas, tracémos una circunferencia, y habrémos hallado un medio fácil de expresar estos ángulos y todos los demás. Todo ángulo recto estará designado por la cuarta parte de una circunferencia (fig. 16); la mitad de un ángulo recto se designará por la octava parte de una circunferencia,

y así sucesivamente. Un simple guarismo expresará la amplitud del ángulo.

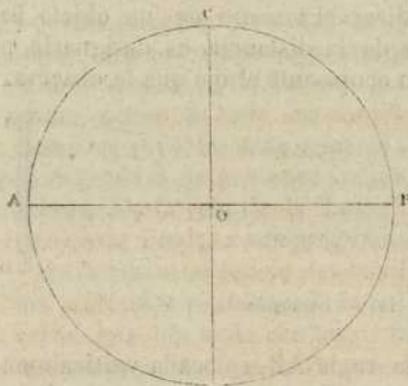


FIG. 16. — Medida de cuatro ángulos rectos.

(fig. 17). Por consiguiente, tenemos aquí ya una medida independiente de la distancia. En una mesa redonda de 360

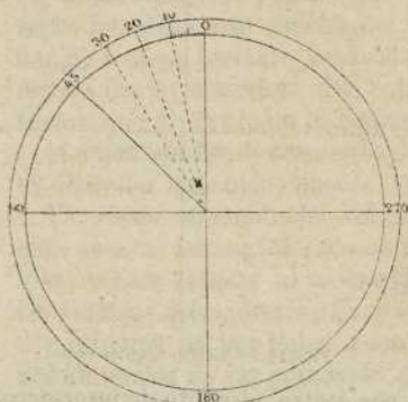


FIG. 17. — Medida de los ángulos.

centímetros de contorno, un grado es un centímetro; en un estanque de 36 metros de circuito, un grado estaría marcado por un decímetro, etc.

El ángulo no cambia con la distancia, y medido en el cielo, ó en este libro, un grado siempre es un grado.

Ahora comprendemos lo que quiere decir el tamaño del Sol expresado por esta designación: medio grado. Quiere decir que el Sol ocupa en la esfera celeste una anchura de medio grado. Se necesitarían pues 720 para formar un círculo de bolas tocándose y dando vuelta al cielo entero, si el globo solar tuviera exactamente

Para mayor sencillez aún, se ha dividido la circunferencia en 360 partes iguales, que se llaman *grados*. Así pues, siendo un ángulo recto la cuarta parte de 360 grados, se le designa simplemente con el guarismo : 90 grados; medio ángulo recto es un ángulo de 45 grados, etc.

Un grado es pues simplemente la 360ª parte de una circunferencia

centímetros de contorno, un grado es un centímetro; en un estanque de 36 metros de circuito, un grado estaría marcado por un decímetro, etc.

El ángulo no cambia con la distancia, y medido en el cielo, ó en este libro, un grado siempre es un grado.

Ahora comprendemos lo que quiere decir el tamaño del Sol expresado por esta designación: medio grado. Quiere decir que el Sol ocupa en la esfera celeste una anchura de medio grado. Se necesitarían pues 720 para formar un círculo de bolas tocándose y dando vuelta al cielo entero, si el globo solar tuviera exactamente

esa anchura; pero en realidad es algo mayor. Ya se vé que este modo de medir es independiente de las dimensiones reales del Sol, las cuales no es posible calcular sino despues. En efecto, hace cuatro ó cinco mil años, por lo ménos, que se hizo esta division de la circunferencia, y que se expresa el tamaño aparente del astro del dia diciendo que es de medio grado; y sólo hace algunos años que sabemos á qué cantidad de kilómetros corresponde esta medida. Para hallarlo, era necesario medir *la distancia* que de él nos separa. Cuanto mayor es la distancia, mayor es tambien el objeto que sustiende un ángulo dado, y es menester conocer la distancia, para deducir del tamaño aparente el tamaño real.

Dos palabras mas aún, para concluir con la medida de los ángulos, pero que son necesarias, porque todas las magnitudes astronómicas de que trataremos en esta obra son tamaños angulares. Hemos dicho que cuatro ángulos rectos llenan una circunferencia, y que ésta está dividida en 360 partes llamadas grados. Mas esta no es sino una primera division, puesto que hay ángulos menores que de un grado. Por eso se ha dividido á su vez el ángulo de un grado en 60 partes iguales, que se llaman *minutos*. Así que un ángulo de un minuto es la 60ª parte de un ángulo de un grado. Esta designacion de « minuto » no tiene relacion ninguna con los minutos de nuestros relojes y la medida del tiempo.

Un ángulo de un minuto es muy pequeño; sin embargo, puede haberlos menores aún; por lo cual el minuto ha sido á su vez dividido en otras 60 partes iguales, que se llaman *segundos*, aunque estas divisiones no tengan tampoco la menor relacion con los segundos de la medida del tiempo.

Por lo que hace á las fracciones de segundo, se las designa en décimos ó en centésimos de segundo, si ha lugar.

La notacion del grado se inscribe así ($^{\circ}$); el minute por ($'$), y el segundo por ($''$). Un ángulo de 23 grados 27 minutos 26 segundos, por ejemplo, se escribe :

$$23^{\circ} 27' 26''.$$

Una vez sentados estos principios, volvamos al astro esplendente que nos alumbra.

A la simple vista, su disco mide exactamente $32'4''$ (32 minutos 4 segundos) de diámetro, es decir, algo mas de medio grado. Luego no se necesitarían 720 para formar un círculo de esferas alrededor del cielo, sino solo 674.

Hemos dicho poco ha que un grado medido en el contorno de una mesa que tuviera 360 centímetros de circunferencia sería de un centímetro. El tamaño aparente del Sol es pues igual, con corta diferencia, al de un circulito de medio centímetro de diámetro visto á 57 centímetros del ojo (pues una mesa que midiera 360 centímetros de contorno tendría $1^m,44$ de diámetro).

La Luna ofrece el mismo tamaño aparente. Ahora bien, generalmente se cree ver estos dos astros de un tamaño mucho mayor que ese circulito. Pero en realidad, son iguales (valiéndonos de un ejemplo familiar) á una oblea de medio centímetro de diámetro colocada de frente á 57 centímetros del ojo (casi el largo del brazo), ó una oblea de 1 centímetro vista á $1^m,44$ de distancia.

Si queremos ahora darnos cuenta de las relaciones que existen entre las dimensiones reales de los objetos y sus dimensiones aparentes, harémos observar que todo objeto llega á subtender un ángulo de un grado, cuando se halla á la distancia de 57 veces su diámetro, sean cuales fueren sus dimensiones reales. Un círculo de 1 metro de diámetro mide por consiguiente un grado exacto, si se le vé á 57 metros. Midiendo el Sol algo mas de medio grado, se deduce pues geoméricamente, de este solo hecho, que dista de nosotros algo ménos de 2 veces 57 diámetros suyos, á saber : 407 veces su diámetro.

Se necesitarían por consiguiente 407 soles tocándose, para llenar el espacio que nos separa de este astro.

Mas esta nocion no nos enseñaría aún nada sobre la distancia real y efectiva ni sobre las verdaderas dimensiones del astro del día, si no pudiéramos medir directamente esta distancia.

Hé aquí pues la cuestion que ahora debemos plantear, si queremos formarnos una idea precisa de la magnitud de ese globo resplandeciente y de los elementos físicos que se rela-

cionan con esta dimension; si queremos tambien apreciar la distancia que nos separa de ese astro, ver con el pensamiento la Tierra girando en un año en derredor suyo á esa distancia, adivinar las revoluciones mucho mas largas aún que describen los planetas mas lejanos; en una palabra, trazar en nuestra mente un bosquejo del sistema del mundo que sea digno de la grandeza de la realidad: hé aqui, repito, la cuestion fundamental que ahora debemos proponernos para su solucion:

¿Cuál es la distancia del Sol?

Supongamos un observador colocado en el Sol, y observando desde allí el globo terrestre. ¿Cuál será el tamaño aparente de nuestro globo visto desde tan léjos? ¿Bajo qué ángulo verá nuestro observador el diámetro de la Tierra? Segun lo que hemos dicho poco ha, si conociéramos este ángulo, conoceríamos la distancia del Sol en kilómetros. En efecto:

Todo objeto visto bajo un ángulo de un grado, se halla á la distancia de 57 veces su diámetro.

Todo objeto visto bajo un ángulo de un décimo de grado, ó de 6', se halla á la distancia de 570 veces su diámetro.

Un ángulo de 1'	corresponde á una distancia de	3 438
— 30"	—	6 875
— 20"	—	10 313
— 1"	—	206 265

Luego si la Tierra vista desde el Sol apareciera bajo el ángulo de 1', deduciríamos de aqui que la distancia de que se trata es de 3 438 veces el diámetro terrestre, ó de 3 438 veces 3 000 leguas. Si este ángulo fuera de 20", deduciríamos que la distancia buscada es de 10 313 veces el mismo diámetro.

Pues bien, las observaciones prueban que este ángulo es de 18", y aún algo ménos (17",74); resultando de aqui que la distancia que nos separa del Sol es de 11 600 veces el diámetro de la Tierra, es decir, de 148 millones de kilóme-

tros¹. Se necesitarían 11 600 tierras tocándose para lanzar un puente desde aquí á aquel astro.

Es indudable que los astrónomos no se han trasportado al Sol para tomar desde allí la medida angular de la Tierra; pero han obviado la dificultad, y tratando de obviarla, han descubierto seis medios en vez de uno para conocer el tamaño de la Tierra vista desde el Sol. Estos seis medios, entre los cuales el mas celebrado es el que suministra la observación de los pasajes del planeta Vénus por delante del Sol, están *todos acordes* para dar el resultado que acabamos de inscribir.

Así que *la distancia del Sol es de treinta y siete millones de leguas de á cuatro kilómetros.*

¿Cómo imaginarnos, cómo medir con la mente semejante línea?

Un medio de lograrlo sería tal vez suponer que un proyectil, una bala de cañon por ejemplo, se ha lanzado desde aquí al Sol, seguirla con el pensamiento, y *sentir* el tiempo que emplearía en recorrer esa distancia. Ensayémoslo.

Una bala de 12 kilogramos, disparada por una carga de 6 kilogramos de pólvora, se mueve con una velocidad de 500 metros en el primer segundo. Si conservara esta velocidad uniforme hasta el Sol, necesitaría ir volando en línea recta durante... *nueve años y ocho meses* para llegar á él.

Si el espacio comprendido entre el Sol y la Tierra pudiera transmitir un sonido con la velocidad ordinaria de propagación, de 340 metros por segundo, la vibración sonora emplearía... *trece años y nueve meses* para atravesar esa distancia. Haría por consiguiente cerca de catorce años que habría tenido lugar la explosión solar que hubiera dado origen á aquel ruido, cuando llegáramos á oírle.

Un convoy de ferro-carril medirá tal vez esa distancia bajo una forma aún mas perceptible. Figurémosnos pues una vía férrea dirigida en línea recta desde aquí al Sol. Pues bien, un tren express, viajando con una velocidad constante de

1. Dáse el nombre de paralaxi á este ángulo bajo el cual se vería la Tierra desde el Sol, y ordinariamente se suele expresar sólo por la mitad del número anterior, es decir, por el valor del semidiámetro, que es de 8',87.

50 kilómetros por hora, sin detenerse jamás, no llegaría á su destino sino despues de un viaje de... 337 años! Saliendo el 1° de enero de 1877, no terminaría su ruta sino hácia el mes de junio del año 2214. Muchas generaciones humanas se sucederian durante ese largo viaje, pues sólo la vigésima generacion podría referir la narracion de lo que la decima hubiera visto.

Para que el Sol, á pesar de su prodigiosa distancia, nos parezca aún tan grande como le vemos, preciso es que sus verdaderas dimensiones sean realmente colosales. En efecto, el globo solar tiene un diámetro no ménos que 108 veces el diámetro ecuatorial de la Tierra. Su volúmen es 1 279 267 veces más considerable que el de nuestro globo.

Si calculamos ahora las dimensiones de este coloso, en kilómetros, hallamos que su diámetro mide 1 380 000 kilómetros, ó 345 000 leguas, y su circunferencia 4 330 000 kilómetros, ó 1 082 500 leguas. Su superficie no es inferior á doce mil veces la de nuestra Tierra; lo que arroja, en números redondos : 6 millones de kilómetros cuadrados. Su volúmen, evaluado en kilómetros cúbicos, se mide por el guarismo :

1,390 050,000 000,000'000.

La figura siguiente nos muestra este astro colosal, tal cual se vé al telescopio. Es la reproduccion exacta de una fotografia directa instantánea sacada en 1870, en cuyo año las manchas solares eran muy numerosas. Comparativamente al Sol, *el volúmen de la Tierra es inferior al de la mas pequeña de estas manchas.*

Por lo que hace al peso del Sol, sabemos hoy que es más de 324 479 veces el de la Tierra. Si se colocara el globo solar en el plato de una balanza, se necesitaria colocar 324 479 tierras en el otro plato para equilibrarlos!

Expresado en kilogramos, este peso es de

1,879 000,000 000,000 000,000 000,000 000

ó 1 quintillon, 879 mil cuatrillones de kilogramos!

La masa solar es tan enorme, que atrae los objetos á su superficie con una potencia inaudita : un objeto que cae de cierta altura recorre allí 134 metros en el primer segundo de su caída. 1 kilogramo de tierra trasportado allí pesaría 27 kilogramos. Un hombre de talla ordinaria colocado en la superficie del Sol, pesaría 2 000 kilogramos, y no sólo sería incapaz de sostener su propio peso, sino que quedaría in-

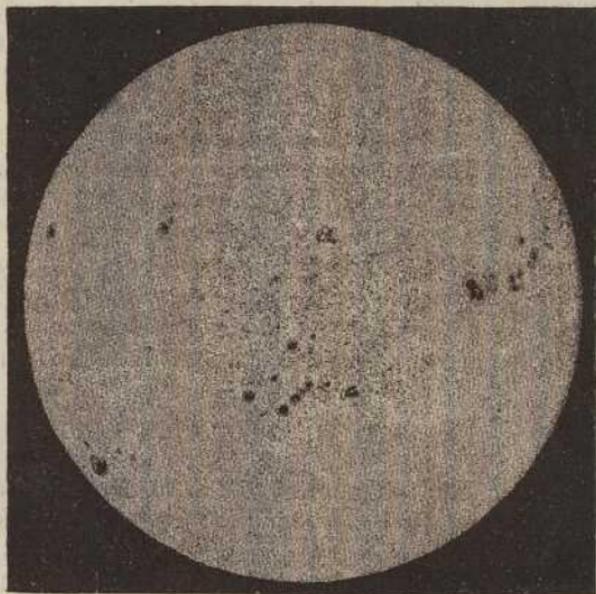
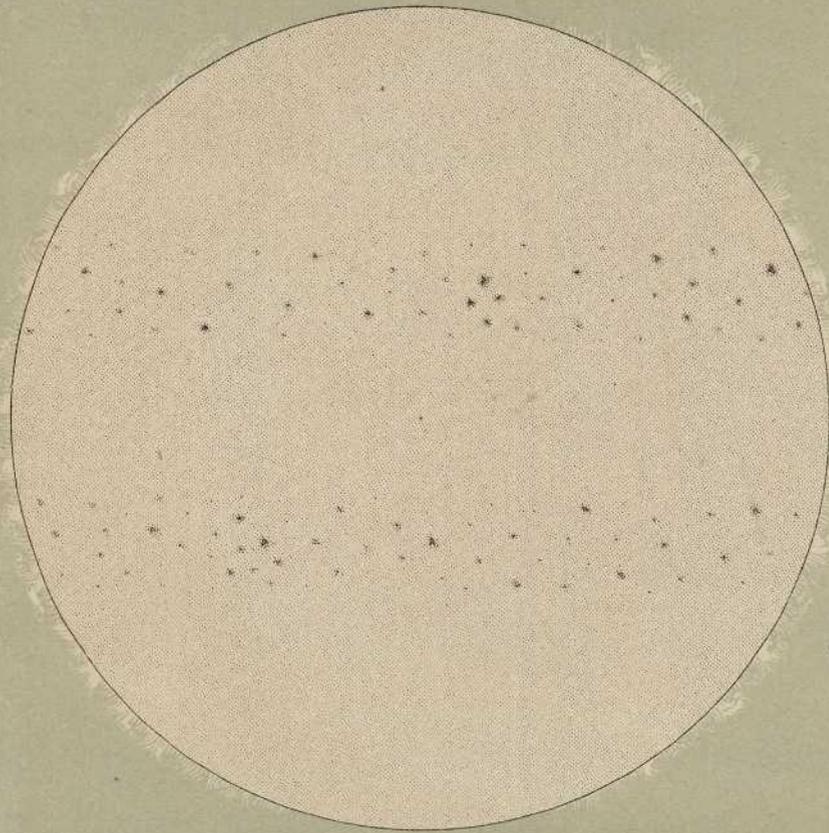


FIG. 18. — El Sol, grabado segun una fotografia directa.

mediatamente aplastado y convertido en un número indefinido de partículas, como si fuera machacado en un mortero.

También se ha tratado de medir la luz ofuscante y el formidable calor del Sol. Faltan voces con que poder expresar la intensidad de su esplendor. La temperatura parece ser allí de muchos miles de grados. Este calor haría hervir en cada hora 2900 millares de millones de kilómetros cúbicos de agua en la temperatura del hielo. Cada metro cuadrado de la superficie de la Tierra recibe en un año 2 318 157 calo-

EL SOL



Mercurio

Vénus

La Tierra

Marte

Asteróide



Júpiter



Saturno



Urano



Neptuno

rias; lo que da mas de 23 millones de calorías por hectárea, es decir, 9,852 200,000 000 de kilogramos. De modo que la irradiación calorífica del Sol que cae sobre la superficie de una hectárea, desarrolla en ella, bajo mil formas diversas, una potencia equivalente al trabajo continuo de 4163 caballos de vapor. Sobre la Tierra entera, es un trabajo de 217,316 000,000 000 de caballos de vapor.

543 millares de millones de máquinas de vapor de una fuerza efectiva de 400 caballos cada una, y funcionando sin cesar, día y noche, producirían un trabajo equivalente al que produce cada día en la superficie de nuestro planeta la fuerza emanada del Sol y detenida por la Tierra á su paso! fuerza que nos *calienta*, nos *alumbra*, nos *nutre* por medio de las plantas y los animales, crea los vientos, las nubes y los ríos, y en último resultado se trasforma en *la vida* múltiple que reina como soberana en el globo entero.

Y la Tierra sin embargo no detiene á su paso sino una parte infinitamente pequeña de la fuerza prodigiosa emanada del Sol; pues si se traza con la mente en derredor de aquel astro una esfera inmensa á 37 millones de leguas de distancia, nuestro globo, que sólo cuenta 3 000 leguas de diámetro, no cubre sino un punto insignificante de dicha esfera, expresado por la fracción $\frac{1}{2500000000}$. Por consiguiente, la fuerza solar que se escapa en el espacio es mas de dos mil millones de veces superior á la que para su uso y provecho detiene la Tierra. ¿Con qué nombre habrá de calificarse? La imaginación mas audaz se detiene aquí confundida.

La inmensa importancia del Sol comparado con la Tierra y con los demas planetas, será apreciada por todo observador inteligente, al examinar con atención la lámina II, que representa las dimensiones comparadas del Sol y de los planetas. El globo solar es tan grande, que colocando á la Tierra en su centro, y dejando á la Luna donde está (á 96 000 leguas de nosotros), recorrería ésta su órbita en el interior del Sol, y aún quedarían, para ir desde la Luna á la superficie solar, 76 500 leguas que andar! Finalmente, ese coloso es él sólo setecientas veces mas voluminoso que todos los planetas reunidos.

CAPITULO III

LA SUPERFICIE DEL SOL.

LAS MANCHAS Y LAS PROTUBERANCIAS.

Los antiguos saludaron en el Sol la imagen mas pura y mas brillante de la Divinidad. Para ellos el cielo era invariable é incorruptible, y el astro del dia expresamente creado para alumbrar al mundo, era por excelencia el simbolo de la luz absoluta y de la eterna incorruptibilidad. Pues bien, la historia ha querido que el conocimiento cientifico de la naturaleza del Sol dependiera precisamente de todo lo contrario, del estudio de sus *manchas*. Si el astro radiante hubiera carecido de manchas, nos habria sido mucho mas dificil adivinar su estructura. Las manchas que él presenta nos permiten, al contrario, penetrar en cierto modo en el interior de su taller, allá donde se elaboran la luz y el calor, y examinar los movimientos que tienen lugar y que sin cesar se repiten en aquel inmenso océano de incandescencia.

Para observar el Sol, se emplean vidrios alumados, ennegrecidos, que templan su luz ofuscante; pero el calor es á veces tan fuerte, que á pesar de las precauciones, hace estallar el vidrio, con gran descontento del astrónomo. La observacion de las manchas solares es sin embargo una de las mas fáciles de hacer por medio de un anteojó de mediana potencia; y nada es mas agradable que dibujar sus aspectos caprichosos, seguir sus variaciones, y volverlas á encontrar

después de un intervalo de muchos días, mientras que la Tierra ha rodado sobre su eje y nos ha hecho pasar la noche.

Para formar una idea exacta del aspecto de las manchas solares, considérese el grupo notable representado en nuestra figura, cuyo dibujo ha sido hecho por el P. Secchi, uno de los astrónomos contemporáneos que mas han estudiado el Sol¹. A veces estas manchas están aisladas; á veces tambien se hallan agrupadas, en términos de formar en conjunto figuras irregulares. La parte central, llamada el *núcleo*, ó la *sombra*, es negra: el contorno está formado de una mediantina que se llama la *penumbra*.

Las dimensiones de las manchas son en extremo variables. A veces se miden algunas que alcanzan muchos minutos de diámetro; siendo por consiguiente su superficie mayor que la de la Tierra, y aún mayor que la de Júpiter. En 1868 dibujé yo una, que se distinguía á la simple vista, y media cerca de 50 000 leguas de ancho, abismo gigantesco en cuyo fondo se perdería la Tierra entera como una roca en un cráter.

Notemos aún que no se muestran ellas uniformemente en toda la superficie del astro, sino á cada lado del ecuador. Nunca se las vé en los polos.

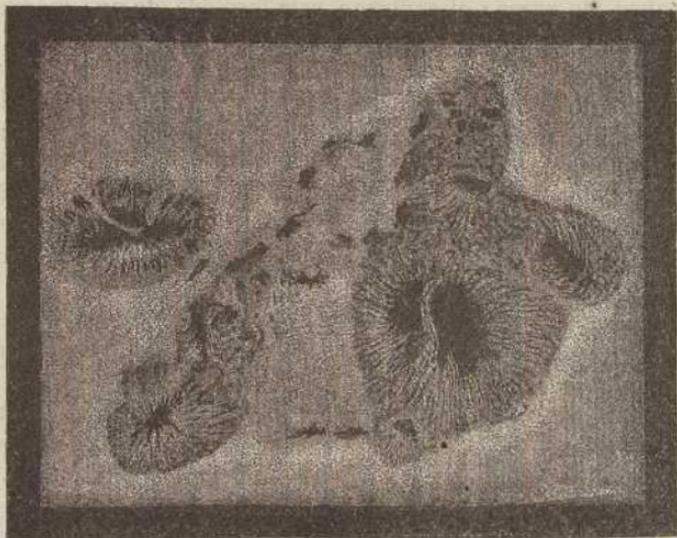
Distínguense tambien en la superficie del Sol unas manchas blancas, mas brillantes que el mismo Sol, y á las cuales se da el nombre de *fáculas*. Déjanse ver generalmente junto á los bordes, y no léjos de las manchas oscuras.

El Sol rueda sobre si mismo en unos 26 días. Por lo ménos, así lo muestra el cambio de lugar que se nota en sus manchas, que se presentan en el borde oriental del astro, atraviesan el disco siguiendo líneas oblicuas, y al cabo de trece ó catorce días, desaparecen por el borde occidental. No es raro el ver una misma mancha que, después de haber permanecido invisible durante un periodo de catorce días, aparece de nuevo en el borde oriental, para hacer una segunda, y á veces una tercera y aún cuarta revolucion; pero lo mas general es que pierdan su forma, concluyendo por disolverse

1. Véase su nueva y espléndida edición de EL SOL. — Paris, Gauthier-Villars, 1876.

sin haber terminado una rotacion entera. Este movimiento de rotacion del Sol se efectúa en el mismo sentido que la revolucion anual de la Tierra alrededor del Sol, y que la marcha de todos los planetas.

Estas manchas describen trayectorias paralelas. No son independientes, como lo son los satélites, sino que se hallan en la superficie misma del astro, y son arrastradas en su movimiento de rotacion. En virtud de la perspectiva, al acercarse



49. — Tipo de manchas solares.

al borde, pierden su forma redondeada, se hacen ovaladas, y despues se estrechan, en términos de aparecer casi lineales.

Observacion digna de tenerse muy en cuenta : las manchas solares, y por consiguiente, la superficie á la cual están ellas adheridas, viajan mas rápidamente junto al ecuador que en las latitudes lejanas. La diferencia de la velocidad es aun bastante grande, pues la rotacion se efectúa en 24 dias 22 horas en el ecuador, y en 28 dias 11 horas á 45 grados de latitud austral.

La forma de las manchas varía á veces de una manera muy notable, no ya sólo de un dia para otro, sino en el breve pe-

riodo de algunas horas; á veces varias manchas se confunden en una sola; en otros casos, una mancha se divide en varias. En el mes de mayo de 1868, seguí yo, entre otras, una por espacio de doce días, la cual se fraccionó en dos secciones cada una de las cuales tenía un núcleo especial¹.

Su número varía mucho también. A veces son bastante numerosas para que se pueda, por medio de una sola observación, reconocer las zonas que habitualmente las contienen. Otras veces, por el contrario, son tan raras, que pueden trascurrir meses enteros sin que se vea ninguna. Háse reconocido una notable regularidad en la manera cómo se suceden los períodos. El número de ellas llega á su máximo al cabo de unos once años, y después decrece, para subir de nuevo. Estos períodos, debidos sin duda á la influencia de los planetas sobre el Sol, corresponden con el número de las auroras boreales y con las oscilaciones de la brújula. La exigua aguja imantada sufre aquí, al traves de 37 millones de leguas, las misteriosas influencias del magnetismo solar, y cuando tiene lugar una revolución en el astro ardiente, ella se perturba, pierde el norte, parece como enloquecida, palpitando de incomprensibles conmociones. Hé aquí el número de las manchas observadas cada año en el Sol, desde que se juzgó conveniente contarlas, cuya idea meritoria es debida al astrónomo alemán Schwabe, de Dessau:

CUADRO DEL NUMERO DE LAS MANCHAS SOLARES SEGUN LOS AÑOS.

Años.	Número.	Años.	Número.
1826.....	118	1837 <i>máximum</i> .	333
1827.....	161	1838.....	282
1828 <i>máximum</i> .	225	1839.....	162
1829.....	199	1840.....	152
1830.....	190	1841.....	102
1831.....	149	1842.....	68
1832.....	81	1843 <i>mínimum</i> .	34
1833 <i>mínimum</i> .	33	1844.....	52
1834.....	51	1845.....	114
1835.....	173	1846.....	157
1836.....	272	1847.....	257

1. En las *Actas de la Academia de Ciencias* y en mis *Estudios sobre la Astronomía*, t. III, he publicado el dibujo con la descripción.

Años.	Número.	Años.	Número.
1848 <i>máximum</i> .	330	1862.....	160
1849.....	238	1863.....	124
1850.....	186	1864.....	130
1851.....	141	1865.....	93
1852.....	125	1866.....	45
1853.....	91	1867 <i>mínimum</i> ..	25
1854.....	67	1868.....	101
1855 <i>mínimum</i> .	28	1869.....	198
1856.....	34	1870.....	303
1857.....	98	1871 <i>máximum</i> .	304
1858.....	202	1872.....	292
1859.....	205	1873.....	225
1860 <i>máximum</i> .	211	1874.....	160
1861.....	204	1875.....	108

Nótese que los años 1828, 1837, 1848, 1860, 1871, han sido años de *máximum*, mientras que los años 1833, 1843, 1855, 1867, han sido años de *mínimum*: el período de decrecimiento es mas largo que el de crecimiento (lo mismo que sucede en el reflujó del mar). De un *máximum* al otro, como de un *mínimum* al otro, hay por término medio once años de intervalo. ¡Inconstancia singular!

Examinada con el auxilio de instrumentos de fuerte potencia, la superficie del Sol no presenta, como se creería, una blancura uniforme y lisa, sino una apariencia irregular y ondulada, semejante á un mar agitado por la tempestad. Cuando se la proyecta sobre una placa ó tela blanca, por medio de un fuerte ocular, se la vé llena de una multitud de arrugas y sinuosidades imposibles de detallar. Muéstrase sobre todo recubierta de un sin número de diminutas prominencias, como granitos, casi todos de iguales dimensiones, pero de formas variadas, entre las cuales parece dominar el óvalo. Los intersticios, muy abiertos, que separan entre sí estos granos, forman un enrejado sombrío.

Estos granos son llamas luminosas; los vértices de otros tantos conos cuyas bases miden diámetros de 240 á 260 kilómetros. Esta materia luminosa, que constituye la superficie del Sol, y nos diseña el globo solar, ha recibido el nombre de *Fotósfera*. Su estado físico es análogo al de las nieblas y las nubes. Los granos que hemos mencionado

son las cúspides de los pezones ó eminencias conóides que terminan esas masas vaporosas flotantes como nuestras nubes en la atmósfera solar. Es un aspecto análogo al que nos presenta la Tierra cuando bogamos cerniéndonos en un globo aereostático sobre las nubes. Alrededor de esta fotósfera hay una capa de hidrógeno incandescente llamada *cro-mósfera*.

Para completar este breve bosquejo, añadiremos que las manchas son *huecas*, lo que se nota principalmente cuando llegan hácia los bordes del astro. Hemos dicho que son mucho mas extensas que la Tierra; pero no parece que son muy profundas, pues las mas hondas que se han medido no excedian de 6 á 7000 kilómetros. Dichas cavidades no están vacías, sino llenas de vapores.

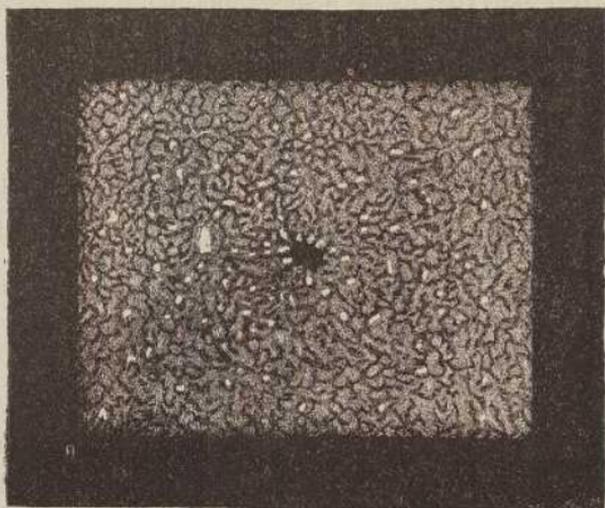


FIG. 20. — La superficie del Sol, vista al telescopio.

Entre los diferentes métodos de observacion que se han empleado para llegar á conocer la constitucion del globo fluido solar y la de su atmósfera, el mas fecundo tal vez es el debido á los eclipses.

¡Pobres eclipses! ¡Cuántos terrores han causado en otros tiempos á los pueblos ignorantes y supersticiosos! Pero hoy ya el papel que representan los ha trasfigurado completamente, siéndo ellos los que han puesto en evidencia los mas preciosos descubrimientos sobre la naturaleza del Sol, sobre todo desde que la análisis espectral ha determinado la constitucion quimica del astro, la de su atmósfera y aún la de las *protuberancias* que erizan ese brillante globo eclipsado.

En 1842 fué sólo cuando los astrónomos fijaron su atencion en este asunto. Presentáronse fenómenos que no se habian sospechado siquiera hasta entónces, y que fueron como una revelacion : un nuevo horizonte parecia ofrecerse á la contemplacion de los sabios; y no se omitió medio ni diligencia para estudiarle con esmero. En efecto, desde aquella época los astrónomos han hecho á porfia largos viajes para ir á observar cada uno de los eclipses que han tenido lugar.

Un eclipse no empieza á ofrecer verdadero interes científico sino en el momento en que el centro del Sol se halla cubierto por la Luna. Entónces principia la luz á disminuir de una manera muy perceptible, y cuando el momento de la totalidad se acerca, esta disminucion es tan rápida, que tiene algo de pavoroso. Lo que mas choca entónces no es sólo la debilitacion de la luz, sino principalmente el cambio de color que presentan los objetos. Todo aparece triste, sombrío y como amenazador : el mas verde paisaje se cubre de un tinte gris : en las regiones mas elevadas y mas cercanas al Sol, adquiere el cielo un color de plomo, miéntras que, junto al horizonte, aparece de un amarillo verdoso. El semblante de las personas presenta un aspecto cadavérico, como el que produce la llama del alcohol saturado de sal. Este color amarillento, y sobre todo, el repentino descenso de la temperatura, parecen revelar una disminucion en la potencia vital de la naturaleza.

En estos últimos instantes, el segmento del disco solar disminuye con una rapidez sorprendente, quedando muy pronto reducido á un filete delgado que termina en puntas muy agudas. Las montañas del contorno lunar le dividen á veces en varias partes, hasta que por fin desaparece.

En seguida cambia la escena de una manera súbita y com-

pleta. En medio de un cielo color de plomo, se destaca un disco enteramente negro, circundado de una aureola, ó mas bien, una gloria de rayos argentados, entre los cuales centellean pirámides de llamas color de rosa.

Este espectáculo es sublime y terrible á la vez. Para hacerle comprender mejor, traducirémos aquí la descripción que el astrónomo inglés Baily hizo de su propia observacion del famoso eclipse de 1842, para la cual tuvo que trasladarse á España.

« Estaba yo, dice, ocupado exclusivamente en contar las vibraciones de mi cronómetro, á fin de anotar el instante preciso de la desaparicion total, sumergido en un silencio profundo, en medio de la muchedumbre que bullia en las calles, en la plaza y en las ventanas de las casas, y cuya atencion se hallaba enteramente absorta por el espectáculo que contemplaba; cuando hé aqui que, de repente, el último rayo de luz desaparece, y yo me encuentro como ensordecido por una explosion de aplausos y de bravos en que prorrumpió en el mismo instante aquella inmensa muchedumbre. Todas mis fibras se electrizaron, y un estremecimiento se apoderó de mí. Miro al Sol, y me hallo en presencia del espectáculo mas espléndido que pudiera inventar la imaginacion. El astro del dia habia sido reemplazado por un disco negro como la pez, circundado de una gloria brillante, parecida á la que suele adornar la cabeza de la virgen ó de los santos.

» Al ver ésto, quedé como pasmado, y sobrecogido de asombro, perdiendo una porcion considerable de aquellos preciosos momentos, y hallándome á punto de olvidar el objeto de mi viaje. Esperaba yo, sin duda, guiado por las descripciones que habia leído, ver en derredor del Sol cierta luz, pero débil, crepuscular; miéntras que me encontré con una aureola brillante, cuyo resplandor, vivísimo en el borde del disco, disminuía gradualmente. Nada de esto habia yo previsto.

» Pronto me repuse y volví de mi asombro, aplicando de nuevo la vista al antejo, despues de quitar el lente negro del ocular. Pero un nuevo espectáculo me esperaba. La corona de rayos que circundaba el disco lunar se hallaba interrumpida en tres puntos por inmensas llamas de color de púrpura, cuyo diámetro era como de dos minutos. Aparecian tranquilas, presentando el mismo aspecto que las nevadas cumbres de los Alpes alumbradas por el Sol poniente. Imposible me fué distinguir si aquellas llamas eran nubes ó montañas : cuando me disponia á estudiarlas, un rayo de

sol brilló en las tinieblas, viniendo á reanimar la naturaleza, pero abatiéndome á mi y sumergiéndome en esa tristeza que experimenta toda persona que vé desaparecer el objeto de sus deseos cuando se creia á punto de alcanzarle. »

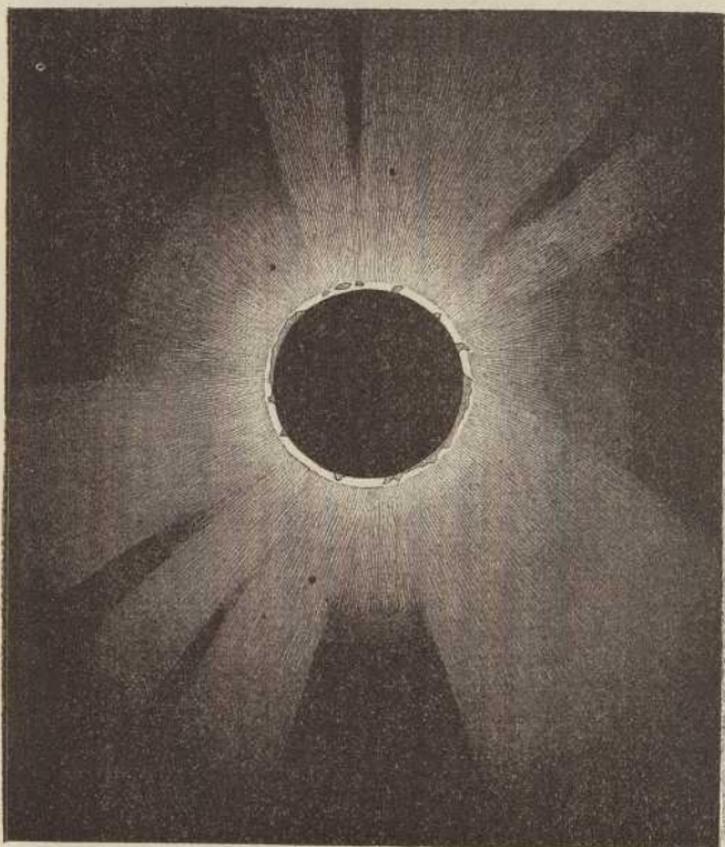


FIG. 21. — Un eclipse total de Sol.

Aun cuando se haya tenido la fortuna de contemplar muchos eclipses de Sol, la impresion que ellos causan siempre es profunda. Imposible es mirar con indiferencia ese disco negro que reemplaza al Sol, y la aureola argentada que le circunda, proyectada en un cielo triste y extraño.

Con ocasion del eclipse de que acabamos de hablar, fué cuando los astrónomos fijaron su atencion en esas protuberancias que se avalanzan en derredor de la Luna como llamas gigantescas de color de rosa ó de flor de durazno. La sorpresa que les causó este fenómeno inesperado no les permitió hacer sobre él observaciones precisas, resultando de aquí completa divergencia de pareceres entre los diferentes observadores.

Estos apéndices tenian dimensiones considerables. En el Observatorio de Toulouse se midió una altura de 4',45", lo que equivale casi á 6 diámetros terrestres, es decir, á 80 000 kilómetros.

Entre los mas bellos eclipses de Sol, señalaremos el del año 1860, representado por nuestra figura 21, segun el P. Secchi. Admirase en él desde luego la brillante y tenue corona luminosa que rodea inmediatamente al Sol eclipsado, como un anillo de luz deslumbradora, sobre el cual se destacan las protuberancias rosáceas; despues, una inmensa *cromósfera* que se extiende á grande distancia alrededor: por último, rayos espléndidos que atraviesan esa corona formando con ella una gloria. La fotografía recoge hoy ya y fija estos detalles.

La corona es una atmósfera inmensa que envuelve al Sol, atmósfera en la cual flotan mil cosas desconocidas aún, que brillan por la reflexion de la luz solar vecina. En las regiones inmediatas al astro luminoso, está el espacio lleno de corpúsculos en movimiento. La luz zodiacal, que viene hasta la Tierra, es ella misma un lente inmenso compuesto con los diversos despojos que gravitan en derredor del Sol.

Las protuberancias están formadas por fantásticas llamas de *hidrógeno*, que se elevan como otras tantas lenguas de fuego alrededor del globo candente. Gracias á un método nuevo, debido al astrónomo frances Janssen, no se necesita ya esperar los eclipses para verlas, sino que se las puede observar constantemente siguiendo con atencion el borde del Sol al espectróscopo. Desde el año 1872, las dibujan todos los dias en Italia. Estas erupciones solares presentan por lo general el aspecto que se vé en la figura siguiente.

Mostrándose con un esplendor inconcebible, la naturaleza

solar nos suscita hoy nuevos problemas. Esas protuberancias, inmensas efusiones de hidrógeno incandescente, se elevan



FIG. 22.—Erupción de hidrógeno incandescente, en el Sol.

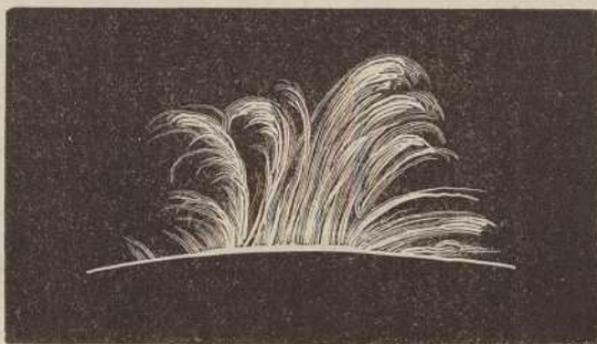


FIG. 23. — Protuberancias solares.

por encima de la fotosfera á fabulosas alturas, de 10 000, de 20 000, á veces de 50 000 leguas : ¡50 000 leguas!... es

decir, mas de 15 diámetros de nuestro globo. ¡Prodigio anímas maravilloso! esas enormes llamas se forman en pocas horas, brotan, se elevan y se desfiguran con inconcebible rapidez. No es ménos extraña la variedad de sus formas. Aquí, diríase una erupcion como las de los volcanes, con una co-

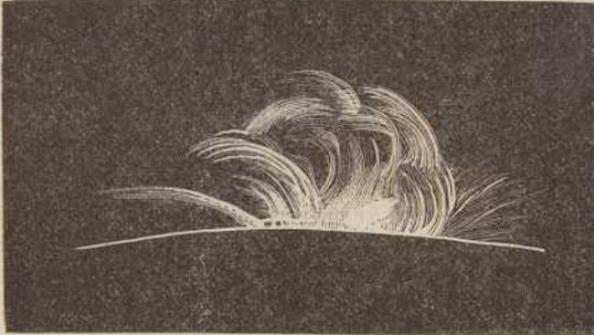


FIG. 21. — Otras formas de protuberancias.

lumna de llama incandescente, desplegándose en las alturas y formando una inmensa nube : despues la erupcion cesa, la columna desaparece, quedando aún la nube suspendida en el aire. Allí, el espectáculo cambia enteramente : ya no son masas nebulosas formando arcadas sobre una serie de pilares, ó llamas que parecen encorvadas por la violencia del viento. En otra parte aún, aparece un árbol cargado de pesadas ramas, ó bien, mangas ascendentes emanadas de un mismo foco. Mas allá, hallamos otras que se deshacen en una lluvia de fuego que vuelve á precipitarse sobre el Sol, etc.

El color dominante de estas llamas es el rojo. El azul y el violáceo son relativamente débiles; de modo que las protuberancias tienen en realidad, como se observa en los eclipses totales, un color de rosa, ó mas bien, de flor de durazno, debido á la mezcla de los tres colores que caracterizan, en nuestros experimentos de laboratorio como en el Sol, el hidrógeno puro y dilatado, en una temperatura elevadísima.

Esas erupciones formidables y espléndidas, esas agitaciones

tempestuosas del océano solar, esas explosiones fulminantes que tienen lugar en el Sol, á tantos millones de leguas de aquí, tienen su repercusión en la Tierra y en los demas planetas : el corazon palpitante de la aguja imantada se estremece, las auroras boreales sufren su influencia; el estado eléctrico del planeta, como el calor y la luz que recibimos del Sol, están en misteriosa correspondencia con las fuerzas excitadas en aquel foco lejano.

Tal es este astro inmenso, de cuyos rayos se halla suspendida la vida de la Tierra y de los demas planetas, y sin el cual todo caería en ruinas y en la muerte. Pero aún hay mas. Completarémos pues ahora su conocimiento con el estudio de su constitucion química, debido á los descubrimientos de la análisis espectral, cuyas revelaciones son extensivas tambien á los planetas, á los cometas y aún á las estrellas perdidas en el infinito.

CAPITULO IV

LA ANALISIS ESPECTRAL DE LA LUZ Y LA CONSTITUCION FISICA Y QUIMICA DEL SOL

Maravilloso descubrimiento, magnífico progreso era ya el haber construido esos telescopios portentosos cuya vision nos ha dotado en realidad de un sentido nuevo, poniéndonos en posesion de un espacio ántes desconocido; brillante conquista era tambien la de haber deducido de las observaciones celestes la existencia de la ley de gravitacion universal que rige los movimientos de la creacion entera, desde los de la avecilla que ensaya su vuelo en derredor del nido materno, hasta los de las estrellas dobles que se ciernen majestuosas allá en el fondo de los cielos. Los nombres de Newton y de Galileo están inscritos con letras de oro en la biblia del progreso. Pero hé aqui que surge hoy un nuevo estudio, base de ulteriores descubrimientos que no cederán la palma sin duda á los anteriores, y que merece por sí mismo en el mas alto grado la atencion de cuantos se interesan en los progresos de las ciencias.

Todos sabemos que un rayo de luz que pasa al traves de un prisma de cristal se descompone en una serie de colores semejantes á los del arco iris y dispuestos en un órden conocido : « violáceo, añil, azul, verde, amarillo, naranjado, rojo ». Los colores se separan cada uno segun su carácter : el mas ardiente, el rojo, no se deja desviar de su camino, y

atravesada en línea recta; el naranjado sufre ya algo la influencia del prisma, y va á colocarse á su lado; el amarillo la sufre aún mas; el verde, y despues el azul, son aún mas suaves y mas débiles, continuando así la cinta... A esta banderola coloreada se da el nombre de *espectro solar*.

Desde 1815, Fraünhofer, óptico bávaro, estudiaba con grande anhelo el espectro solar, tratando de descubrir en él algunos puntos fijos que fueran independientes de la naturaleza de los prismas, y que pudieran ser considerados como otros tantos puntos de marca á los cuales podrian referirse las zonas y los colores del espectro; cuando hé aquí que se apercibió de que, dando al prisma cierta posicion especial, se veian aparecer súbitamente en la imágen espectral unas *rayas oscuras* que cortaban en sentido trasversal la banderola de siete colores.

Designó las ocho principales de estas rayas con las ocho primeras letras del alfabeto, colocándolas de esta manera: la primera en el límite del rojo; la segunda en medio de este color; la tercera junto al naranjado; la cuarta al final de este matiz; la quinta en el verde; la sexta en el azul; la séptima en el añil; la octava al final del violáceo. Tales son las principales líneas negras que se distinguen en el espectro. En cuanto al número total de estas líneas, parece ser prodigioso: 600 habia contado ya Fraünhofer con un anteojo de aumento. Mas adelante, Sir David Brewster elevó este guarismo hasta 2 000. Hoy ya se cuentan

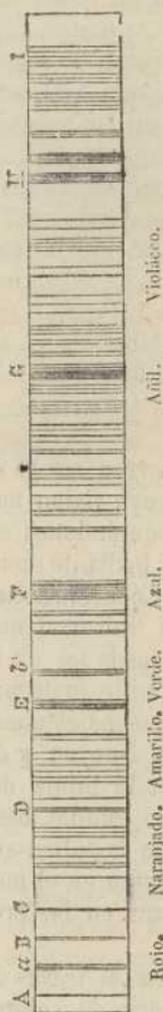


Fig. 25.

5 000, y aún mas. La disposicion general de estas líneas espectrales puede verse en nuestra figura 25.

Estas rayas del espectro solar son constantes é invariables siempre que el espectro que se estudia es el de una luz emanada del Sol, sea cual fuere por lo demas esta luz. Se las encuentra en la luz del dia, en la de las nubes, y en el resplandor que reflejan las montañas, los edificios y todos los objetos terrestres. Tambien se las halla en la luz de la Luna y en la de los planetas, porque estos cuerpos celestes no brillan sino por la luz que reciben del Sol y que ellos reflejan en el espacio.

Este descubrimiento de las líneas microscópicas que atraviesan como hemos dicho el espectro solar, fué muy pronto fecundado por otro no ménos importante. Al recibir al traves de un prisma rayos procedentes de un origen ó manantial luminoso terrestre, como un mechero de gas, una lámpara, un metal en fusion, etc., se notó desde luego que estas luces artificiales dan origen á un espectro, lo mismo que la luz del Sol, pero que este espectro difiere del espectro solar por el número y la disposicion de los colores: tambien se observó — y este es el punto capital — que el espectro de estas luces está igualmente atravesado por líneas; que la distribucion de estas líneas difiere segun la naturaleza de la luz observada, y por último, que *presenta un orden invariable característico* para cada una de ellas.

En este descubrimiento habia todo un mundo de experiencias desconocidas, todo un universo mas vasto y mas rico que el de Cristóbal Colon, toda una serie de estudios maravillosos que debian comprender desde lo infinitamente pequeño hasta lo infinitamente grande, como vamos á demostrarlo.

A fin de poder fijar bien nuestras ideas, nos representáremos el experimento tal cual le hicieron Kirchoff y Bunsen, los dos físicos á quienes debemos estos brillantes estudios. Hagamos llegar al centro de la llama de un mechero de gas un hilo de platino, en cuya extremidad colocamos un pequeño fragmento de la sustancia que queremos analizar. Frente á la llama se coloca el *espectróscopo*, antejo construido expresamente para nuestra análisis, y en el cual vienen á reunirse los rayos de la llama en un prisma

y en un microscopio analizador. La llama de dicho mecnero está regulada, debilitada, de modo que no produce ella misma espectro. ¡Pues bien! desde el momento en que hacemos penetrar en ella el hilo de platino preparado, aparece un espectro en el antejo, y la vista colocada junto al microscopio puede analizarlo cómodamente. Este espectro, *es el de la sustancia puesta en ignicion.*

Por ejemplo, si introducimos el hilo de platino en un frasco de potasa, en el momento en que le colocamos en el mechero de gas, se deja ver un espectro en el espectróscopo: es el espectro del potasio, el cual está compuesto de siete colores, como el espectro solar, y además está caracterizado por dos rayas rojas muy brillantes, situadas hácia cada una de sus extremidades.

Del mismo modo, si aplicamos pequeños cristales de sosa en la extremidad del hilo de platino, verémos aparecer un espectro singular, que no contiene rojo ni naranjado, ni verde, ni azul, ni violáceo, y está simplemente caracterizado por una raya amarilla brillante que corresponde á la posicion del amarillo en el espectro solar y de la línea que atraviesa este color. Aquí tenemos el espectro del sodio.

Y así sucesivamente. Tan maravilloso y tan eficaz es este método de análisis, que revela la existencia de sustancias en cantidad infinitamente pequeña, allí donde todos los demás métodos son completamente estériles. Acabamos de hablar del sodio. Es admirable en verdad, hasta qué grado de análisis nos permite llegar el espectróscopo. Tomémos un gramo de sodio; es bien poco, pero aún es demasiado. Tomémos pues solamente la milésima parte de un gramo, un milígramo. Dividámos ahora este milígramo en otras mil partes, y contentémosnos con uno de estos fragmentos microscópicos; en seguida, partamos de nuevo aún, si es posible, esta milésima de milígramo en otras mil partes, y tendrémos una millonésima de milígramo. Hé aquí con lo que se contenta la análisis espectral; he ahí la partícula cuya presencia revela ella á nuestros ojos confundidos! Nuestra mente misma discierne con suma dificultad en su concepcion esa extrema tenuidad de la sustancia, ese átomo imaginario; y sin

embargo, apénas penetra ella en la llama, cuando la presencia de esa molécula insensible es revelada por la brillante linea de oro de que hemos hablado ántes!

Así que toda sustancia analizada hace aparecer en el espectróscopo cierto órden ó disposicion de lineas que la es peculiar: *ella misma inscribe su verdadero nombre natural en caractéres geroglíficos*; ella se revela por sí misma y bajo una forma incontestable.

Tal vez la inteligencia de algunos lectores se muestre refractaria á la admision, á la posibilidad de tales hechos. Pero que los que vacilen perplejos ante esta concepcion tengan á bien reflexionar conmigo, que un gran número de verdades científicas reconocen fundamentos no ménos sorprendentes, pero mas sólidos sin embargo que muchos troncos macizos y seculares. La polarizacion de la luz, tan sabiamente estudiada por Arago, se funda realmente en el exámen del lado de los rayos luminosos. Ahora bien, ¿es posible figurarse el lado de un rayo de luz, cuando se considera que miles de millares de millones de estos rayos pasan juntos sin confundirse por el hondon de una aguja?

Del mismo modo podriamos señalar así muchas verdades no ménos sorprendentes y no ménos sólidas, cuya contemplacion debe convencernos de que nos hallamos colocados entre lo infinitamente pequeño y lo infinitamente grande, inclinándonos á cada instante hácia estos dos extremos, en cada paso del método experimental.

Pero ¿qué proporciones no adquirirá nuestro asombro, si añado ahora que los datos anteriores no han sido expuestos aquí sino para mostrar al espectróscopo penetrando en la incommensurable extension de los cielos, y sorprendiendo allá en el fondo de esos inexplorados desiertos la constitucion química de los astros que brillan tranquilos en esas profundidades? Esas lejanas estrellas, que pueblan á miles de millares los campos etéreos, que ni conocen siquiera la existencia de nuestra exigua é invisible Tierra, ni es posible tal vez que puedan adivinarla; esas estrellas, decimos, han entrado por decirlo así en el dominio intelectual de los habitantes de nuestro planeta. Despues de haber medido la espantable dis-

tancia que nos separa de las mas cercanas, hemos logrado conocer los elementos que arden en esos vastos incensarios.

La análisis espectral es pues á la vez, *microscópica y telescópica*.

En efecto, las líneas negras que hemos señalado ántes en el espectro solar, *corresponden precisamente á ciertas líneas brillantes características del espectro de varias sustancias terrestres*.

Por otra parte, se ha observado que las rayas presentadas en el espectro de toda sustancia reducida al estado *gaseoso* por una emanacion de calor, son las mismas que cuando esta sustancia es brillante por su combustion, pero que ha permanecido sólida ó líquida; solamente que son *negras*, en vez de ser luminosas.

De esta doble observacion resulta, pues, que las líneas negras del espectro solar prueban : 1º la existencia de una atmósfera ardiente y gaseosa alrededor de este astro; y 2º la presencia en dicha atmósfera de las sustancias señaladas por las líneas en cuestion.

Se han identificado, línea por línea, en el Sol, las 450 líneas del espectro del hierro, las 118 del titano, las 75 del calcio, las 57 del manganeso, las 33 del níquel, etc.; de modo que hoy se sabe, de un modo cierto, que en el Sol hay hierro, titano, calcio, manganeso, níquel, cobalto, cromo, sodio, bario, magnesio, cobre, potasio, y tambien hidrógeno; pero aún no se ha podido reconocer allí huella ninguna de oro, plata, plomo, estaño, antimonio, cadmio, arsénico, mercurio, litina, estronciana ni sílice.

Así pues, hé ahí un astro inmenso, situado á 37 millones de leguas de distancia, y sin embargo, la ciencia, no sólo lo ha medido y pesado, sino que tambien, por medio de la análisis de sus rayos, sabe ya cuáles son los elementos que arden en él, llegando su audacia hasta determinar su naturaleza sideral, su constitucion física y química!

Enseñoreándose en medio de la familia de la cual es padre, ese Sol colosal es á la vez la mano que sostiene los planetas en el espacio, y la antorcha que los alumbrá, el foco que los calienta, la fuente inagotable de su actividad y de su vida. Es

menester ver con nuestra mente en el espacio, ese globo inmenso, 1 279 000 veces más voluminoso que la Tierra, y 324 000 veces más pesado, foco inmenso colocado simplemente en medio del vacío de los espacios celestes, reposando allí sin sosten alguno, pero sosteniendo él por su propia fuerza, suspendidos en torno suyo, y á millones de leguas de distancia : la Tierra y todos los demás planetas del sistema. Estos planetas, los mantiene él á distancia en el espacio, haciéndolos girar en derredor suyo con rapidez, como gira la piedra en la honda, velocidad apenas concebible, pues la Tierra, donde nos parece hallarnos en reposo, va bogando, como hemos dicho, á razón de 650 000 leguas por día ! Pero no sólo hace él gravitar así rápidamente todos los mundos en derredor suyo en una circunvolucion que les crea respectivamente sus años, sus estaciones y sus días, y que, por medio de una incesante distribución de calor y de luz, los dota de eterna juventud, de una primavera siempre renaciente y de una vida siempre nueva ; sino que también ejerce su acción, ese Sol potente, al través de los espacios, enviando de continuo hácia los planetas bañados en su luz los fecundantes efluvios de su fuerza y de su magnetismo. Desde su ofuscante y agitada superficie, semejante á un océano de llamas, desde aquella superficie donde vemos formidables tempestades, torbellinos que sumergirían la Tierra entera como á un pajarillo la furiosa borrasca, explosiones espantosas lanzando montañas de fuego hasta más de cincuenta mil leguas de altura en la atmósfera solar ; — desde aquella superficie agitada, desde aquel foco de actividad y de energía, parten sin cesar, no con la lentitud de los minutos ni aún de los segundos, sino con la rapidez del relámpago y á razón de millones y millones de pulsaciones por segundo, las undulaciones de la fuerza solar que se alejan agrandándose y difundiendo en el espacio, para ir á lo lejos, cuando ellas tocan á los planetas en su tránsito, á trasformar los choques multiplicados de sus rápidas oscilaciones en calor, en luz, en electricidad, en actividad vital, en selvas, en flores, en seres vivientes de toda especie. Estas undulaciones etéreas tienen también por resultado final el de *animar* á los mundos que, sin el Sol, estarían muertos, más (ó ménos) que muer-



los; pues que no habrían vivido jamás, nunca habrían sentido el calor de la vida errante en su superficie inerte y estéril. Pero ¿es que estará él también habitado, ese Sol brillante? Herschel, Humboldt y Arago lo han creído posible, en la época en que prevalecía la opinión de que el calor y la luz que él nos envía se producían, no en su seno mismo, sino en una capa exterior, una fotósfera que le circundaba á grande distancia, y estaba separada de su superficie por una atmósfera que reflejaba la luz hácia afuera. Hoy ya, el hecho conocido de que el globo solar no es sólido, sino líquido, ó áun gaseoso, y mas ardiente que un metal en fusión, no nos permite admitir la posibilidad de la vida orgánica en su superficie móvil y undulante.

Sin embargo, preciso es confesar que, bajo el punto de vista general ontológico, esta negación no debe tomarse en su sentido estricto. Porque no conocemos nosotros seres que puedan vivir en el fuego, no por eso estamos autorizados para oponer un veto formal á la potencia creadora de la naturaleza. Si además de esto consideramos que el Sol es por sí sólo incomparablemente mas importante que todos los planetas reunidos, que reina como soberano en el centro de la creación planetaria, mansion brillante para el espíritu que de ella fuera digno; tan bella, tan sublime en verdad, que sólo desde allí se pueden contemplar las verdaderas perspectivas celestes, y conocer los vínculos que deben ligar á nuestra estrella con las demás estrellas del infinito; si consideramos, repito, la grandeza de esa morada, no podemos ménos de elevarnos sobre las mezquinas y pueriles clasificaciones de la ciencia terrestre, y pensar que el Autor del Universo ha podido colocar en el seno de tanta luz ciertos seres de su elección. — ¡Cómo! se nos replicará, ¿seres sin cuerpo? — Pero, ¿y por qué sin cuerpo? ¿Poseéis vosotros por ventura el secreto de la posibilidad de los cuerpos? Tal vez lo creéis así cándidamente: pues entonces, explicadme; cómo es que el amianto se lava en el fuego! Y por otra parte, ¿dónde concluye la materia? ¿dónde comienza el espíritu? Y además, ¿qué es ese fuego del Sol? Es un estado de la materia. Las palabras calor y luz no deben entenderse como vulgarmente se entienden, pues allí no hay

calor y luz sino para nuestros sentidos; para otros seres que nosotros, podrá esto ser otra cosa muy diferente.

Las almas libres comprenderán aun mejor la posibilidad — no física, pues nuestra física no va hasta allá, sino metafísica — de esta hipótesis, si añadimos que, á pesar de los planetas que viven de sus rayos, el Sol brilla en cierto modo para nada. ¿Cómo? Nada, la Tierra! Nada, Marte! Nada, Vénus! ¡Nada, Júpiter! ¿Nada, Saturno? ¿Nada, el sistema planetario? — No, no diremos que enteramente nada; pero, en realidad, muy poca cosa, comparativamente á toda la inmensa radiación solar que pasa por sus lados, perdiéndose en el espacio, sin que sirva para ningun objeto conocido. Ya hemos visto cuán mínima cantidad de la fuerza emanada del Sol detiene á su paso la Tierra utilizándola para su propia vida: ménos de 2 000 millonésimas! Todos los planetas reunidos no interceptan sino unas 230 millonésimas de la actividad solar: el resto se va por el espacio infinito. Así que la porción perdida es 230 millones de veces mayor que la porción utilizada. Proctor ha calculado que el calor emitido por el Sol en cada segundo es igual al que resultaría de la combustion de 11 600,000 000,000 000 toneladas de carbon de piedra. Pues bien, esta espantable energía lanzada en cada segundo por el foco solar se difunde en el espacio con la velocidad del relámpago, sin que los planetas absorban para su vida sino una fracción correspondiente á cincuenta millones de toneladas: sólo cincuenta millones, de 11 600 millares de billones.

Este hecho por sí sólo nos muestra bien claramente que sería un grande error de nuestra parte el querer interpretar por nuestros cortos alcances los insondables designios del Criador. ¿No sería temeridad el suponer que todo eso es perdido, y que el Sol no sirve sino para dar vida á los planetas? Por consiguiente, ni debemos declarar que toda esa actividad es inútil, ni negar que el Sol pueda ser la morada de espíritus glorificados. ¿Por qué no han de existir, tales seres? ¿Acaso el hombre de la Tierra es la última expresion y la última palabra de la perfeccion espiritual?

La misma conclusion puede hacerse extensiva á todas las estrellas, puesto que *cada estrella es un Sol como el nuestro.*

Pero esa habitacion, mas espiritual que material (no sobrenatural, pues lo sobrenatural no existe), sale de los limites dentro de los cuales se encierra el estudio de la vida habitual, y nosotros quisiéramos añadir aquí una consideracion relativa á la apropiacion del mismo Sol á las condiciones de esta vida fisica ordinaria.

Llegará un tiempo en que ese astro radiante perderá su luz y su calor. En tiempos ya muy lejanos era inmenso y gaseoso, extendiéndose hasta mas allá de la órbita de Neptuno. De nebulosa que fué, ha venido á ser Sol. Continúa enfriándose, como sus manchas lo están ya probando. Su luz se debilitará cada vez mas, hasta el dia en que, como tantas otras estrellas que han ido desapareciendo de dos mil años acá, se extinguirá él á su vez, obedeciendo á la inexorable ley que rige todos los destinos. La vida de los planetas resentirá fatalmente las consecuencias de esta extincion, si es que ella misma no se ha extinguido ya, gastada ántes de esa época bien lejana aun de nosotros. Despues del fin del mundo terrestre y del de los demas planetas, quedará aun en el centro del sistema un astro en el cual podrá refugiarse la vida orgánica : este astro será el mismo Sol. Entónces á su vez, miéntras que los planetas continuarán rindiéndole homenaje gravitando siempre bajo su atraccion preponderante, se cubrirá él lentamente de plantas y de flores, y durante el periodo de miles de millones de años, se bastará él sin duda á si mismo, merced á la provision casi inestinguible de calórico encerrado en su seno. Será él entónces el único mundo habitado de nuestro sistema, y sin duda la humanidad que le habite aventajará en fuerza y en progreso á la de la Tierra, y á las de todos los demas planetas. (Tal vez entre en el plan de la creacion que los espíritus que hayan habitado en todos los planetas se hallen allí algun dia reunidos.) Pero ese opulento y maravilloso manantial de fecundidad se agotará él tambien bajo la presion de amontonados siglos, y el último mundo habitado de nuestro sistema exhalará á su vez su postrer suspiro. En esa época habrá él llegado en medio de las constelaciones hácia las cuales se dirige; ó tal vez encontrará en su marcha un an-

tigo sol extinguido como él, y su choque formidable despertará para una nueva creacion las fuerzas latentes adormecidas en su seno... La voz profunda de los cielos eternos podria sólo respondernos, como la madre responde á las primeras preguntas del niño balbuciente.

Tal será sin duda el destino del Sol. En la actualidad debemos considerarle — y considerar tambien á *todas las estrellas* — como otras tantas fuentes de luz, de calor, de actividad y de vida, para los planetas que gravitan en su luz. Desde nuestro bello Sol, corazon del organismo planetario, parten las fluctuaciones, las energías, los fecundos efluvios que ponen en movimiento á los mundos, animándolos con una vida renovada sin cesar. Bajo su prepotente imperio, los organismos vivientes efectúan entre sí un canje perpetuo de átomos; y por una especie de fraternidad universal, todos los cuerpos se trasforman, se metamorfosean y se renuevan. Él es nuestro verdadero padre celeste, pues es el que resume y realiza para nosotros las órdenes del Pensamiento eterno. Él es el que sostiene el ponderoso globo terrestre en el seno de la inmensidad, y él tambien el que eleva del Océano la microscópica gotilla de agua hasta las altas regiones de la atmósfera para con ella formar las nubes. Él es el que hace girar la Tierra sobre su eje como una rueda inmensa; él el que, por una diferencia de densidad entre dos capas de aire, hace voltear el molino de viento en la montaña ó la rehilandería con que juegan los niños. Él es el que resplandece en los gigantescos anillos del mundo de Saturno, y el que nos hace ver en los cielos el disco naranjado del colosal Júpiter cerniéndose bajo sus fuegos lejanos; él el que hace desplegar sus pétalos á la violeta y al miosótis bajo el hálito balsámico de la primavera. Él es el que mueve la Tierra, y el que mueve al hombre. Siempre, y en todas partes, son rayos del Sol los que mueven el mundo y hacen brotar la vida, ora en el estado de hulla en la locomotora, ó bien bajo la forma de alimentacion en los músculos del caballo, ora en los trinos del ruiseñor á orillas del arroyuelo en el bosque, ora en el rápido vuelo de la golondrina, ora en las agitaciones del apenas despierto corazon de la inocente niña, ó bien en la ávida

mente del géneo que sondea y escudriña los mas grandes misterios..... Honrémosle, pues, á ese divino *Surya*, á quien nuestros abuelos los Aryas cantaron tanto en sus himnos; á ese *Agni*, principio del fuego, del movimiento y de la vida, y salvador del mundo; á ese brillante *Hélios*, que esparce la luz y la alegría en la naturaleza; amémosle, apreciémosle, reconozcamos su valor y su poderío!..... Y ahora que hemos aprendido á conocerle, dirijámonos hácia esas *tierras celestes* en cuya superficie se ejerce y se trasforma su actividad.

LIBRO III

EL PLANETA MERCURIO



CAPITULO PRIMERO

ASPECTO DE MERCURIO A LA SIMPLE VISTA. — SU MOVIMIENTO ALREDEDOR DEL SOL. — CONOCIMIENTOS DE LOS ANTIGUOS ACERCA DE ESTE PLANETA

En el libro anterior hemos expuesto en su conjunto el sistema solar : ahora ya podemos penetrar en los detalles, y entrar en comunicación directa con esas « Tierras del Cielo » que tanto deseamos conocer.

Si, para estudiar sucesivamente esos diversos mundos que constituyen la familia del Sol, empezamos, como es natural, por el centro de este sistema, por los orbes mas cercanos al foco, para ir visitando despues á cada planeta segun su distancia del astro central, *Mercurio* es el primer globo que encontramos.

Entre él y el Sol es posible que existan uno ó varios cuerpos celestes, muy diminutos, é invisibles desde aquí : tal vez el minúsculo planeta designado ya con el nombre de Vulcano y visto un dia por mi excelente amigo el Dr. Lescarbault existe realmente, aunque el mismo dia Liais, que observaba al Sol en el Brasil, asegura que nada vió, y aunque ningun astrónomo, aún buscándole expresamente, haya logrado hallarle despues; pero nosotros no podemos tratar en este libro sino de los astros que conocemos, y cuya existencia por lo ménos es cierta.

Mercurio es pues el primer planeta que hallamos en la ar-

diente y luminosa vecindad del astro del día. Este mundo gravita en una órbita trazada (véase la lám. I) á la distancia média de 57 250 000 kilóm., ó 14 300 000 leguas. He dicho distancia *média*, porque esta órbita dista mucho de ser circular, siendo, al contrario, fuertemente elíptica y muy prolongada; en términos que, en su perihelio, el planeta se acerca hasta 11 375 000 leguas; mientras que, en su afelio, se aleja hasta 17 250 000 : la diferencia es de 6 millones de leguas. Como el intervalo del tiempo entre el perihelio y el afelio no es sino de seis semanas, nótese que el planeta consagrado al dios del comercio y de los ladrones pasa rápidamente por singulares alternativas de luz y de calor. Si se representa por 1 000 la distancia média de la Tierra, la de Mercurio se hallará representada por 387, su distancia afelia por 467, y su distancia perihelia por 307. La excentricidad ¹ ó la prolongacion de la elipse es de 0,205; siendo la mas prolongada de las órbitas planetarias.

Nada mas que 88 días emplea el planeta en recorrer esta órbita, cuyo perimetro mide 89 millones de leguas. Boga pues en el cielo con una velocidad de 46 811 metros por segundo; mas de 1 millon de leguas por día.

La revolucion ó el *año* preciso de este planeta, es de 87 días, 23 horas, 15 minutos, 46 segundos.

Nótese que la órbita de Mercurio es interior á la de la Tierra, y que aquel planeta, se halla unas veces entre nosotros y el Sol, otras mas allá del Sol con relacion á nosotros, ó bien en ángulo recto, etc.; resultando de estas diferentes situaciones *fases* análogas á las de la Luna. Cuando está entre el Sol y la Tierra, posicion denominada su conjuncion inferior, no podemos verle, porque entónces es su hemisferio oscuro el que tiene vuelto hácia nosotros; y sabido es que él no brilla, lo mismo que la Luna y demas planetas, sino por la luz que recibe del Sol y refleja en el espacio. Cuando forma

1. Recordémos lo que hemos explicado (libro II, cap. 1), que se llama excentricidad la distancia del centro de la elipse al foco, en funcion del semi-eje mayor. Así, en el círculo, la excentricidad es 0, pues el centro y el foco son uno mismo. Si la excentricidad es 0,2, es que la distancia es igual á las dos décimas partes del semi-eje mayor ó de la distancia média.

un ángulo ngero con el Sol, ántes y despues de su conjuncion, vemos una pequeña parte de su hemisferio alumbrado, y un segmento muy sutil y perfilado, semejante á las crecientes y menguantes de la Luna, se diseña en el anteojo. Cuando forma ángulo recto, se asemeja al primero ó al último *cuarto* de Luna, etc. Nunca se le vé al telescopio perfectamente redondo, porque precisamente en las épocas en que él podria mostrarnos su hemisferio alumbrado, se halla tras del Sol que nos le eclipsa.

La proximidad de Mercurio al Sol hace que este planeta no sea visible para nosotros sino por la tarde ó por la mañana, nunca durante la noche, y siempre en el crepúsculo. No puede alejársenos á mas de 28 grados y medio del Sol, ni precederle en su orto ó seguirle en su ocaso mas de dos horas. Por consiguiente, no se le vé nunca *de noche*, sino sólo á la aurora ó en el crepúsculo.

Durante su movimiento alrededor del Sol, la distancia de Mercurio á la Tierra varia considerablemente segun su posicion. En la misma proporcion varia tambien su diámetro aparente. En el minimum de su distancia, descende á 4",5; en el máximum, se eleva á 12",9. Es como si dijéramos que el ancho de su disco varia para nosotros desde 4 milímetros y medio hasta cerca de 13 milímetros.

Mercurio es el mas pequeño de los planetas (exceptuando los fragmentos que gravitan entre Marte y Júpiter). En volúmen, es diez y ocho veces inferior á la Tierra: su superficie es siete veces menor; su diámetro apenas excede la tercera parte del de nuestro mundo, pues es al de la Tierra como 376 es á 1000, y mide 1200 leguas: por consiguiente, este globo tiene nada mas que 15000 kilómetros de circunferencia.

Los antiguos conocieron este planeta, y aun descubrieron su movimiento alrededor del Sol. La mas antigua observacion astronómica que ha llegado hasta nosotros data de 265 años ántes de nuestra era, del año 494 de la era de Nabonassar, sesenta años despues de la muerte de Alejandro el conquistador. El 19 del mes egipcio Thoth, dia que corresponde al 15 de noviembre, observaron los astrónomos este planeta al pasar él junto á las estrellas β y δ del Escorpion. Tambien poseemos

observaciones de los Chinos sobre Mercurio. La mas antigua de ellas es del año 118 ántes de nuestra era : el 9 de junio de aquel año se le observó junto al grupo de estrellas de la constelacion de Cáncer llamado Prœsepe, ó el Establo. Pero el planeta habia sido observado ya en tiempos mucho mas antiguos, pues consta que le habian identificado y nombrado mucho ántes de esa época : los astrónomos caldeos (Arcadios)

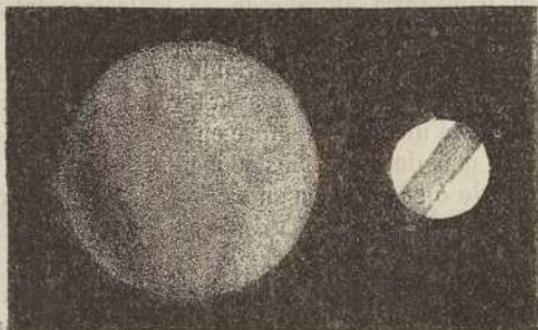


FIG. 26. — Tamaño de Mercurio comparado con el de la Tierra

le observaban en Ninibe en el siglo vigésimo ántes de nuestra era, y tambien á Vénus, á Marte, á Júpiter y á Saturno : mas de cuatro mil años ha que uno de los dias de la semana recibió su nombre (el Miércoles : *Mercurii dies*). Para reconocer que es *el mismo astro* el que aparece, ora por la mañana, precediendo al Sol, ora por la tarde, despues de su ocaso, ha sido necesario una larga serie de observaciones, y en un clima favorable, como el de la Caldea y el de Egipto.

En la época de las primeras observaciones, habiase creido en la existencia de dos diferentes planetas, uno el de la mañana, y otro el de la tarde, dando separadamente nombre á cada uno de ellos : Set y Horo entre los Egipcios, Boudha y Raubineya entre los Indios, Apolo y Mercurio entre los Griegos. Las mitologías conservan siempre estos distintos dioses, bien que la Astronomía reconociera su identidad hace mas de cuatro mil años. Las religiones no siguen sino de léjos los progresos de las ciencias.

Ademas de los nombres mitológicos de los planetas que nos han conservado Platon, Aristóteles y Diodoro de Sicilia, ha habido tambien ciertos epitetos en relacion con los aspectos de esos astros : así á Mercurio le llamaron *Stilbón*, « el brillante ». Por lo que hace á su antiquísimo nombre sanscrito, Boudha, tiene la misma raíz que el del legislador Bouddha : *budh*, que significa saber. La palabra sajona Wuotan (Odin) tiene la misma etimología y designa tambien al dios del miércoles : Wodawes-dag, en antiguo sajón, Budhawàra en indio. Por lo demas, Mercurio ha continuado siendo el dios del saber, entre otros el de la medicina, y el signo ☿ con el cual se le representa desde la edad media recuerda el caduceo. Así la observacion del cielo está enlazada con el origen mismo de las lenguas, de las religiones y de las historias.

CAPITULO II

ROTACION DE MERCURIO SOBRE SÍ MISMO. — DURACION DEL DIA Y DE LA NOCHE EN ESTE MUNDO. — NUMERO DE DIAS EN SU AÑO. — CALENDARIO DE MERCURIO.

Sólo despues de la invencion de los anteojos de aproximacion, ó de larga vista, es cuando se ha podido estudiar la constitucion fisica de los planetas, y hasta fines del siglo anterior no se llegó á distinguir algunos detalles en el disco de Mercurio, tan difícil de ver. La cuestion que desde luego fijó mas la atencion de los astrónomos, fué la de saber si este globo está dotado de un movimiento de rotacion sobre sí mismo.

Si el planeta careciera de escabrosidades perceptibles, su segmento terminaria siempre en dos cuernos igualmente agudos, formados por el limite regular del hemisferio alumbrado por el Sol; pero nótese en algunas circunstancias que uno de los cuernos, el meridional, se debilita bastante, presentando al fin una verdadera truncadura. Este hecho ha inducido á admitir que, cerca de dicho cuerno meridional, existe una montaña elevadísima, que detiene la luz del Sol, impidiéndola que vaya hasta el punto adonde llegaría el cuerno agudo sin esa prominencia.

La reaparicion regular de este fenómeno de la truncadura muestra al mismo tiempo el movimiento de rotacion del planeta y el regreso de la montaña al borde del disco. La com-

paracion de los momentos en que ella se manifiesta ha conducido á la consecuencia de que Mercurio gira sobre sí mismo en 24 horas y 5 minutos. Pero esta medida necesitaria ser verificada, pues no es absolutamente cierta.

Adoptando este guarismo, se halla que el número de dias solares del año mercurial es de 86 y dos tercios (86,637), y que cada uno de estos dias es de 24 horas, 21 minutos. Al formar su calendario, los habitantes de Mercurio han debido por consiguiente hacer dos años bisiestos, de 88 dias, sobre tres, y uno de 87 dias.

Mas adelante veremos, al examinar el movimiento de rotacion de la Tierra, que para cada planeta, este movimiento de rotacion que

lleva las estrellas al meridiano despues de su período exacto, no lleva al Sol sino despues de un intervalo algo mas largo, á causa de la traslacion del planeta alrededor del Sol. El número de dias solares de que se compone el año es siempre inferior en una unidad al de los dias siderales; y por consiguiente, el dia solar es mas largo que el dia sideral. En el planeta Mercurio, éste es de 24 horas, 5 minutos, y el dia solar de 24 horas, 21 minutos: tal es la duracion del dia civil. Bajo este respecto, no hay pues sino 21 minutos de diferencia entre Mercurio y la Tierra. La division del dia es allí casi la misma que aquí, y si han distribuido como aquí el dia entero en veinticuatro horas, estas horas son allí algo mas largas que las nuestras.

La proximidad al Sol en que se halla siempre el planeta y la blancura de su luz hacen en extremo dificil la observacion de su superficie. Sin embargo, Schröeter y Harding han reconocido la existencia de bandas oscuras que surcan el disco, y que probablemente son debidas á unas zonas de nubes, que

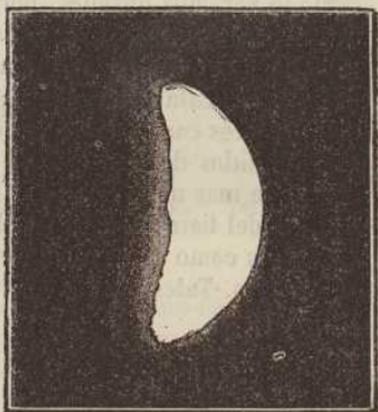


FIG. 27. — Fase de Mercurio. Truncadura del cuerno austral.

las corrientes análogas á los vientos alisios formarían casi paralelamente al ecuador. De aquí resultaría que la inclinacion del eje de rotacion sobre el plano de la órbita no excede de unos 20 grados.

Las estaciones en este planeta deben ser muy irregulares, como lo veremos despues, porque el Sol se eleva en el solsticio hasta al zenit de los países que estan á 20 grados del polo, mientras que una larga noche polar invade el otro hemisferio. Esta divergencia acrece aún por la rapidez del tiempo, pues cada una de las cuatro estaciones no dura allí sino veintidos dias.

Lo que mas nos llama pues la atencion desde luego, en la division del tiempo en aquel planeta, es que los días son allí tan largos como aquí, mientras que sus años son cuatro veces mas cortos. Tales son los primeros elementos del calendario de Mercurio.

CAPITULO III

LAS MONTAÑAS DE MERCURIO

Así como las escotaduras observadas en uno de los cuernos del segmento indican que el suelo de Mercurio es accidentado, que existen grandes sinuosidades en su superficie, del mismo modo las franjas en forma de feston ó dentellon que se notan en la línea divisoria de la sombra y de la luz revelan la existencia de altas montañas, que interceptan la luz del Sol, y de valles sombríos que borran partes alumbradas del suelo del planeta.

Mercurio por consiguiente tiene montañas; y aún la medida de la truncadura de su segmento ha permitido valuar la altura de una de ellas, que parece ser la 253ª parte del diámetro del planeta, es decir, como unos 19 kilómetros! Ahora bien, la mas alta montaña del globo terrestre, el Gaurisankar del Himalaya, se eleva á 8 840 metros sobre el nivel del mar: medida desde el fondo mas bajo de los mares, tendria el doble, ó sea, unos 17 000, lo que no es aún sino la 700ª parte del diámetro terrestre. Luego las montañas de Mercurio serian, según esta valuacion (que no es muy precisa) relativamente tres veces mas elevadas que las de la Tierra.

Girando alrededor del Sol en una órbita interior á la que la Tierra á su vez describe, Mercurio pasa algunas veces justamente entre el Sol y nosotros, apareciendo entónces como una manchita redonda y muy negra que se desliza por la su-

perficie del astro del día. Durante uno de estos pasajes, el 7 de mayo de 1799, el astrónomo alemán Schröeter vió, ó creyó ver, sobre el disco negro del planeta un punto luminoso. Igual observacion hizo, el 5 de noviembre de 1868, W. Huggins, quien, durante todo el tiempo que empleó el planeta en pasar por delante del Sol, vió un punto luminoso en el disco oscuro, á corta distancia de su centro. De la observacion de Schröeter dedujeron algunos astrónomos que en la superficie de Mercurio existen volcanes en ignicion; lo que argüiría una analogía más entre la constitucion física de este planeta y la de la Tierra. Schröeter era un hábil observador, é igual confianza inspira mi sabio amigo W. Huggins. Sin embargo, y á pesar del deseo que muy particularmente tendria yo de consignar aquí una nueva analogía entre Mercurio y la Tierra, debo confesar que las dos observaciones citadas no me parecen seguras. Deben ser efecto de alguna ilusion óptica. Yo observé con la mayor atencion en Paris ese paso de Mercurio del 5 de noviembre de 1868, buscando expresamente si habria, como lo habia visto Schröeter, algun punto luminoso que pudiera distinguirse sobre el disco negro; y obtuve por resultado, que nada visible habia. Todos los demas astrónomos que observaron el pasaje, valiéndose de instrumentos de potencia visual muy variada, declaran contestes que nada vieron tampoco.

Los conocimientos actuales sobre la geología de Mercurio se reducen pues á saber que este planeta está erizado de elevadísimas montañas; pero aún no podemos afirmar que se hayan visto allí realmente erupciones volcánicas

CAPITULO IV

LA ATMOSFERA DE MERCURIO

Como nuestra concepcion general de la vida en la superficie de los demas planetas se liga muy íntimamente con la existencia de una atmósfera, una de las primeras preguntas que naturalmente nos dirigimos al ocuparnos de la habitabilidad de esos mundos es, si por ventura están ellos dotados de una atmósfera análoga á la nuestra. Tal vez esta tendencia de nuestro espíritu no es absolutamente irreprochable, pues no tenemos ninguna certidumbre de que no pueda existir la vida en condiciones enteramente diversas de las que tiene en nuestro planeta; pero es harto natural y lógica, puesto que todo el sistema orgánico terrestre, lo mismo el vegetal que el animal, tiene por base esencial el aire y la respiracion. Por consiguiente, el estudio de las atmósferas planetarias asume un doble interes para nosotros: interes astronómico, por una parte, en cuanto concierne al conocimiento que queremos poseer de la constitucion fisica de los otros mundos, y por otra parte, interes fisiológico, por lo que respecta á la analogia de habitacion humana que esos mundos pueden ofrecer con el que habitamos ahora nosotros.

Pues bien, el primer planeta del sistema solar, el mas próximo al astro radiante, el que recibe mayor cantidad de calor y de luz, el planeta Mercurio, en fin, ¿está envuelto en una atmósfera?

Hoy ya podemos responder afirmativamente á esta interesante pregunta, aunque la solución de tal problema haya sido lenta y difícil, acompañada además de toda especie de ilusiones esparcidas á su paso. La observación del planeta es, en efecto, tan difícil, que la comprobación de su atmósfera ha sido, como se presume desde luego, más difícil aún.

El primer indicio de la existencia de una atmósfera en este pequeño mundo, lo tuvieron los astrónomos durante los pasajes de Mercurio delante del Sol.

En el que tuvo lugar en 1736, notó ya y describió Plantade un anillo ténue y nebuloso que circundaba al planeta. Flaugergues notó también el mismo fenómeno al observar los diferentes pasajes de 1786, 1789 y 1799; designándole con el nombre de anillo luminoso. Messier, Méchain y Schröeter refieren haber visto en ese último paso un anillo delgado y luminoso, que atribuyeron á la influencia de una atmósfera. En 1832, el Dr. Moll le vió como un círculo gris, de un matiz sombrío algo violáceo. Unos le han visto más luminoso, otros menos luminoso que el Sol.

Durante el pasaje de 1868, el astrónomo y físico inglés Huggins describió este mismo anillo atmosférico ¹, y dibujó su figura. « Al examinar con la debida atención, dice, las cercanías de la mancha negra formada por Mercurio, con la idea de descubrir algún satélite, si es que existe, noté que el planeta estaba rodeado de una aureola de luz, algo más brillante que el Sol. La anchura del anillo luminoso era como la tercera parte del diámetro aparente del planeta. No se desvanecía en el borde, sino que tenía un contorno bien perfilado, aunque sin color ninguno. Casi en el mismo instante en que vi este anillo, me llamó la atención un punto luminoso que brillaba hacia el centro del planeta. » Es el punto del cual hemos hablado en el capítulo anterior.

Después de haber descrito extensamente los fenómenos cuya descripción resumimos aquí, el astrónomo inglés examina si podrán ellos ser efecto de una simple ilusión óptica; pero concluye afirmando que son una realidad.

1. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society.* — Noviembre 1868.

¡Cuán singular es la vision humana! Miétras que M. Huggins observaba en Inglaterra este pasaje de Mercurio delante del Sol, le observaba yo tambien en Paris, como ántes he dicho, con toda la atencion posible, sin que llegara á percibir traza ni indicio alguno de atmósfera, ni tampoco el punto luminoso. Y sin embargo, yo los buscaba con una idea preconcebida. No quiere decir esto que el astrónomo inglés y todos sus predecesores se hayan equivocado; pero estas diferencias nos enseñan á no confiar demasiado en el testimonio de nuestra vista en ciertos casos especiales, sobre todo en aquellos en que el contraste desempeña un gran papel. No sólo la vista, la sensacion de la retina, la apreciacion, el juicio, difieren de un observador á otro, sino que el instrumento empleado entra tambien por mucho en los resultados de la observacion.

El pasaje de Mercurio del 5 de noviembre de 1868 fué observado por mas de cincuenta astrónomos, en Francia, en Inglaterra, en Alemania, en Rusia, en Italia, en España; y M. Huggins fué el único que vió la aureola y el punto luminoso.

Lo mismo sucedió en los pasajes anteriores. Miétras que los astrónomos ántes citados describian los fenómenos en cuestion, los demas aseguraban que nada habian visto.

Así, en 1802, William Herschel aseguró haber comprobado que el contorno de Mercurio permanecié perfectamente delineado durante todo el tiempo del pasaje. Y, como es sabido, la luz se debilita y se colora inevitablemente al atravesar una atmósfera. El hecho de que no se ha podido distinguir en derredor de la mancha ningun anillo que sea diferente, por la intensidad y por el color, del disco solar, debilitaria la opinion favorable á la existencia de una atmósfera algo espesa. Pero es muy probable que en tales circunstancias no vemos la atmósfera misma de Mercurio, porque debe estar cubierta de nubes, sobre las cuales no debe quedar sino una capa aérea harto imperceptible para que pueda ella producir notables efectos de refraccion. Si esta atmósfera fuera pura, y rodeara al disco del planeta, los rayos luminosos experimentarian al atravesarla una desviacion que no podria ménos de desfigurar el limbo del Sol. Pero ninguna deformacion de esta especie se ha notado.

De todos modos, estas observaciones contradictorias, que señalamos aquí con toda sinceridad, nada probarían sobre la existencia de una atmósfera en derredor del planeta Mercurio, si no tuviéramos otras más convincentes.

Una de las mejores es la que nos muestra que el círculo terminal de las fases de Mercurio no es neto y bien perfilado, como el de la Luna, sino difuso y esfumado, como se ha visto en la figura 27. Esa penumbra no puede ser producida sino por una atmósfera. Es el crepúsculo matutino y vespertino que notamos aquí nosotros. La atmósfera está alumbrada por el Sol, sin que el suelo lo esté, y produce esa ligera luz que separa el hemisferio iluminado del hemisferio nocturno.

Por otra parte, el cálculo de una fase del planeta para una fecha dada (29 de setiembre de 1832) demostró á Beer y á Mädler que esta fase calculada era superior á la fase visible. De aquí, atribuyendo á un efecto de diafanidad mayor influencia que á la refracción, se ha llegado, por una vía enteramente distinta de las deducciones anteriores, á la consecuencia de que Mercurio está circundado de una atmósfera bastante densa.

Otro indicio suministra el hecho de que la luz del disco de Mercurio va disminuyendo desde el centro hácia los bordes, disminución producida también por la presencia de una atmósfera en derredor del planeta.

Otra prueba resulta aún de la formación súbita de las bandas oscuras que á veces se han notado en este globo. Estas bandas suelen ocupar espacios considerables, y producen variaciones muy perceptibles en el brillo. Las primeras observaciones de este fenómeno son debidas á Schröter y á Harding, y datan del año 1801. Después han sido renovadas¹. El 14 de junio de 1867, bajo un cielo de admirable pureza y claridad, el astrónomo inglés Prince observó hácia el centro del planeta, un poco al sur, una mancha con ligeras líneas separándose de ella al norte y al sur. Esta mancha había sido vista ya ántes por Noble, en 1864. El 13 de marzo de 1870, asegura también Birmingham que vió realmente una gran mancha blanca junto al limbo oriental.

1. Véase Webb, *Celestial Objects*, 3ª edición, 1873.

Dirémos por fin que la análisis espectral, este método maravilloso que hemos explicado anteriormente, ha sido aplicado al exámen de la atmósfera de Mercurio. De las investigaciones hechas por el astrónomo Vogél, resulta que las rayas principales del espectro de Mercurio coinciden absolutamente con las del espectro solar. Nada tiene de sorprendente este hecho, puesto que el planeta no brilla sino por la luz que recibe del Sol. Pero á estas líneas se añaden otras que le pertenecen en propiedad : ciertas rayas que no se producen en el espectro del Sol sino cuando este astro se halla muy bajo sobre el horizonte, y la absorcion por nuestra atmósfera es muy considerable, son permanentes en el espectro de Mercurio. Luego debe deducirse de aqui la existencia de una *envoltura gaseosa* alrededor de este planeta, *ejerciendo sobre los rayos solares una accion absorbente igual á la de nuestra atmósfera cuando llega á su máximum.*

Así pues ese pequeño mundo está rodeado de una atmósfera considerable, en la cual flotan vapores absorbentes; su suelo es muy accidentado; sus años muy cortos y rápidas sus estaciones; sus días son relativamente largos; y el Sol, mucho mas próximo á él que á nosotros, le da una cantidad de calor mucho mayor que la que da á la Tierra. Son estas ya nociones bastante notables tratándose de un globo tan difícil de estudiar; pero pasemos mas adelante aún, y utilicemos estas nociones para ver de determinar las condiciones de la vida en su superficie.

Mas ántes de tratar de esto, detengámonos un momento en examinar los pasajes de Mercurio delante del Sol.

CAPITULO V

LOS PASAJES DE MERCURIO DELANTE DEL SOL

Hemos visto anteriormente que, á causa de su proximidad al Sol, no es visible Mercurio sino por la mañana ó por la tarde, nunca en medio de la oscuridad de la noche, jamas muy elevado en el cielo, casi siempre escondido en el crepúsculo, y por lo tanto, difícil de ser bien observado. La circunstancia mas favorable para verle es tal vez cuando pasa por delante del Sol, lo que suele suceder con frecuencia. Entónces se vé al planeta atravesando el disco luminoso como una mancha negra perfectamente redonda y bien definida, marchando del este al oeste.

Si Mercurio girara alrededor del Sol en el mismo plano que la Tierra, pasaria exactamente delante del Sol todas las veces que él pasa entre él y nuestro globo, es decir, casi todos los años, en un intervalo de tiempo combinado entre los 88 dias de su revolucion y los 365 dias de la revolucion de la Tierra, en los puntos llamados sus *conjunciones* inferiores. Pero como el plano en el cual se mueve Mercurio no coincide con el de la órbita terrestre, teniendo con éste 7 grados de inclinacion, resulta de aquí que de ordinario pasa el planeta en su conjuncion inferior, no exactamente delante del Sol, sino por encima ó por debajo, quedando por consiguiente invisible.

Estos pasajes de Mercurio son mucho mas frecuentes que

los de Vénus, repitiéndose en intervalos irregulares de 13, 7, 10 y 3 años. Hé aquí sus fechas durante este siglo :

		Conjuncion.	Media-duracion.
		h. m. s.	h. m. s.
1802.....	9 noviembre.....	8.57. 2 mañana.	2.43.19
1815.....	12 noviembre.....	2.44.19 »	2.13.52
1822.....	5 noviembre.....	2. 2.34 »	1.21.37
1832.....	5 mayo.....	12. 0.43 »	3.28. 2
1835.....	7 noviembre.....	7.57.15 noche.	2.33.53
1845.....	8 mayo.....	8. 3.39 »	3.22.33
1848.....	9 noviembre.....	8. 1.47 »	2.41.33
1861.....	12 noviembre.....	7.29.34 mañana.	2. 0.23
1868.....	5 noviembre.....	6.53. 6 »	1.45.21
1878.....	6 mayo.....	6.47.51 noche.	3.53.31
1881.....	7 noviembre.....	12.46.59 »	2.39. 9
1891.....	10 mayo.....	2.54.18 mañana.	2.34.20
1894. . .	10 noviembre.....	6.36.26 noche.	2.37.36

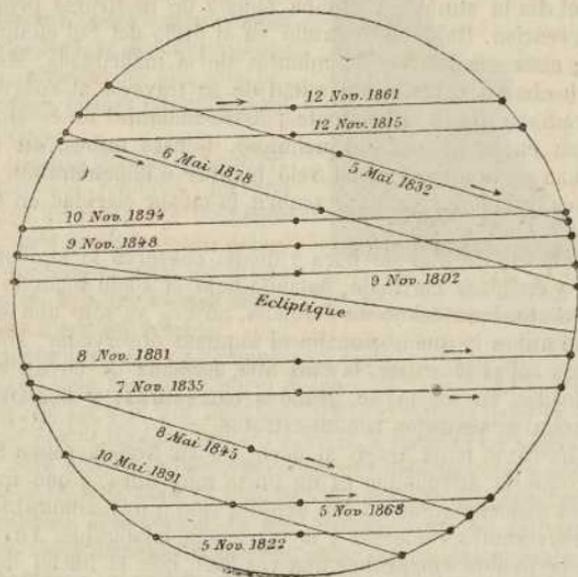


Fig. 28. — Pasajes de Mercurio sobre el Sol en el siglo XIX.

La figura anterior presenta cada uno de estos pasajes en su forma y en su tamaño.

El gran círculo representa el disco del Sol, y las líneas que le atraviesan indican las rutas seguidas por el planeta delante de él.

Nótese que la longitud como la inclinacion de las líneas difieren considerablemente del uno al otro pasaje. El planeta entra siempre por la izquierda, por el este, para salir á la derecha, por el oeste. En medio de esta aparente complicacion, puede observarse sin embargo fácilmente cierto orden, real y verdadero : todos los pasajes que tienen lugar en mayo son paralelos entre sí; y todos los que se verifican en noviembre son igualmente paralelos entre sí.

El pasaje del 5 de noviembre de 1868 fué visible en Paris, al salir el Sol. Era un espectáculo interesantísimo, y bastante raro; así que todos los astrónomos se hallaban como clavados á sus telescopios en el momento calculado para la aparicion del fenómeno. Yo pude observar y dibujar con exactitud este pequeño acontecimiento astronómico, suceso harto raro en sí mismo, puesto que no se reproducirá ya, de aquí al fin del siglo, sino en los años 1878, 1881, 1891 y 1894, y no siempre será él visible en Paris.

Aquel dia la atmósfera distaba mucho de mostrarse propicia á la observacion. Habiendo entrado en el disco del Sol cuando aún era de noche, á las 5 y 34 minutos de la madrugada, Mercurio habia hecho ya cerca de la mitad de su travesia al aparecer el astro radiante sobre el horizonte. ¡ Astro radiante! no es sino una metáfora en aquel período nebuloso. Densas nubes, en efecto, extendian en la atmósfera un velo lúgubre é impenetrable. El ojo mas esudriñador no podia descubrir la menor claridad en todo el cielo.

Por espacio de mas de hora y media conservó la atmósfera su espeso y enfadoso cortinaje, flotando bajo el soplo húmedo de un viento oeste. Para colmo de desdicha, no era ya sólo una sencilla capa de nubes lo que abrumaba al inquieto observador, sino que eran dos capas inmensas, la mas alta, formada de cirros blancos diseminados en forma de grandes barreduras; y la mas baja compuesta de sombríos cumuli-extratos.

Mucha razon tenia Arago al decir, en su Noticia sobre Sylvain Bailly, que la astronomía es un oficio muy duro, y que nuestros actuales conocimientos no son debidos sino á una admirable serie de perseverantes esfuerzos y de paciencias infatigable. Yo por mi parte, he podido comprobar una vez mas, que el hecho de estar esperando al aire libre condiciones favorables á la observacion de un fenómeno celeste, es algo mas rudo que la descripcion de este mismo fenómeno hecha ante la chimenea de un gabinete de estudio. Pero, usto es decirlo todo, es uno tan dichoso en el momento

en que goza el privilegio de contemplar tales maravillas, que de repente, dando al olvido toda fatiga, cesa como por encanto todo motivo de descontento sobre esta triste Tierra, tan poco apta para la astronomía. Tal acontece al viajero que, llegado á las elevadas cimas de los Alpes, súbito olvida, absorto en la admiración del grandioso espectáculo, el áspero sendero y los precipicios de la ascension.

Sólo al cabo de mas de siete cuartos de hora de fatigosa espera, durante la cual la vista perpleja espiaba, de segundo en segundo, y sin poder ella penetrar entre las nubes movedizas, fué cuando el Sol hizo al fin su aparición en un claro hermoso. Allí estaba el planeta, destacándose negro como un lunar, no léjos del borde occidental, hácia el cual iba aproximándose muy despacio.

A primera vista, habria podido tomarse fácilmente por Mercurio una mancha casi redonda que aparecia en la region opuesta. Con efecto, esta mancha era de dimension igual á la proyeccion del planeta; pero examinándola con atencion, se descubria pronto en derredor de ella una penumbra, y formas irregulares en su núcleo.

El planeta Mercurio aparecia exactamente redondo, sin que pudiera yo reconocer la menor traza de depresion en sus polos, aún empleando lentes de fuerte aumento. Era mucho *mas negro* que las manchas solares.

A partir de las 8 y 45 minutos, el cielo, rápidamente despejado, conservó toda su pureza hasta despues de terminado el fenómeno.

A eso de las 9 h. 9 m. 30 s. fué cuando el planeta llegó en contacto interno con el limbo luminoso del Sol, y empezó su salida. No he dado este instante como rigurosamente determinado, y sobre todo me he guardado bien de inscribir décimas de segundo; porque la escrupulosa observacion de este fenómeno me ha convencido de que es absolutamente imposible estar seguro del instante preciso del contacto, á ménos de prescindir de *algunos segundos*. El ánimo vacila durante algun tiempo ántes de convencerse uno de que el disco solar está invadido. Por lo que hace al último contacto. ó á la salida definitiva del planeta por el borde escotado del



FIG. 23. — Mercurio saliendo del disco solar, el 5 de noviembre de 1838.

Sol, es un momento aún mas difícil de determinar. Hacia las 9 h. 11 m. 50 s. fué cuando cesó el planeta de escotar el limbo solar, apareciendo ya enteramente desprendido.

Mientras que Mercurio salía del disco brillante del Sol, por espacio de 2 minutos y 20 segundos, apareció el borde solar cercenado como una bala. Muy pronto la escotadura se hizo semicircular, disminuyendo despues cada vez mas. La figura 29 muestra esta escotadura producida por el planeta en el borde del disco solar.

El espectáculo que Mercurio nos presenta en esas circunstancias, le ofrecemos tambien nosotros de vez en cuando á los habitantes de Marte, quienes están mas instruidos que nosotros con respecto á nuestro planeta, pues saben que la Tierra es un astro del Cielo; mientras que hay muchos Terrícolas, Europeos, Franceses, que ni siquiera lo sospechan.



CAPITULO VI

CONDICIONES DE LA VIDA EN EL PLANETA MERCURIO. —
CLIMAS Y ESTACIONES. — METEOROLOGIA. — BREVEDAD
DE LOS AÑOS. — LUZ, CALOR. — DENSIDAD, PESANTEZ.
— LOS ORGANISMOS VIVIENTES.

Al ver al mundo de Mercurio gravitar como la Tierra alrededor del Sol, conducido por el ala de la misma fuerza que sostiene á nuestro planeta en el espacio, regido por las mismas leyes, bañado en los fecundos efluvios de la luz y del calor solares; envuelto en una atmósfera en la cual flotan nubes, soplan vientos, caen lluvias; cubierto de un suelo accidentado sobre el cual elevan enhiestas sus cimas altas montañas; dotado en fin de movimientos que le dan años, estaciones, climas, dias y noches, nuestra razon, nuestra lógica quieren que esas causas hayan producido sus naturales efectos; y por mas que la posicion desfavorable de ese mundo con respecto á nosotros nos impida distinguir su superficie, privándonos del placer de dibujar su mapa geográfico (como lo hemos hecho con Marte, segun se verá despues), sin embargo, los ojos del entendimiento completan los del cuerpo, y vén, bajo esa capa de nubes que aún no traspasan nuestros telescopios, una vida inmensa y agitada, desenvolviéndose sobre toda la superficie de aquel planeta, como sucede en el nuestro, y cumpliendo sus destinos en el mismo tiempo que se cumplen los nuestros en este mundo. Esa vida, la

adivinamos sin verla, á la manera que viendo pasar á lo léjos en el campo un tren de ferro-carril, adivinamos, sin verlos, que sus wagoes conducen viajeros.

Sí, sin duda, consignamos con tanta y tal evidencia los testimonios de la vida fisica en el planeta Mercurio, que no es posible suponer, ni por un solo instante, que esto sea una ilusion fantástica, é imaginar que un milagro permanente de esterilizacion impida al aire, al agua, al sol, al viento, á la lluvia, al calor del dia, á la calma de las noches, á la frescura de las mañanas, al fecundo ardimiento de las tardes, el haber producido sobre aquel globo como sobre el nuestro esôs millones de especies vivientes que se suceden de generaciones en generaciones y pululan por la Tierra entera. Pero esa vida germinada en Mercurio, ¿ cómo será? ¿ Deberémos contemplar alli paisajes semejantes á los que se ostentan en nuestros hermosos campos? ¿ Arboles parecidos á los nuestros? ¿ Flores, como estas cuyo grato perfume respiramos? ¿ Animales análogos á los que huellan el suelo terrestre, nadan en los mares, ó vuelan por los aires? ¿ Finalmente, y sobre todo, deberémos ver alli una *humanidad* idéntica á la nuestra? — Cuestion es esta que podemos estudiar, y á la cual la análisis y la sintesis científicas nos permitirán tal vez contestar.

Entre todas las causas que obran en cada planeta para determinar el estado y las formas de la vida en su superficie, hay tres principalmente cuya accion es esencial, y que son dignas de nuestra especial atencion, á saber : 1^a las diferencias de calor y de luz que reciben del Sol; — 2^a las diferencias en la pesantez de los cuerpos en su superficie; — 3^a las diferencias de constitucion fisica y de la densidad de la materia de que están compuestos.

La intensidad de la radiacion solar es casi siete veces mayor para Mercurio que para la Tierra, y para Neptuno es novecientas veces menor; siendo la proporcion entre los dos extremos de mas de 6000 contra 1. Representémosnos el estado de nuestro globo, si el Sol fuera siete veces mas voluminoso, ó bien, en sentido inverso, si su potencia se redujera á la novecentésima parte de su valor actual! En otro orden de ideas, la intensidad de la pesantez, ó su eficacia

para contra-balancear la fuerza muscular y contener la actividad viviente, es como tres veces mas fuerte en la superficie de Júpiter que en la superficie terrestre. En Marte, sólo es la tercera parte de lo que es aquí; en la Luna, la sexta parte; y en varios planetas menores la vigésima parte solamente: lo que establece una escala cuyos extremos están en la proporción de 60 á 1. Finalmente, la densidad de Saturno no va mas allá de una octava parte de la densidad média de la Tierra; de modo que aquel planeta debe componerse de materiales casi tan ligeros como el corcho. « Ahora bien, en medio de tantas y tan variadas combinaciones de elementos tan importantes para la vida, — dirémos con Sir John Herschel, — qué inmensa diversidad no deberémos admitir en las condiciones del gran problema de la existencia y de la felicidad de los seres vivientes, asunto que parece, en cuanto podemos juzgar por lo que vemos en derredor nuestro en nuestro propio planeta, y por la manera cómo cada comarca está aquí poblada, ser objeto constante de la benévola solicitud de una alta Sabiduría que preside á todo. »

Mercurio es el mundo que recibe del Sol mayor cantidad de calor y de luz. Hemos dicho que gravita alrededor del astro radiante en el corto periodo de 88 días: su año es por consiguiente ménos largo que un trimestre nuestro; sus estaciones, como ya lo hemos visto, no duran mas de 22 días. El eje de rotación parece inclinado 20 grados sobre el plano de la órbita, lo que da al ecuador una inclinación de 70 grados: por consiguiente el Sol alumbra de lleno uno de los polos en un solsticio, y el otro polo en el solsticio opuesto; de suerte que las regiones polares son alternativamente abrasadas y heladas, en un intervalo de medio año mercurial, ó de 44 días solamente. Fácil será comprender esto por la figura siguiente, que representa la inclinación probable del eje de Mercurio y el régimen de sus estaciones.

Bien que esta inclinación no esté con seguridad determinada, es indudable sin embargo que Mercurio tiene estaciones bien pronunciadas; pues aún cuando su eje fuera perpendicular al plano en el cual se mueve, y le diera por consiguiente una igualdad permanente de días y de noches, un

equinoccio perpetuo, no obstante, la variacion considerable de su distancia al Sol durante el decurso del año seria suficiente para producir alli estaciones muy sensibles, y por lo ménos tan variadas como las que tenemos en Francia : y áun habria en este caso diferentes climas para las diversas regiones del planeta. Junto á los polos, el astro luminoso, aunque visible durante la mitad del dia, sólo alcanzaria una escasa elevacion sobre el horizonte, exactamente como sucede el

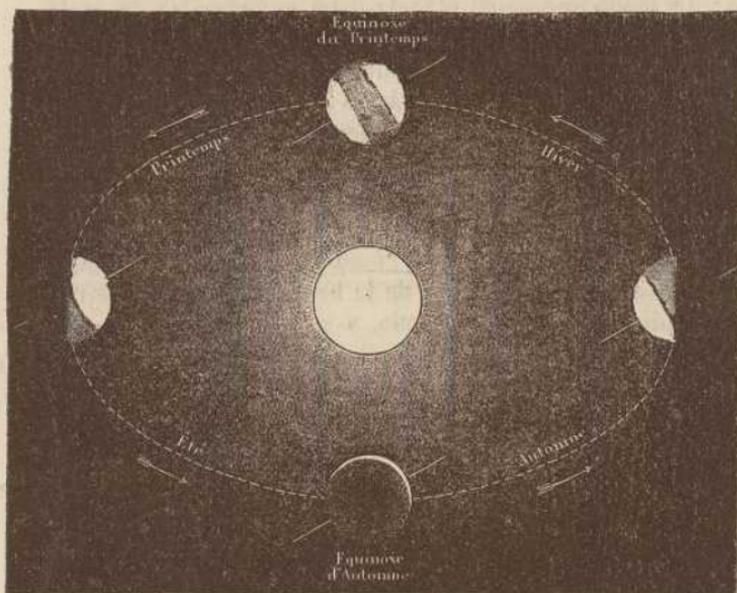


FIG. 30. — Inclinacion probable del eje de rotacion de Mercurio.
Las estaciones en este planeta.

dia de la primavera para nuestros círculos polares. En el ecuador, pasaria el Sol todos los dias por el zenit, y derramaria en aquellas regiones una cantidad de luz y de calor mucho mas intensas que la que inunda nuestros climas tropicales. Un Sol así vertical, cuyo diámetro seria, ora dos veces ora tres veces mayor que el nuestro, haria un noble pero terrible viajero en el cielo de Mercurio.

Hemos visto que su distancia del Sol varia enormemente

en el trascurso de su año, á causa de la excentricidad de su órbita. Cuando se halla en su perihelio, recibe diez y média veces mas luz y calor de lo que nosotros aquí recibimos, y el disco solar aparece diez y média veces mas extenso en superficie. ¡Qué Sol! Pero cuando está en su mas lejana distancia, esta luz y este calor se reducen á la mitad de lo que eran en el primer caso. Aun entónces, sin embargo, el astro del dia brilla en el cielo de Mercurio con un disco cuatro y média veces mas extenso que el que á nosotros nos presenta.

La principal diferencia que distingue á Mercurio de la Tierra, parece pues consistir en la temperatura. Mas no por eso ha de creerse que esta temperatura depende únicamente de la distancia del foco, no. Mercurio podria ser un témpano de hielo, alternativamente derretido y congelado, si careciera de atmósfera.

Para juzgar de un clima planetario, no tanto ha de considerarse la distancia del Sol, cuanto la extension y la transparencia de la atmósfera. La cubierta aérea obra en derredor del globo como una vasta estufa que le envolviera. Déjase ella atravesar durante el dia por los rayos caloríficos luminosos que le vienen del Sol, y se opone á la pérdida de los rayos caloríficos oscuros durante la noche por la radiacion nocturna. La ausencia de atmósfera ocasionaria en un globo los mas extremados contrastes de calor y de frio entre el dia y la noche, entre el ecuador y los polos, como sucede precisamente con la Luna, que pasa todos los meses por la temperatura del agua hirviendo y por la del hielo, y mas aún. Por otra parte, la atmósfera puede ejercer una accion muy diferente, moderando con sus nubes los excesivos ardores del Sol.

Ahora bien, en el capitulo anterior hemos visto que el planeta Mercurio se halla rodeado de una vasta atmósfera, cuya influencia tratarémos de analizar.

Que el clima de un planeta considerado en su conjunto sea poderosamente influido por la naturaleza de su atmósfera, lo comprobamos directamente por los efectos que observamos en la superficie de nuestra propia tierra. Si subimos á la cima de una alta montaña, hallamos el aire mucho mas frio que en su base. La cima del Monte Blanco está siempre helada,

áun en la época de los mas grandes calores de julio y agosto, que son intolerables en su base. Entre los trópicos, y áun bajo el mismo ecuador, existen ciudades como Quito y Bogotá, villas, lugares, comarcas habitadas, donde la temperatura habitual no pasa de 15 y áun 10 grados, á causa de su elevacion sobre el nivel del mar. En mis ascensiones en globo, he consignado yo siempre que, en las grandes alturas, el aire es glacial, aunque el Sol abraze; y he verificado que la diferencia entre la temperatura del aire á la sombra y la de un termómetro expuesto al sol aumenta con la altura y *en razon inversa de la humedad* esparcida en el aire. Quanto mas seco está el aire, ménos puede calentarse. No seria imposible hacer hervir el agua al sol, á cierta altura, áun hallándonos y respirando en medio de un aire glacial, lo que es tanto mas de notar, quanto que la presion atmosférica y el grado de ebullicion del agua disminuyen con la altura. El aire puede dar paso á los rayos solares sin calentarse él mismo, y sin dar al planeta una temperatura elevada ¹.

Luego no es sólo la cantidad de calor directamente recibida del Sol lo que ha de tenerse en cuenta para formarse una idea exacta del estado de la temperatura en la superficie de un planeta, sino tambien, y sobre todo, el estado fisico de la atmósfera, relativamente á su densidad y á su humedad. No debemos sin embargo hacernos ilusion calculando que la rarefaccion de la atmósfera podria por si sola compensar enteramente el aumento del calor solar. No sería exacto decir que el clima de un paraje situado en las cumbres de los Andes ó del Himalaya correspondiese exactamente al de una region inferior que tuviese la misma temperatura, pues las circunstancias son muy diferentes. En la parte baja, el aire es mas denso y mas húmedo; las noches son mas calientes, porque el cielo es ménos claro y el calor radiante de la Tierra se conserva interceptado por las nubes ó por el vapor de agua que existe siempre en el aire, áun en estado trasparente; lo que no sucede en las regiones elevadas, cuyo aire enrarecido deja libre paso á la disipacion del calor. Si la atmósfera de

1. Véase mi obra *La Atmósfera*, lib. III, cap. II.

Mercurio es bastante rara para dotarle de un clima alpino ó himalayo, en vez del calor terrible que parece debiera descargar sobre aquel planeta, no por eso resultaria una organizacion análoga á la que existe en la Tierra. Nuestra ansiedad por poblar á aquel mundo de seres semejantes á los que conocemos, no debe cerrarnos los ojos ante las dificultades intrínsecas. No podemos enrarecer el aire de Mercurio sin aumentar los efectos directos del calor solar sobre sus habitantes; y las condiciones no parecerian preferibles, puesto que la accion directa de los rayos solares sobre sus regiones tropicales privadas así de la proteccion atmosférica produciria un calor cuatro ó cinco veces mas fuerte que el del agua hirviendo, y al cual sucederia durante la noche un frio glacial: condicion asaz inhospitalaria, que nos recuerda la tan sombría pintura que hace el Dante, en su *Infierno*, de los infelices que están condenados á sufrir alternativamente los tormentos del fuego y del hielo! Parécenos difícil imaginar seres organizados para vivir en el seno de tales contrastes.

Examinémos pues si una atmósfera construida de diferente modo no seria mas apropiada á la organizacion general del planeta. En vez de un aire enrarecido, supongamos una atmósfera mas densa que la nuestra. Siendo el efecto ordinario de una atmósfera muy densa el de aumentar el calor, no parece desde luego que, aplicado á Mercurio, sea esta una idea ingeniosa, tanto mas cuanto que no tenemos en la Tierra ejemplo de region alguna que sea garantida de los rayos solares por la densidad de su atmósfera. No sería sin embargo imposible hallar una atmósfera constituida de tal manera, que permaneciese constantemente cubierta de nubes; pues una débil diferencia entre el calor medio y la humedad média de la atmósfera terrestre sería suficiente para darnos todo el año un cielo constantemente cubierto y que conservara eternamente la monotonia y la tristeza de los dias sombríos de otoño. La Tierra habria podido fácilmente hallarse en este caso. Qué diferencia entónces en la historia de la humanidad! La astronomía no habria nacido aún probablemente; la humanidad no habria visto nunca el Sol, ni la Luna, ni las estrellas; y los conocimientos humanos, la filosofia, las religiones

y aún la política misma serian enteramente distintas de lo que son en nuestro planeta.

Pero volviendo á Mercurio, es indudable que el aumento de humedad en el aire causaria hasta cierto punto un aumento correspondiente de temperatura, porque el vapor acuoso ejerce mayor efecto impidiendo la radiacion del calor terrestre que atajando la llegada de los rayos solares. Pero así como un dia nebuloso no es necesariamente, ni aún ordinariamente, un dia de calor, podria muy bien suceder que una atmósfera bastante densa por hallarse constantemente cargada de nubes, sirviera como de una techumbre protectora contra la intensidad del calor solar. Estas consideraciones teóricas conducirian, no á asignar las atmósferas mas densas á los planetas mas lejanos del Sol, como lo han hecho varios astrónomos, sino, al contrario, á ver en una envoltura atmosférica de grande densidad el medio de preservar á los habitantes de Mercurio y de Vénus contra la fuerza radiante de un foco demasiado cercano y abrasador ¹.

No olvidémos sin embargo consignar aquí que, en todas estas consideraciones, procedemos con arreglo al método científico humano, poniéndonos en lugar de la Naturaleza, y que es muy posible (por no decir cierto) que la Naturaleza obre en los demas mundos por diversos medios que nos sean desconocidos. Pero este es el único que está hoy á nuestros alcances para estudiar y discutir las condiciones de la vida en la superficie de los demas mundos; y aunque nuestros razonamientos no puedan ser absolutos, ellos solos sin embargo pueden hacernos aproximar á la verdad.

Aunque el planeta Mercurio no sea fácil de observar, porque se eleva muy poco sobre las espesas nieblas del horizonte, y que además es el mas pequeño de los planetas (exceptuando sólo los fragmentos que gravitan entre Marte y Júpiter); no obstante, en cuanto es posible juzgar por su aspecto, su atmósfera es en realidad mucho mas densa que la nuestra, y parece cubierta de masas nebulosas considerables. Aun se puede creer que hay ordinariamente en dicha atmós-

1. Proctor, *The Orbs, around us.*

fera, no una sola, sino varias capas de nubes, y que estas capas no están unidas y cerradas, sino compuestas de claros, proyectando las nubes superiores sus sombras sobre las inferiores; pues el planeta no nos refleja tanta luz como si se hallase enteramente envuelto en una esfera de nubes que se tocaran. El máximo de luz que podemos recibir de un globo de un volumen determinado, colocado á tal ó cual distancia del Sol, sería la que proviniera de un globo circundado de nubes blancas. Ahora bien, Mercurio no nos refleja ciertamente la misma proporción de luz que otros varios planetas. Ocupando como ocupa la posición mas favorable, debiera él ser el mas brillante de los astros planetarios, bien que visto siempre en el fondo alumbrado del crepúsculo. El cálculo demuestra que Mercurio, en el perihelio y en su mayor distancia del Sol, debiera ser exactamente dos veces mas brillante que Júpiter cuando éste está en su oposición, suponiendo á los dos planetas igual facultad de reflexión; pero el planeta Mercurio es en realidad mucho menos luminoso, como ha podido comprobarse en muchos casos. Entre otros, citaré, lo que yo mismo¹ hice en la tarde del 17 de febrero de 1868. Aquel día se hallaron los dos planetas (en perspectiva) muy cerca uno de otro en el cielo; y bien que Júpiter estuviera entonces muy distante de su período de brillo máximo, Mercurio sin embargo, que precisamente se hallaba en este período de brillo, aparecía mucho menos brillante que Júpiter. En la misma época tocó también á Venus pasar junto á esos dos planetas, eclipsándolos á ambos con su viva y blanca luz: al lado de Júpiter, producía el efecto de una luz eléctrica junto á un mechero de gas. Era blanco y cristalino como un diamante luminoso: Júpiter, amarillento y casi rojo; Mercurio, mucho menos brillante que Júpiter, y mas rojo aún.

En otra ocasión pudo ser comparado el brillo de Mercurio con el de Saturno: es mas brillante que este pálido y sombrío planeta. Estos dos astros pasaron uno delante del otro en 1832, y dos astrónomos, Beer y Mädler, compararon su luz. Al lado de Mercurio, Saturno se presentaba como un globo

1. Véanse mis *Estudios sobre la Astronomía*, t. III, p. 157.

pálido y sin brillo. Mercurio ofrecia un brillo desigual, y permaneció perfectamente visible despues de salir el Sol, mientras que el primero desapareció á la simple vista. Mercurio se hallaba entónces alumbrado en algo mas de la mitad de su disco.

Esta luz induce á pensar que la atmósfera de Mercurio está sembrada de nubes que forman pantalla al Sol que tan de cerca le alumbra, y que proyectan sombras, las unas sobre las otras.

Uno de los puntos mas curiosos, al tratar de las condiciones de habitabilidad del planeta Mercurio, sería el de poder medir el estado de la pesantez en su superficie. Pero, ¿cómo determinar con precision el peso de este globo? Si estuviera él acompañado de un satélite, el problema sería de fácil solucion; pues la velocidad del movimiento de este satélite indicaria el peso del planeta, como la velocidad del movimiento de la Luna corresponde con el peso de la Tierra. Pero desgraciadamente Mercurio no se halla acompañado del mas pequeño satélite volteando en derredor suyo. Por otra parte, si fuera él mas pesado de lo que es, su atraccion desarreglaría algo al planeta Vénus en su marcha alrededor del Sol, y analizando con precision este desarreglo, se podria tambien determinar la masa de Mercurio. Pero es él demasiado débil para que pueda ejercer ninguna accion perceptible. El único medio que poseemos para poder pesar á Mercurio es pues el de examinar su accion perturbadora sobre los cometas que pasan cerca de él. No es ésta en verdad una balanza muy sensible ni muy rigurosa: desde luego hizo ella atribuir al planeta una densidad igual á la del plomo. Con la opinion, bastante generalizada aún á mediados de este siglo, de tal densidad, habria sido bien difícil formarse una idea de su estado de habitacion. En efecto, esta densidad era valuada en mas de diez y seis veces la del agua, es decir, que se la suponía tres veces mas fuerte que la de la Tierra; casi el término medio entre la del oro y la del metal consagrado al astro que nos ocupa.

Semejante estado del suelo habria sido muy difícilmente asimilable á organismos análogos á los que conocemos, pero

tal vez habria dado él razon á la hipótesis imaginada por Huygens, quien supone en su *Cosmotheóros* que los habitantes de Mercurio reciben del Sol un calor tan abrasador, que bastaria para incendiar las yerbas que crecen en nuestro globo. Dirémos sin embargo que el mismo astrónomo no veía en esto motivo suficiente para dejar á aquel planeta desierto y estéril, pues se apresuró á añadir que la organizacion de sus habitantes debe ser apropiada á la del planeta.

El cálculo de la densidad ha podido ser renovado hace algunos años, y en virtud de un estudio mas completo de las perturbaciones producidas en el cometa de Encke, se ha llegado á la conclusion de que el globo de Mercurio pesa como quince veces ménos que el globo terrestre. Resultando de aquí que la densidad de los materiales que le componen sólo excede en una sexta parte á la de los materiales terrestres, por término medio general; pues allí como aquí hay diversidad en las sustancias. La *pesantez* en su superficie es casi la *mitad menor* de lo que es aquí : un kilógramo trasportado á Mercurio no pesaria allí sino 521 gramos. Esta debilidad de la pesantez hace que ciertos seres pesados y enormes, como el elefante, el hipopótamo, el mastodonte y el mammoth, podrian tener en Mercurio la agilidad de la gacela y de la ardilla! Fácilmente puede la imaginacion suponer la metamórfosis que tal diferencia de pesantez debe ocasionar en las obras materiales y aún intelectuales de la humanidad en la superficie de otro planeta.

La análisis de los detalles del organismo vital nos invita igualmente á ver en aquel mundo seres necesariamente diferentes de nosotros, á causa de la diversidad de los medios. Así, por ejemplo, los ojos de los Mercurianos, formados en el seno de una intensidad luminosa mucho mas elevada que la que existe en la Tierra, son ménos sensibles que los nuestros, bien sea que la abertura de la retina sea mas pequeña, ó mas bien, que el nervio óptico esté dotado de menor impresionabilidad, etc.

Así, en resumen, en cuanto á las condiciones de la vida en la superficie del planeta Mercurio, son muy diferentes de las de la Tierra. La temperatura debe ser allí mas elevada,

á pesar de las nubes de su atmósfera; las estaciones, mas marcadas, y sobre todo, mas rápidas que aquí: cada año no cuenta sino 88 días, y un centenario allí sólo tiene 25 años de los nuestros; el planeta es pequeño, y las provincias en que le dividan no pueden tener sino bien escasa extension. Los materiales de que se componen los séres y las cosas son algo mas densos que los nuestros, pero la pesantez es allí casi la mitad mas débil que aquí. Por consiguiente aquel mundo ofrece notables diferencias con el nuestro. Y realmente sería difícil que no sucediera así. Pero, ¿es que esas diferencias deberán inculcarnos la idea de que no pueda existir la vida en la superficie de aquel planeta? Seguramente que no. El espectáculo que la Tierra misma nos presenta basta para demostrarnos que las formas de la vida dependen de las condiciones en medio de las cuales se halla, y que varía cuando estas condiciones difieren. La vida actual de la Tierra no es ciertamente la misma que era en las épocas geológicas, en que la temperatura era mucho mas elevada y la atmósfera se hallaba mucho mas cargada que en nuestros días. Aun hoy mismo varía ella notablemente segun los climas, y sobre todo segun los medios: tal sér organizado para vivir sobre la tierra firme, muere si se le sumerge en el mar; y del mismo modo, el habitante de las aguas exhala su postrer suspiro cuando le sacan de su elemento. Las fuerzas de la naturaleza producen efectos diferentes segun las circunstancias; y sería juzgar mal de su eficacia, como del objeto general de la creacion, el suponer que el globo de Mercurio no es sino un estéril desierto, porque sus condiciones vitales difieren de las de la Tierra.

Superfluo sería reproducir aquí, sobre la realidad de la vida en la superficie de los otros mundos, la demostracion general que extensamente hemos dado en nuestra obra de *la Pluralidad de los mundos habitados*. Una vez hecha definitivamente esta demostracion, sólo nos ocuparemos aquí de las *condiciones* variadas en que debe de hallarse la vida en cada mundo. Sin embargo, la contemplacion de la naturaleza nos ofrece, á cada instante, nuevos testimonios en favor de esta grande y hermosa doctrina de la vida universal,

testimonios que es difícil dejar de acoger y de comprender. Ha pocos días aún, parecíame oír una de esas voces de la Naturaleza que anuncian la verdad á los que la escuchan con toda la sencillez del alma. En un paseo solitario por las playas de la baja Bretaña, contemplaba yo el inmenso Océano, teniendo á la vista el golfo que se extiende desde la desembocadura del Loira á la del Vilaine, y me senté en la cima de un monton de rocas que la alta mar cubre con sus olas, pero que en la baja marea quedan en la ribera arenosa como testigos petrificados de algun antiguo cataclismo. La playa se hallaba cubierta de conchas, vivas ayer, hoy vacías; la arena misma estaba plagada de animalillos danzando á los rayos del Sol poniente; los charcos que deja el mar entre las rocas, poblados tambien de pececillos, de langostinos y de cangrejos que se perseguian unos á otros; algunos delfines, anunciando la tempestad que estalló aquella noche en medio de las llamas de un mar fosforescente, avanzaban hasta las últimas rocas batidos por el oleaje. A lo léjos se oían los pajarillos de los bosques gorjeando las últimas notas de la tarde.....

No era difícil á la imaginacion trasportarse mas allá de lo visible, y contemplar el Océano entero poblado de especies animales y vegetales mas numerosas que las estrellas que vemos en el cielo. Los sondajes maravillosos hechos en estos últimos años por los buques ingleses en todas las latitudes oceánicas desplegaron en mi memoria el riquísimo cuadro de sus descubrimientos ¹, haciendo ver á la ciencia clásica que se ha equivocado hasta aquí imponiendo un límite al desarrollo de la vida, y que los abismos del mar están poblados, en todas sus profundidades, de seres organizados para vivir en su seno..... ¡negros abismos, eternamente oscuros, donde ciertos moluscos fabrican luz y tienen ojos para sentirla!..... ¡profundidades que soportan presiones inauditas, capaces de aplastar las piezas de artillería mas espesas y macizas, y que sin embargo están habitadas por seres bellisimos, delicados, frágiles, con ligeros bordados por adorno, y jugueteando en aquel medio tan pesado como las mariposas sobre las flores! Y

1. Véase mi obra intitulada: *Contemplaciones científicas*, 2ª serie, 1873.

miéntas que el Océano inmenso me aparecía poblado como la tierra y el aire de innumerables séres, desde la enorme ballena hasta el microscópico infusorio cuyas legiones pululan por la tarde entre las olas agitadas, mis ojos se fijaron en la roca en que yo estaba sentado, y se apercibieron de que ella también estaba viva! Sí, aquel grupo de piedras se hallaba *todo él recubierto de séres vivientes*, del tamaño de un cañamon, amontonados sobre toda su superficie: ni un solo centímetro cuadrado carecía de ellos, y aquellos pequeños crustáceos eran los que daban á la roca su color gris. Pero aquella roca no era única: todas las demas que me rodeaban ofrecían el mismo cuadro, estaban habitadas por el mismo animal. Ahora bien, aquellas rocas ocupan toda la costa, en una extensión de vários kilómetros. No contando sino cuatro conchitas por centímetro, ó sea, 16 en cada centímetro cuadrado, se tienen 160 000 por metro cuadrado, es decir, que sólo en aquellas rocas, ¡reina esta especie viviente sobre una capa de miles de millones de individuos! ¿Y qué viene á ser en la Tierra ese punto de una ribera solitaria y por casualidad observada? Nada en realidad. Pero ¡cómo! esas mismas rocas encierran mil restos de especies fósiles que se han ido sucediendo durante los largos siglos de los períodos geológicos, y cuyos esqueletos aglomerados forman montañas como los Pirineos y los Alpes! « ¡La piedra, la tierra, el agua, el aire, todo está lleno de séres! decía yo para mí, viéndome así en todos sentidos rodeado por la vida. En el tiempo lo mismo que en el espacio, la vida reina como soberana; y aún cuando los cuerpos celestes no fueran sino rocas como éstas, la naturaleza nos muestra que no los habría ella dejado estériles y desiertos. Preciso es pues que la vida aparezca, que despierte, que se ostente, que brille y que se eleve en el Progreso, pues ella es la que verdaderamente existe, y el mundo material no es sino su pedestal y su sosten..... » En estas cosas iba yo pensando al regresar por el camino de las dunas, cuando hé aquí que alzando mis ojos hacía el occidente, enrojecido aún con los postreros resplandores del Sol en su ocaso, se fijaron en *Mercurio*, que brillaba como un fanal en el crepúsculo, cuando dos estrellas solamente, Ar-

turo y Vega, estaban encendidas..... « Y tú nos miras, exclamé, ¡oh blanco planeta! y nos ves de lejos brillar en tu cielo; pero te nos ocultas en la luz de tu Sol hermoso, velando discretamente á nuestros ojos mortales la forma de tu patria. No podemos distinguir tus continentes y tus mares, tus selvas y tus campiñas, ni coger aún las encantadoras flores de la vida que palpita en tu seno Pero la Naturaleza que te ha dado á luz es la misma madre de la cual nació la Tierra; y las lecciones que ella nos da aquí son las mas apropósito para enseñarnos á apreciar todas sus obras. Brillando esta tarde sobre esta playa inundada de vida, tú mismo acabas de completar mi pensamiento, y de asociarte á la voz inmensa que se eleva del Océano, de las playas y de la Tierra hácia el Cielo, para celebrar el *himno universal de la vida infinita.* »

CAPITULO VII

LOS HABITANTES DE MERCURIO. — LAS FUERZAS DE LA NATURALEZA Y LAS FORMAS ORGANICAS. — LAS HUMANIDADES PLANETARIAS. — LA MORADA DE MERCURIO. — EL CIELO Y LA TIERRA VISTOS DESDE AQUEL MUNDO.

La vida que ha germinado en Mercurio ¿se hallará distribuida como aquí en dos reinos, y el reino animal como el reino vegetal, estarán tambien como aquí divididos en especies continentales y especies acuáticas? Hé ahí lo que no podemos decidir, por mas que, hasta ahora, naturalistas y astrónomos crean unánimes que esas distinciones son forzosas é inevitables. Pero ¿por qué no habria de producir la Naturaleza séres en un todo diferentes de cuanto conocemos en la Tierra, y que ni sean animales ni plantas? Aquí las plantas parecen séres adormecidos en espera de la vida animal; por lo demas, ¿no están tambien ellas animadas? En aquel planeta, como en el nuestro ¿habrá producido acaso la division del trabajo en la naturaleza esas tan profundas distinciones entre los géneros: insectos merodeando sobre las flores, aves elevándose hasta las nubes, peces habitando bajo las aguas? ¿Se mantendrá allí la vida como aquí, por la rapiña, por la deplorable destruccion de las víctimas? ¿Se trasmirá como aquí, por la grata separacion de los sexos?... Mas adelante discutiremos el estado de la vida planetaria en todo su valor fisiológico ge-

neral. Pero desde luego podemos decir que, siendo diferentes las causas del uno al otro planeta, los efectos tambien deben serlo necesariamente. Así pues, cuando hablamos de los *hombres* de Mercurio, de Vénus, ó de cualquier otro planeta, no queremos decir precisamente que son seres constituidos como nosotros; que tengan sus dos ojos, dos orejas, dos brazos, y dos piernas, pulmones, un estómago, un tubo digestivo (!), ni que su fisonomía se asemeje á la nuestra de manera alguna; sino que damos en cada planeta el nombre de raza humana á la raza animal racional, superior, que se ha elevado sobre sus predecesores y que vive por la inteligencia. *Los hombres de los otros mundos no pueden parecerse á nosotros*, como lo demostraremos en los últimos capítulos de esta obra.

Sin anticipar nada de esta demostracion general que, siendo mas fisiológica que astronómica, debe reservarse para la conclusion de este trabajo, diremos desde luego que los seres nacidos en cada planeta son hijos del mismo planeta, producto de sus fuerzas orgánicas especiales desarrolladas en sus propios medios; que se han ido sucediendo de especie en especie como los anillos de una cadena; y que la especie superior de cada mundo, que desciende de todas sus anteriores y las resume, difiere por consiguiente en la forma como en el fondo de sus hermanas del espacio. Si conociéramos exactamente las causas que han conducido la vida terrestre al estado en que hoy la vemos, y las causas correlativas que existen en los demas mundos, podríamos por la análisis y la sintesis empezar á adivinar el estado y la forma de la vida en esos otros mundos. Para Mercurio en particular, que es uno de los planetas que ménos conocemos, sólo podemos conjeturar que, siendo allí las condiciones de la vida ménos favorables que aquí, sus habitantes deben ser inferiores á nosotros como sensibilidad y como inteligencia, diferir mucho de nosotros por su forma, estar mas sólidamente constituidos, siendo sin embargo mas ligeros y mas ágiles, y por último, vivir mas rápidamente. No obstante, la respiracion ha debido desempeñar, como aquí sucede, un papel dominante en la organizacion de los seres. No siempre se ha compren-

dido esta diferencia *inevitable* que necesariamente existe entre nuestro mundo y los demás.

Interpretando tal vez demasiado á la letra la filosofía de la Naturaleza, el ilustre astrónomo Huyghens supone en su *Cosmotheóros*¹ que en los planetas hay plantas, animales y hombres enteramente iguales á nosotros. Sólo los *títulos* de sus capítulos, que trascribimos aquí, bastarán para conocer su opinion. Son bastante curiosos :

« 1º Excelencia de las cosas animadas, superiores á las piedras, á las montañas, á las rocas, etc., etc. Los planetas deben de tener séres animados, lo mismo que la Tierra, y que sean de las mismas especies que los que aquí vemos.

» 2º El agua es el principio de todo lo que se engendra sobre la Tierra. Hay aguas en los demás planetas : sus diferencias con las de la Tierra; sus usos para la produccion de las cosas animadas.

» 3º Los animales crecen y se multiplican en los planetas *del mismo modo que crecen y se multiplican en la Tierra*. Cómo se mueven de un sitio á otro.

» 4º Diferencia de los animales, de los árboles y de las plantas que existen en los planetas, relativamente á los que existen en la Tierra.

» 5º Hay hombres que habitan en los planetas. Principios fundamentales de esta verdad. El hombre, aun siendo vicioso, siempre es una criatura considerable, y la principal del mundo.

» 6º Los hombres que habitan en los planetas tienen la razon, el espíritu, el cuerpo de la misma especie que los que habitan en la Tierra.

» 7º Los sentidos de los animales racionales y de los que están privados de la razon, que viven en los planetas, son semejantes á los de la Tierra. Explicacion de los sentidos.

» 8º El fuego no es un elemento; reside en el Sol. Hay fuego en los planetas : manera de excitarle.

» 9º Los animales *no deben ser de tamaños diferentes* en los planetas, de los que tienen en la Tierra. Grandeza y excelencia del hombre. En los planetas hay hombres que cultivan las ciencias.

1. Véase la análisis de esta obra notable en nuestro libro *Los Mundos imaginarios y los Mundos reales*, cap. del siglo XVII, p. 442-442.

» 10° Los habitantes de los planetas *deben tener manos* para servirse de los instrumentos de matemáticas : uso y necesidad de las manos para el sér racional. Habilidad del elefante para servirse de su trompa como de una mano. Los habitantes de los planetas *tienen piés* y andan como nosotros.

» 11° *Necesitan como nosotros ir vestidos* : Necesidad y utilidad de las ropas. La estatura y la forma del cuerpo de los habitantes de los planetas son semejantes á las nuestras.

» 12° El comercio, la sociedad, la paz, la guerra, todas las demas pasiones y los encantos de la conversacion deben hallarse entre los habitantes de los planetas.

» 13° *Ellos se edifican casas segun el arte de la arquitectura*, conocen la marina, la navegacion, la geometría, la música, etc. »

Tal antropomorfismo peca realmente por su base. Ir tan allá como van nuestro astrónomo y otros colonizadores siderales, sería en verdad traspasar los límites de la ciencia. Léjos de ver por todas partes hombres idénticos á nosotros, debemos persuadirnos, como ya lo hemos indicado, de que la vida reviste todas las formas imaginables é inimaginables. Las primeras células orgánicas se formaron en Mercurio, con un grado calorífico superior al nuestro, con una densidad superior tambien : la vida enarpezó y se desarrolló siguiendo una via enteramente distinta de la serie terrestre. Nuestros contradictores suponen que estas diferencias bastan para impedir la vida; pero nosotros, que no imponemos límites á la Potencia creadora, deducimos simplemente que *estas diferencias han producido diversidades correlativas en la organizacion de los séres*.

Los cuerpos difieren de los nuestros, mas no las almas, ni los principios de la razon; pues entre los espíritus sólo puede haber grados, pero no desemejanzas. Miétras que los hombres no en todos los mundos comen, ni en todos los mundos andan sobre dos piés como aquí, ni tienen nuestros dientes, ni nuestra cabellera, ni nuestras orejas, ni nuestros ojos; en todos los mundos, en todas partes, por el contrario, razonan en virtud de los mismos principios absolutos : en todos los mundos 2 y 2 son 4; en todas partes los tres ángulos de un triángulo valen dos ángulos rectos: en todas

partes tambien la conciencia se aproxima más ó ménos á las *mismas* verdades morales absolutas. Si los cuerpos difieren, todas las almas del universo que piensan son hermanas.

Pero hé aquí que nos encontramos al paso con un problema propuesto á solucion con frecuencia.

Cierto sentimiento de patriotismo, muy disculpable sin duda, para con el mundo que nos ha dado á luz, nos conduce naturalmente á preguntarnos, qué efecto produce de léjos la Tierra en que nos hallamos, y cómo la vén los habitantes de los demas planetas. Así que no terminaremos ninguna descripcion de esos otros mundos sin tratar de responder á esa cuestion, y sin resolverla para cada uno de los planetas de nuestro sistema.

Ante todo diremos que, puesto que la Tierra es un astro del Cielo, los habitantes de los otros mundos nos vén en su cielo, exactamente como nosotros los vemos á ellos. El aspecto bajo el cual se presenta nuestro planeta, depende solamente de la distancia y de la posicion de cada uno de los demas planetas con respecto á él.

Como Mercurio, Vénus, Marte, etc., nuestro globo carece de luz propia; pero brilla sin embargo como una estrella en el espacio, porque refleja la luz que recibe del Sol. Vista desde cierta distancia (de 350 000 á 400 000 leguas), la Tierra parece de la dimension aparente bajo la cual vemos la Luna, con las mismas fases, segun que se mire de frente ú oblicuamente su hemisferio alumbrado por el Sol, y con la misma intensidad de luz, pues el suelo terrestre no es ménos apto que el suelo lunar para reflejar los rayos solares: cuando el hemisferio alumbrado está cubierto de nubes, la Tierra es aún mucho mas blanca y mas luminosa que la Luna llena. Vista desde 1 millon de leguas, la Tierra parece mucho mas pequeña que la Luna, pero como tambien su luz está entónces mas concentrada, aparece mas refulgente. Vista desde 10 millones de leguas, no sólo brilla por la noche como una estrella de primera magnitud, sino que aventaja en esplendor á las mas brillantes estrellas conocidas.

Cuando Mercurio se halla en su órbita entre el Sol y nosotros, vé él nuestro planeta á 20 millones de leguas, en el

minimum. A esta distancia, la Tierra es una hermosa estrella de primera magnitud, brillando en el cielo de Mercurio



FIG. 31. — La Tierra vista desde Mercurio.

exactamente como Júpiter brilla en nuestro cielo, y cruzando el meridiano á medianoche. La estrella Tierra es la segunda estrella de su cielo, por el brillo, pues Vénus la aventaja, y

Júpiter no la iguala; ella va marchando á lo largo del zodiaco, y así es cómo los astrónomos de Mercurio habrán reconocido que es un planeta. Tambien han debido reconocer como planetas á Vénus, Marte, Júpiter y Saturno, que se diferencian poco vistos desde allí ó desde aquí, si no es que Vénus aparece allí mucho mas brillante y Marte mucho ménos.

El Cielo estrellado es exactamente el mismo, visto desde Mercurio y visto desde todos los planetas, que visto desde la Tierra. Las estrellas están tan léjos del sistema solar (*la mas próxima* dista mas de 8 000 millares de millones, ó sea, mas de 8 billones de leguas), que las perspectivas celestes no cambian, ya se las vea desde la Tierra, ó desde Mercurio, desde Urano, ó áun desde Neptuno. Las constelaciones del cielo de Mercurio son por consiguiente las mismas que las nuestras. Allí como aquí se vén cerniéndose en lo mas alto del cielo las siete estrellas de la Osa mayor; allí como aquí se enseñorean en medio de la noche silenciosa las espléndidas estrellas de Orion, seguidas por la reluciente Sirio, y precedidas por las apacibles y contemplativas Pléyadas; allí como aquí, Arturo, Vega, Procyon, Capella, derraman desde las elevadísimas llanuras etéreas su melancólica lluvia de luz. Pero no las distinguen, sin duda, los mismos nombres. ¿Qué formas se habrán reconocido, qué similitudes se habrán hallado, qué historia se habrá conservado en esos celestes archivos? ¿y qué lengua ó qué lenguas se hablarán en ese mundo vecino del Sol?

Así pues la Tierra es para los habitantes de Mercurio un planeta exterior, cuyo máximo de brillo y la mejor condicion de visibilidad se presentan cuando ella se halla en oposicion con el Sol, es decir, cuando brilla en medio del Cielo á medianoche para el hemisferio nocturno de Mercurio. Entónces produce ella, á la simple vista, el efecto de una magnífica estrella. Esto es lo que hemos tratado de representar por la figura anterior¹, donde el observador, trasladado

1. Con placer recordamos aquí que esta figura forma parte de un estudio que hemos publicado en el *Magasin pittoresque* sobre « la Tierra vista desde los otros mundos »; lo mismo decimos de los cuatro dibujos analogos que se hallan en los capítulos de Vénus, la Luna, Marte y Júpiter. Cada año damos en esa interesante

á Mercurio á medianoche, puede buscar y reconocer por su esplendor nuestro planeta brillando en medio de las constelaciones zodiacales.

Tal es el aspecto de la Tierra á la simple vista, mirándola desde Mercurio. ¿Qué pensarán de nosotros los filósofos de aquel planeta? ¿Supondrán que este astro es habitable, y que está habitado? ¿Tendrán ellos Academias que demuestren que la Tierra es un desierto helado y estéril á causa de su grande lejanía del Sol? O bien, ¿permitirán á la Naturaleza una potencia creadora suficiente para poblar todos los mundos? Sin duda que sí, que ellos creen la Tierra habitada; y como ella es un astro que brilla en su cielo, la han divinizado, como nosotros hemos divinizado su planeta, y creen que, con tal esplendor, esta tierra celeste no puede ménos de ser mansion de la luz, de la paz y de la dicha... ¡Cuál no sería su desengaño, si pudieran vernos de cerca!

Si la ciencia de la óptica ha hecho en aquel planeta los progresos que ha realizado en el nuestro, los telescopios de los astrónomos de Mercurio, aumentando la imágen de la Tierra, como lo hacemos nosotros con Marte y con Júpiter, habrán llegado á descubrir las manchas permanentes, los continentes y los mares, á pesar de las nubes que tan á menudo los encubren. El aspecto de las dos Américas es el que desde luego habrá llamado mas la atencion de los astrónomos mercuriales. Así habrán podido diseñar poco á poco la geografía de la Tierra, como nosotros hemos delineado la de la Luna y la de Marte.

Las personas de ojos perspicaces deben distinguir á la simple vista, al lado de la Tierra, la Luna, como un punto brillante oscilando del uno al otro lado de ella, al este y al oeste. Pero el astro mas brillante de su cielo estrellado es sin duda el planeta Vénus, cuya luz puede en ciertas épocas resplandecer con una claridad diez ó doce veces mayor que la que nos envía Júpiter.

publicacion una noticia detallada sobre los principales fenómenos astronómicos que están á la observacion, como tambien la exposicion de los progresos realizados por la ciencia contemporánea.



EL PLANETA MERCURIO.

Así es cómo todos los planetas gravitan simultáneamente en el Cielo, y cómo sus habitantes contemplan, sin verse ni conocerse, sus reciprocas moradas celestes. Estas verdades modifican notablemente las creencias fundadas en el supuesto dualismo del Cielo y de la Tierra. No es del todo indiferente á la filosofía el saber que actualmente nos hallamos en el Cielo; si, actualmente, y tan completamente como cada uno de nosotros podría estar en él dentro de un siglo, por ejemplo, después de haber dejado á la Tierra, ó como los seres que habitan en Júpiter, en Sirio, ó en los dominios de la Via láctea.

Tal es el mundo de Mercurio. En resumen, si recapitulamos las condiciones en que se halla ese planeta, podemos formular la situación siguiente :

ESTADO PARTICULAR DEL MUNDO DE MERCURIO.

Duración cierta del año.	88 días terrestres, ó ménos de 3 meses.
Duración probable del día.	24 horas y 5 minutos.
Número de días de Mercurio en su año	87.
Estaciones.	Rápidas y muy pronunciadas.
Atmósfera.	Más densa y más elevada que la nuestra.
Temperatura média.	Más cálida que la nuestra.
Densidad de los materiales.	$\frac{1}{3}$ más fuerte que aquí = 1,376, siendo 1,000 la de la Tierra.
Pesantez en su superficie.	$\frac{1}{2}$ más débil que aquí = 0,521, siendo 1,000 la de la Tierra.
Dimensiones del planeta.	Inferiores á las de la Tierra. Diámetro = 0,378, ó 1 200 leguas.
Circunvolución, ó vuelta al mundo de Mercurio.	3 780 leguas.
Diámetro medio del Sol.	Casi tres veces más extenso que visto desde aquí = 1° 21'.
Diám. máximo de la Tierra.	= 20'. Brilla en el cielo como una estrella de primera magnitud.

Pero ya ha absorbido este pequeño mundo una buena parte de la atención que debemos distribuir entre todos los astros de la familia solar; y, lejos de ser él uno de los más

importantes, ó de los mas conocidos, no ha hecho sino abrirnos el camino, y empeñarnos en ese gran viaje en el cual debemos hallar tierras mas fáciles aún de reconocer y apenas diferentes de la que habitamos. Apresurémonos pues á abordar el segundo planeta del sistema... Hablemos de Vénus.

CAPÍTULO PRIMERO

LIBRO IV

EL PLANETA VENUS



LIBRO IV

EL PLACER DE VERDAD

CAPITULO PRIMERO

ASPECTO DE VENUS A LA SIMPLE VISTA CONOCIMIENTOS DE LOS ANTIGUOS SOBRE ESTE PLANETA

La primera ciudad celeste que encontramos en nuestro viaje, despues de abandonar la órbita de Mercurio, es la ciudad sideral consagrada desde las primeras edades del mundo á la rubicunda diosa de la belleza y del amor. Blanca y brillante estrella de la tarde, la primera iluminada despues del ocaso del astro rey, fué ella la que fijó las primeras miradas que se elevaron hácia el Cielo, la confidenta de los corazones y la divinidad tutelar de las mas gratas esperanzas; y si los primeros altares se erigieron al Sol, dios del dia, los segundos fueron para ella, primera estrella de la noche, — y para la Luna, mas próxima á la Tierra y ménos celeste que la dulce estrella del pastor.

El planeta Vénus viene despues de Mercurio en el órden de las distancias del Sol (véase la lámina I). Por consiguiente se halla colocado entre Mercurio y la Tierra, puesto que Mercurio es la primera y la Tierra la tercera de las provincias que componen la gran república solar. Miétras que Mercurio gira alrededor del astro del dia, á la distancia de 14 300 000 leguas, y nuestro mundo á la de 37 000 000, Vénus gravita distante del Sol 26 760 000 leguas.

Para nosotros es éste el astro mas brillante del Cielo. Como su órbita es interior á la de la Tierra, y mucho mas pequeña

que la nuestra, Vénus permanece siempre, como Mercurio, en las cercanías del Sol, cuya luz nos refleja con un brillo grande y vivísimo; pero puede alejarse de él mucho mas allá de la mayor lejanía de Mercurio. Cuando se halla en la mitad de su órbita que precede al Sol, se deja ver por la mañana en el oriente, ántes de aparecer el astro radiante, precediéndole más ó ménos, segun su distancia angular, á veces una hora, en otras dos horas, y áun tres. Por eso, desde la mas remota antigüedad, le dieron los nombres de *Estrella del pastor*, *Estrella ó Lucero de la mañana*, ó *Lucifer*. — Cuando se halla en la mitad de su órbita que sigue al Sol, se muestra por la tarde en el occidente, brillando en el crepúsculo ántes que todos los demas astros del firmamento, y retrásándose al Sol, una, dos y áun tres horas, segun su distancia angular de este astro. Es por lo que tambien se le ha llamado *Véspero*, *Lucero vespertino*, *Estrella de la tarde*. De las mencións antiguas, notemos entre otras la del grande orador romano : « *Stella Veneris, que Lucifer dicitur cum antegreditur Solem, cum subsequitur autem Hesperus* ».

Lo cierto es que Vénus es, de todos los planetas, el mas antiguamente conocido; primero, porque es el mas brillante, y tambien por ser el mas notable en sus movimientos. Como gira en 224 dias alrededor del Sol, no permanece dos semanas seguidas en el mismo sitio. Desde la época desconocida en que la humanidad terrestre levantó los ojos al Cielo, y procuró hallar la manera de formarse una medida del tiempo, para dirigirse en sus emigraciones y arreglar sus fiestas patriarcales, no pudo ménos de observar, ántes que á todos los demas planetas, al primero que alumbraba los cielos y parecia como el heraldo ó precursor del cortejo de la noche. Era la mas blanca y apacible de todas las estrellas : la proclamaron diosa de la hermosura y del amor. El signo ♀ bajo el cual la representamos desde la edad média parece simbolizar un espejo. (Y, en efecto, ¿no es este objeto el atributo mas característico de la mujer?)

¿Desde cuántos miles de años acá es Vénus conocida? Su

1. Ciceron, *De Natura deorum*, lib. II.

nombre y su culto los encontramos en todas las lenguas antiguas. Pero ha sido menester una larga serie de observaciones para comprobar que la estrella de la mañana y la estrella de la tarde no son sino un sólo y mismo astro, con apariciones sucesivas. Y aún es probable que, en esta obra de identificación, las apariciones de Mercurio han debido perjudicar mucho y retardar el descubrimiento de la verdad. Así que, en efecto, vemos con frecuencia confundidos los cultos y los atributos de Mercurio y Vénus.

Pitágoras parece ser el primero que reconoció y enseñó á los Griegos la identidad de Vénus y de Hesperus, identidad cuya noción adquirió él sin duda en el Oriente.

Él es el único planeta que menciona Homero, designando á esta estrella con el epíteto de Callistos, *la Bella*.

Εσπερος, ὃς κάλλιστος ἐν οὐρανῷ ἵσταται ἀστὴρ.

« Véspero, el astro mas hermoso que brilla en el Cielo ¹. »

En otro canto de la Iliada ² habla tambien Homero de Vénus, « la estrella matinal », Εωσφόρος, que anuncia la luz al mundo y aparece seguida de la Aurora.

En la Biblia se leen igualmente estas palabras, que parecen referirse á Vénus : « ¡Oh Lucifer, tú que aparecias tan brillante al nacer el dia! » ³.

Entre los Indios, llevaba los nombres de *Sukra*, que quiere decir « la brillante », y *Daitya-Guru*, « la soberana de los Titanes ». Los Babilonios la dieron el nombre de *Anadid*, palabra escrita despues *Nana* en el libro de los Macabeos ⁴, y *Nahit* en los Actos de los mártires. Los Persas le llamaron *Nahid*. Los Arabes *Zohra*, calificativo que tiene la misma raíz que el hebreo *Zohar*, « esplendor del cielo ». En los libros religiosos de los Sabeos se le apellida « llama, calor, espíritu ». Su calificativo oriental ordinario era « la luminosa ». Hace mas de cuatro mil años que su nombre fué dado por los

1. *Iliada*, XXII, 318.

2. *ib.*, XXIII, 226.

3. *Isaias*, XIV, 12.

4. *Lib. I*, *cap. v.* 13 y 15.

astrónomos caldeos á uno de los días de la semana, el viernes : *Veneris dies*.

Phosphoros, Lucifer; Esperos, Véspero; Vénus, Juno, Isis, son los nombres mitológicos que la designaban hace mas de treinta siglos.

La mas antigua observacion auténtica de este planeta de que se tiene noticia data del año 685 ántes de nuestra era, y pertenece á los astrónomos de Babilonia ¹. Hé aquí esta observacion :

« El 25 del mes de Thamuz, Vénus dejó de ser visible en el oeste, permaneciendo invisible por espacio de siete dias, y el 2 del mes de Ab, reapareció en el oriente. — El 26 del mes de Ellul, Vénus dejó de aparecer en el occidente, quedando invisible por espacio de once dias, y el 7 del segundo Ellul se la volvió á ver en el este. »

Ptolomeo nos ha conservado en el *Almagesto* varias observaciones egipcias del mismo planeta. La mas antigua data del 17 Messori del año 13° del reinado de Ptolomeo Filadelfo, el año 76° de la era de Nabonassar, fecha que corresponde al 12 de octubre del año 271 ántes de nuestra era : es una conjuncion de Vénus con una estrella de Virgo.

En aquellas épocas lejanas, vivian los hombres en medio de la naturaleza mucho mas de lo que nosotros vivimos, y se ocupaban con mas viva atencion de los grandes espectáculos que nos ofrecen el Cielo y la Tierra. A las observaciones puramente científicas, solian entónces añadir singulares deducciones que de ellas sacaban bajo el punto de vista astrológico, sobre la influencia de ciertos aspectos celestes en la vida y costumbres de los hombres.

Los Egipcios habian reconocido que Mercurio y Vénus giran alrededor del Sol, sistema que, desarrollado, condujo á Copérnico á colocar el astro del dia en el centro de todas las órbitas planetarias ².

1. Esta antigua observacion se conserva en las tablas de arcilla que existen en el Museo Británico. (Véase *Monthly Notices*, junio de 1860.)

2. Véase mi *Historia del Cielo*, 2ª Velada, y mi *Vida de Copérnico*, cap. VII.

Si hubiéramos de dar crédito al testimonio de los antiguos, el planeta amoroso habria sufrido modificaciones extraordinarias. San Agustin refiere (*Ciudad de Dios*, lib. XXI, cap. VIII), citando á Varron, que habia cambiado de color, de tamaño, de figura y de direccion. Este suceso habria acaecido en tiempos del rey Ogyges, cuyo nombre ha conservado el diluvio asiático, hácia el año 1797 ántes de la era cristiana.

Este informe de Varron no ofrece suficientes garantías para admitirlo. Si las tradiciones de los pueblos han conservado realmente alguna traza de un acontecimiento análogo, no se necesita atribuir al planeta tales trasformaciones (imposibles, por lo demas, en cuanto al cambio de direccion); sino que pueden explicarse admitiendo que un cometa se ha mostrado por la tarde en el ocaso algunos dias despues que Vénus hubiese desaparecido hácia su conjuncion, y que se le ha confundido con el mismo planeta Vénus, atribuyendo á éste los aspectos más ó ménos caprichosos del cometa.

CAPITULO II

MOVIMIENTO DE VENUS ALREDEDOR DEL SOL. — SUS FASES

Vénus gira alrededor del Sol en una revolución de 224 días 16 horas 49 minutos y 8 segundos, en la misma dirección que la Tierra. Tal es la duración de su año y la primera base de su calendario. Por consiguiente, los años de aquel mundo no duran sino unos siete meses y medio. Nótese que son menos rápidos que los de Mercurio, pero aún mucho más cortos que los nuestros. ¿Será esto un bien, ó un mal? Bajo el punto de vista biológico, como bajo el punto de vista del progreso, esta rapidez constituye sin duda una desventaja.

La órbita de Vénus alrededor del Sol no es excéntrica como la de Mercurio, sino casi circular, y apenas elíptica: la excentricidad sólo es de 0,007. Si se representa por 1 000 la distancia de la Tierra al Sol, la distancia perihelia de Vénus es de 718, la distancia afelia de 728, y la distancia média de 723. Expresados en leguas, estos guarismos nos dan :

Para la distancia perihelia.....	26,575,000 leguas.
— — — média.....	26,750,000 »
— — — afelia.....	26,925,000 »

La diferencia entre el perihelio y el afelio no es sino de 350 000 leguas. Si calculamos el total desarrollo de la órbita, hallamos que su longitud es de 168 millones de leguas; y puesto que el planeta las recorre en 224 días, boga

alrededor del Sol á razon de 750 000 leguas por dia, ó de 34 600 metros por segundo. Corre pues algo ménos aprisa que Mercurio, segun las leyes que hemos expuesto anteriormente.

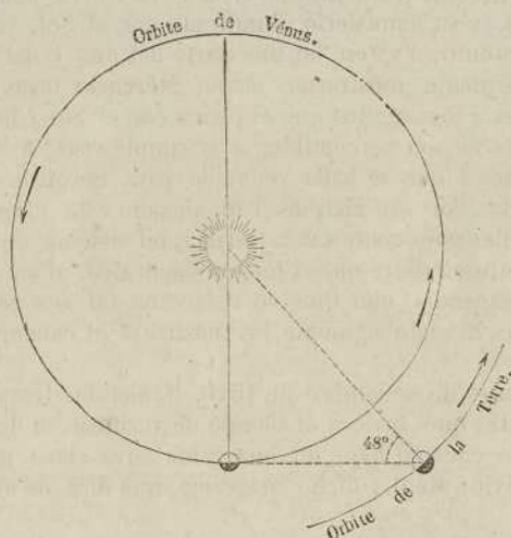


FIG. 32. — Relacion entre la órbita de Vénus y la de la Tierra.

Podemos representarnos la relacion que existe entre la órbita de Vénus y la de la Tierra, como lo hemos hecho para Mercurio. Con la misma escala de la figura 25, es decir, de un milimetro por un millon de leguas, trazamos aquí la figura 32, que diseña la órbita de Vénus. La Tierra gravita mas allá, en una órbita mayor, de la cual delineamos, un arco. La mayor lejanía á que Vénus puede llegar respecto al Sol tiene lugar cuando el planeta se halla en ángulo recto con él y con nosotros : esta mayor elongacion es de 48°. Así que Vénus puede demorarse por la tarde mucho mas que Mercurio sobre el ocaso del Sol, y ha sido conocida mucho tiempo ántes que él. Al mismo tiempo puede observarse que Vénus pasa muy cerca de nosotros en el momento en que corta la línea que une al Sol con la Tierra.

Añádase que el plano en el cual se mueve Vénus no coin-

cide con el de la órbita terrestre (sin lo cual el planeta pasaría cada 584 días delante del Sol), sino que tiene sobre él una inclinación de $3^{\circ} 23'$.

Fácilmente se comprende que, gravitando Vénus como Mercurio en una órbita interior á la de la Tierra, deberá presentarnos, ya su hemisferio alumbrado por el Sol, ya su hemisferio oscuro, ó ya en fin una parte del uno y del otro, y por consiguiente, mostrarnos como Mercurio fases correspondientes á los ángulos que él forma con el Sol y la Tierra. Estas fases no son perceptibles á la simple vista, á causa de la pequeñez á que se halla reducido para nosotros el disco del planeta. Por eso algunos han alegado esta carencia de fases visibles para contestar la verdad del sistema de Copérnico. Y aún se refiere que el mismo Copérnico, al oír esta objeción, respondió que Dios se reservaba tal vez revelarlas algún día. El siglo siguiente las mostró ya el catalejo á Galileo.

Era el mes de setiembre de 1610. Habiendo desaparecido Vénus ántes que tuviera él tiempo de verificar su descubrimiento, le encerró bajo un anagrama cuya clave poseía él solo, y envió á Képler dicho anagrama, que dice de esta manera :

Hæc immatura à me jam frustrà leguntur. o. y.

Frase bastante oscura, que puede traducirse así :

Estas cosas inmaduras han sido ya, pero en vano, leídas por mí.

Quedan dos letras superfluas. Tomando todas esas letras, y colocándolas en otro orden, se reconstruye la frase siguiente, que es la verdadera :

Cynthiæ figuras emulatur mater Amorum.

La madre de los Amores sigue las fases de Diana.

Curioso es observar que estas famosas fases de Vénus, que los antiguos no llegaron á sospechar siquiera, á cuya objeción nada pudo responder Copérnico, y que Galileo cuidaba tanto de ocultar, para reservarse el honor de su descubri-

miento, estas fases de Vénus, decimos, pueden ser, en circunstancias excepcionales, visibles sin auxilio de antejojo. Ciertas vistas especiales pueden distinguirlas fácilmente. Webb

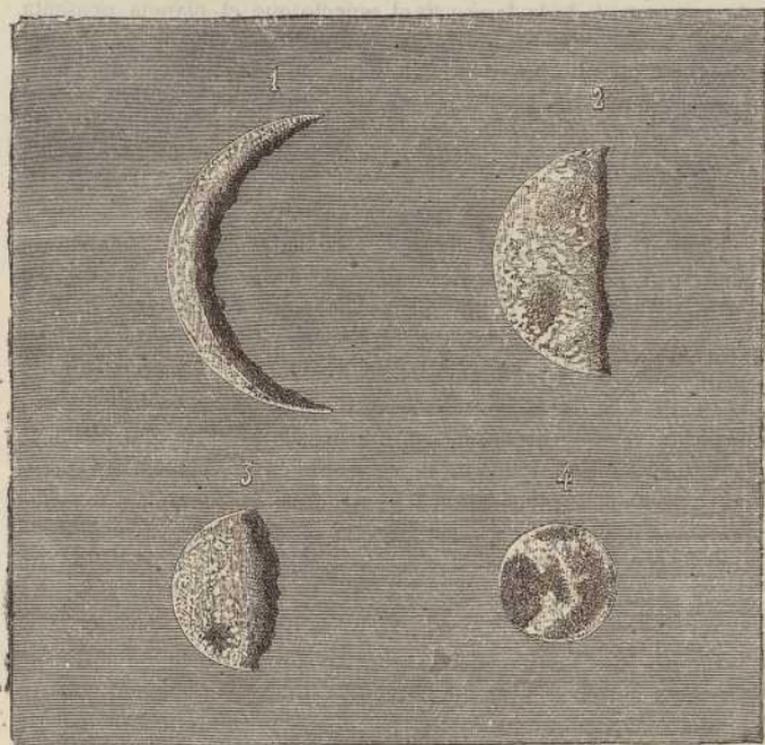


FIG. 33. — Principales fases de Vénus.

nos refiere que Teodoro Parker las vió en Chile, cuando sólo tenía la edad de doce años, é ignoraba que existieran; y que las han visto en Persia, sirviéndose de un cristal ahumado. En el mes de mayo de 1868, se las ha visto, y dicese que sin gran dificultad, bajo esta nuestra atmósfera de Francia, tan rara vez despejada¹: várias personas comprobaron su forma. Es esta una prueba visual nada comun.

1. V. nuestros *Estudios sobre la Astronomía*, t. III, p. 175

Nuestra figura 33 representa los cuatro puntos principales de estas fases : 1° el segmento que se admira en la época en que Vénus se halla entre el Sol y nosotros, segmento bien marcado y extenso, que la vista inexperta, observándole al telescopio, le toma siempre por el de la Luna; 2° el aspecto que el planeta presenta en su cuadratura, cuando forma ángulo recto con el Sol y nosotros, y que sólo vemos la mitad de su hemisferio alumbrado; 3° su fase cuando avanza detras del Sol, y nos descubre poco á poco su hemisferio alumbrado, al mismo tiempo que se aleja de nosotros; y 4° su disco pleno, cuando se halla en su mas lejana distancia.

Como la distancia de Vénus á la Tierra varía considerablemente, segun las posiciones que ocupa en su órbita, su diámetro varía en la misma proporcion. Cuando se halla á su mayor distancia de la Tierra, es decir, detras del Sol, dista de nosotros todo el ancho de su órbita, mas la distancia de su órbita á la de la Tierra; lo que mide como unos 64 millones de leguas. Su diámetro entónces sólo es de 9"5. Cuando se halla á su menor distancia, es decir, entre el Sol y la Tierra, no dista de nosotros sino 10 millones de leguas, y su diámetro se eleva á 63". Su diámetro varía como su distancia entre estos dos limites. Es como si dijéramos que el ancho de su disco varía para nosotros desde 9 milímetros y medio hasta 63.

La luz de Vénus es tan fuerte, que á veces sucede que proyecta sombra. Una noche comprobé yo este hecho, de un modo inesperado, sin haber siquiera pensado en ello. De vuelta de un viaje á Italia, en la primavera de 1873, me detuve en Vintimille, por donde pasaba el tren de Italia á eso de las nueve de la noche. Era el 23 de marzo. Conducido por un guia al traves de la poblacion oscura, noté al momento que nos seguian tres sombras á nuestra izquierda, á lo largo de la pared de un jardin junto á la cual ibamos andando. Aquella sombra, producida sin que la Luna ni los reverberos alumbraran, me causó grande sorpresa; la hice notar á mis dos compañeros, quienes la reconocieron como yo, pues era muy neta y fuertemente acentuada. El Cielo estaba brillantemente constelado. Pero á nuestra derecha sólo se veia á

Vénus como astro de primera magnitud, y brillando de tal manera, que su luz parecía ella sola mas intensa que las de todos los demas astros del firmamento reunidas. La pared era de un blanco sucio y casi gris; si hubiera sido blanca, nuestras sombras se habrian marcado mucho mas aún.

Algunas semanas despues, en Niza, repetí el experimento sobre un papel: la sombra de los dedos, de un lápiz, de un objeto cualquiera, se dibujaba en él con la mayor limpieza.

Posteriormente he observado varias veces el mismo hecho, sobre todo en la primavera de 1876.

Pero ¿en qué fase se muestra Vénus mas brillante?

Si este planeta no tuviera fases, si brillara él por sí mismo, su mayor esplendor tendria lugar naturalmente en la época en que se halla ménos distante. Pero como no hace mas que reflejar la luz que recibe del Sol, es fácil notar que cuando pasa por el punto mas próximo á la Tierra, entre el Sol y nosotros, nos muestra precisamente su hemisferio no alumbrado, de suerte que aún permanece invisible durante algunos dias. Y ademas, entónces está tan cerca del Sol, que no es posible descubrirle.

La fase mas brillante de Vénus se ostenta en el punto en que su digresion oriental ú occidental es de $39^{\circ} 1/2$, posicion en la cual aparece en el telescopio con la cuarta parte de su disco iluminada, como la Luna en su quinto dia. El planeta pasa por esta posicion 69 dias ántes y despues de su conjuncion inferior. Su diámetro aparente es entónces de $40''$, y la anchura de su parte iluminada apénas es de $10''$. Nuestra figura 34 representa esta fase de su mayor visibilidad. En medio de este segmento (AB) se ha trazado un circulito (CD) que indica la dimension aparente del planeta en su mayor distancia, cuando se halla detras del Sol; y alrededor del segmento un gran círculo (EF) que indica el tamaño del planeta en su menor distancia, cuando pasa entre el Sol y nosotros. Tales son sus diferencias de magnitud aparente. Este mayor brillo debe aparecer, con corta diferencia, cada ocho años, porque la situacion de Vénus y de la Tierra, una respecto de otra, se halla, sobre poco más ó ménos, ser la

misma despues de ese intervalo. Si la atmósfera está entónces despejada, Vénus es *visible en mitad del dia*.

Los antiguos lo habian ya notado. Varron refiere que Enéas, en su viaje desde Troya á Italia, veia constantemente este planeta, su patrono, á pesar de la presencia del Sol.

Los años 398, 984, 1008, 1014, 1077, 1280, 1363, 1716, 1750, 1794, 1857, han sido notables bajo este concepto.

En 1716 y en 1750, circuló en Paris y en Lóndres un rumor considerable á propósito de esta visibilidad del planeta en mitad del dia : le tomaban por una estrella nueva.

En 1794, dirigiéndose el general Bonaparte al palacio del Luxemburgo, se sorprendió mucho al ver que el pueblo, en vez de

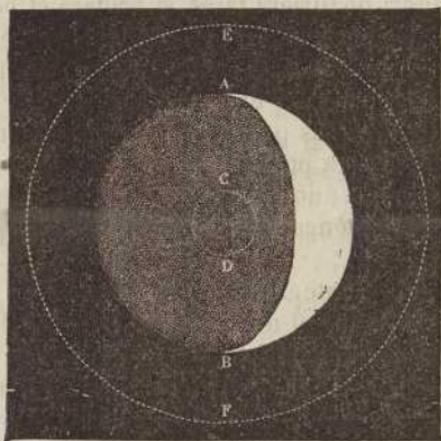


FIG. 34. — Fase de la mayor visibilidad de Vénus

mirarle á él, levantaba los ojos al cielo. Preguntó á su estado mayor qué significaba aquello, y supo que los curiosos miraban, llenos de admiracion, una estrella que se dejaba ver con toda claridad á aquella hora del mediodia, y la tomaban por la del vencedor de Italia : era el planeta Vénus, que brillaba cerca del Sol.

En abril de 1857, el brillo de este planeta atravesó de nuevo la luz del dia, y las vistas perspicaces pudieron distinguirle al mediodia, brillando á 40 grados al oeste del Sol.

Tambien se observó ese brillo resplandeciente en 1868, y aún pudieron verse sus fases á la simple vista.

Por último, recientemente, en la primavera de 1876, hemos podido hacer la misma observacion : desde fines de marzo hasta fines de junio, lució este hermoso planeta en nuestro cielo con un brillo extraordinario, distinguiéndosele á la simple vista en el mes de junio.

Esta visibilidad de Vénus en medio de la claridad del dia es más ó ménos fuerte y más ó ménos pronunciada, segun la estacion en que tiene lugar, segun el estado del cielo y la diafanidad de la atmósfera.

Es el *único astro* que puede verse á la simple vista al mediodía. Pero por la tarde y por la mañana, ántes de ponerse ó despues de salir el Sol, suele verse algunas veces á Júpiter á Sirio, á Canope y á Vega.

Comparándola con la luz del plenilunio, hállase que la claridad que recibimos de Vénus es como 1000-veces mas débil.

A propósito de las fases de este planeta, réstanos hacer una observacion sobre la *luz cinérea de Vénus*.

Todo el mundo ha podido notar que, cuando el tercero y el cuarto dia de la lunacion, brilla la Luna en el cielo vespertino bajo la forma de un segmento luminoso, se distingue en el interior de la média luna el cuerpo entero del globo lunar, no luminoso como el segmento, sino casi tan oscuro como el Cielo, y matizado de una débil luz gris. Lo mismo sucede cuando ántes del novilunio brilla nuestro satélite por la mañana bajo la forma de un segmento opuesto al de la tarde.

Esta luz secundaria, llamada *luz cinérea, ó cenicienta*, no pertenece á la Luna misma, sino que es debida, como se verá despues, á la reflexion de la luz de la Tierra.

Ahora bien, la observacion del globo oscuro débilmente alumbrado en el interior del segmento luminoso ha sido hecha en Vénus lo mismo que en la Luna. ¿Cómo podrá esto suceder? Cerca de Vénus no existe ningun astro que desempeñe para con este planeta el papel que la Tierra desempeña para con la Luna, y que refleje alguna luz sobre su hemisferio no alumbrado. ¿Cuál podrá ser, pues, la causa de esta singu-

laridad? Várias explicaciones se han aventurado, pero ninguna es satisfactoria. Mas ántes de ocuparnos de las explicaciones, importa saber si realmente existe esta luz secundaria. Como nuestro objeto en esta obra es conocer todos los detalles que interesan á cada uno de los mundos de nuestro sistema solar, veámos cuales son las mas atinadas observaciones hechas sobre esta claridad misteriosa.

La primera, en órden cronológico, se halla en la *Teologia astronómica* del rector inglés Derham, publicada en 1715, y traducida al frances en 1729, en la cual se lee el pasaje siguiente : « Cuando el planeta (Vénus) aparece bajo la forma de una hoz, puede verse la parte oscura de su globo, por medio de una luz de un color como empañado y algo rojizo ».

En el órden de fechas, la segunda observacion de la parte oscura de Vénus pertenece á Andrés Mayer, y es como sigue : « El 20 de octubre de 1759, á las 12 y 45 minutos, pasaje del cuerno inferior al meridiano : la parte luminosa de Vénus era muy delgada; sin embargo, el disco entero apareció de la misma manera que la porcion de la Luna vista á la luz reflejada por la Tierra. »

De modo que Mayer vió el fenómeno de dia, en el momento de pasar el meridiano, y sirviéndose de un antejo de fuerza muy mediocre.

En 1806, vió Harding tres veces el disco entero de Vénus en épocas en que, con la claridad ordinaria, no habria debido distinguir sino una mínima parte de él. El 24 de enero, siendo ya noche cerrada, la luz excepcional se distinguia de la del Cielo por un colorido gris ceniciento muy débil, y cuyo contorno, perfectamente delineado, parecia alumbrado por el Sol. El 28 de febrero, la luz de la region oscura, vista en un débil resplandor crepuscular, parecia ligeramente rojiza. El 14 de marzo, en un crepúsculo perceptiblemente mas fuerte, hizo Harding una observacion análoga.

El 11 de febrero del mismo año, sin haber aún tenido conocimiento de las observaciones del profesor de Goetinga, percibió tambien Schröter en Lilienthal la parte oscura de Vénus, que dibujaba en el cielo un resplandor opaco y mate. Posteriormente Gruithuisen, de Munich, hizo una observacion semejante á la de su colega de Lilienthal, el 8 de junio de 1825, á las cuatro de la mañana.

En el conjunto de todas estas observaciones, no se reunen

todavía los elementos necesarios para decidir á qué deberán atribuirse las inusitadas apariciones de la porcion de Vénus no alumbrada por el Sol. Olbers, en su Memoria sobre la transparencia del firmamento, adopta la opinion de que la luz que nos hace ver este disco opaco proviene de una especie de fosforescencia.

Esta misma opinion habia sido admitida anteriormente por William Herschel, quien, al decir en una Memoria de 1795, que la porcion de Vénus no alumbrada por el Sol fué vista por diferentes observadores (que él no nombra) cree que no puede dar cuenta de la existencia del fenómeno sino atribuyéndole á alguna propiedad fosfórica de la atmósfera del planeta.

Arago decia si este raro y curioso fenómeno no podria explicarse por medio de cierta luz cinérea, análoga á la de nuestra Luna, y que tomara su origen de la luz reflejada por la Tierra ó por Mercurio hácia aquel planeta. Pero esta luz no sería suficiente, y el mismo Arago concluia por decir que la explicacion del fenómeno era harto difícil.

Hé aquí ahora las observaciones hechas en estos últimos años sobre el mismo asunto ¹.

El 14 de enero de 1862, M. Berry, tio del astrónomo inglés Knott, no conociendo de antemano esta visibilidad, la notó observando al planeta en un pequeño telescopio gregoriano de 4 pulgadas, cuyo ocular aumentaba 160 veces. La parte oscura del disco estaba perfectamente visible y como bañada de una luz cinérea.

Otros varios observadores dieron cuenta igualmente de este fenómeno en 1862 y 1863.

El capitan Noble, cuyo observatorio está situado en el condado de Sussex (Inglaterra), le observó el 22 de febrero de 1870, vispera del dia de la conjuncion. El segmento no se extendia enteramente hasta formar semicírculo. Disminuyendo el campo visual del antejo, llegó á distinguir todo el cuerpo del planeta, pero sin que el contorno tuviera un limite neto. El cielo no estaba muy despejado.

El 5 de febrero de 1870, algunos dias ántes de la conjuncion, M. Langdon, cuyas observaciones relativas á las manchas del

¹ Véase las *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*.

planeta consignarémos en otro lugar, vió, como igualmente otras varias personas, el disco entero alumbrado por luz cinérea.

El 25 de setiembre de 1871, el astrónomo alemán Winnecke distinguió perfectamente en Estrasburgo, en mitad del día, como Andrés Mayer en 1759, el cuerpo oscuro de Vénus alumbrado por una luz débil. Era un poco ántes del mediodía. La atmósfera estaba extraordinariamente despejada.

El 22 de marzo de 1873, á las 6 y 40 minutos de la tarde, la fosforescencia del disco no alumbrado era perfectamente visible, en el anteojo acromático de 4 pulgadas de abertura de M. Elger, cuyas diversas observaciones mencionarámos tambien mas adelante.

El 19 de abril de 1873, el cuerpo entero del planeta era visible en el telescopio de espejo, de cristal plateado, de M. Langdon. La observacion tuvo lugar durante la aurora.

Yo por mi parte no he visto sino una sola vez éste mismo fenómeno, el 2 de abril de 1873, sirviéndome de un anteojo de 4 pulgadas, y áun era poco pronunciado. La impresion que me quedó fué que la visibilidad del disco no alumbrado de Vénus es debida á una reflexion difusa producida por las nubes del planeta, reflexion difusa análoga á la que nos hace distinguir un objeto blanco en medio de la noche estrellada mas profunda.

El globo tan blanco de Vénus refleja vagamente la luz estelar difundida en el espacio, miéntras que el espacio permanece absolutamente negro. Basta que esta claridad sea débilmente indicada, para que la vista continúe instintivamente el contorno del segmento y adivine el resto del globo, que sin ésto no le distinguiria.

Mas adelante verémos que este mundo se halla casi constantemente rodeado de nubes de una extremada blancura. Tal vez ellas mismas tienen alguna fosforescencia, como á veces la muestran las nuestras, sobre todo en la primavera. Acaso tambien asistimos desde aqui al espectáculo de las auroras boreales de la atmósfera de Vénus. Las nubes tan blancas que rodean constantemente al planeta, su fosforescencia posible, ó la presencia de auroras boreales, forman un conjunto suficiente de explicaciones para esta luz cinérea.

CAPITULO III

DIMENSIONES DEL PLANETA VENUS.

DIAMETRO. — SUPERFICIE. — VOLUMEN. — PESO. — DENSIDAD.

Esta brillante estrella de la tarde, que derrama su luz apacible desde lo alto de los cielos, dista mucho de ser un punto luminoso como parece á la simple vista. Sólo la distancia que de ella nos separa produce tal exigüidad. En realidad, es un globo enorme, sobre el cual podríamos andar y viajar como sobre la Tierra. La imaginacion podrá darle la vuelta, y medirle el pensamiento, si suponemos que un océano envuelve enteramente al planeta Vénus, y que lanzamos sobre sus aguas el mas rápido de nuestros vapores; mas de dos meses emplearia en dar la vuelta; por espacio de 70 ú 80 dias morderia la hélice las aguas, y la onda de la estela borbotaria contra la popa del buque en ese viaje de circunnavegacion, ántes que hubiésemos terminado nuestra travesía en derredor de ese vasto globo, apénas inferior al que habitamos.

Todas las observaciones y todos los cálculos están acordes para dar á la Tierra vista desde el Sol el diámetro de $17'',74$. Es el tamaño angular de una esfera de un metro de diámetro vista á cerca de tres leguas de distancia.

Las medidas micrométricas hechas desde hace mas de un siglo sobre el planeta Vénus, corregidas de todas las causas posibles de error, repetidas y verificadas de todas las maneras, nos demuestran que este planeta, visto á la misma distancia

que nos separa del Sol, distancia adoptada por unidad en las medidas interplanetarias, subtiende un ángulo de $16'',93$: tal es el guarismo que hallo como término medio definitivo de las últimas medidas tomadas en los Observatorios de Paris y de Greenwich.

De aqui resulta que el mundo de Vénus es algo mas pequeño que el nuestro. William Herschel halló $18'',79$; lo que le daba un diámetro algo mayor que el de la Tierra. M. Main halló á su vez un diámetro algo menor que el de Herschel, pero que sin embargo era todavía mayor que el de nuestro globo. Por espacio de mucho tiempo pues se han preguntado los astrónomos, si realmente este planeta es mas voluminoso que el nuestro. En todo caso, la diferencia no podia ser muy grande. La discusion definitiva ha dado la ventaja al mundo que habitamos. Pero nuestra superioridad no es sino sólo de algunos centenares de leguas cuadradas; y aún habria que saber si tal vez las tres cuartas partes de su superficie no son, como aqui, inhabitables á causa de la invasion de las aguas.

Con respecto á las dimensiones, Vénus es el planeta que mas se asemeja á la Tierra. Su diámetro es de $0,954$, tomando el de la Tierra por unidad, es decir, que es de $12\,000$ kilómetros: por consiguiente su circunferencia mide $9\,500$ leguas: su volúmen es igual á los 87 centésimos del volúmen de la Tierra; su superficie es mas de los 90 centésimos, es decir, que es casi igual á la de nuestro planeta. Ningun otro globo del sistema planetario podria ofrecer tal semejanza con el nuestro. Júpiter, por ejemplo, es $1\,390$ veces mas voluminoso que la Tierra; Saturno 864 veces, Neptuno 85 , y Urano 75 veces el volúmen de nuestro mundo. Todos éstos son colosos comparados con la Tierra. Por el contrario, el volúmen de Marte no es sino los 16 centésimos del de la Tierra; y el de Mercurio los 5 centésimos solamente, pues no mide, como lo hemos visto, sino unas $1\,200$ leguas de diámetro. El volúmen de la Luna no es mas que la 49^a parte del volúmen de la Tierra, es decir, un poco mas de la tercera parte del de Mercurio, y su diámetro mide 870 leguas. Por último, los mas voluminosos de los planetas minúsculos que circulan

entre Marte y Júpiter no miden sino unas 100 leguas y los mas diminutos descienden hasta un diámetro de algunas leguas solamente. Nótese pues que, entre todas esas diversidades, Vénus puede realmente apellidarse la hermana gemela de la Tierra.

Tal es el volúmen de nuestro planeta vecino. ¿Cuál es su peso? Si tuviera un satélite girando en derredor suyo, podríamos fácilmente calcularlo por la velocidad de su movimiento. Pero ¿tiene Vénus un satélite?

— Mas bien tendria dos que uno, respondian en tiempo de la regencia los astrónomos, recordando su mitología. — Probablemente no tiene ninguno, respondemos nosotros hoy. Debemos confesar sin embargo que esta carencia de satélite en Vénus no está enteramente probada, y que el objeto de esta observacion hállase aún asaz perplejo.

Fontana, uno de los mas hábiles astrónomos de su época, anunció su descubrimiento, hecho por él el 15 de noviembre de 1645. Cassini, á su vez, asegura que el 25 de enero de 1672 le observó durante mucho tiempo, y despues tambien, el 28 de agosto de 1678, sirviéndose de los grandes anteojos del Observatorio de Paris. El óptico inglés Short creyó igualmente percibirle el 3 de noviembre de 1740. En 1761, el año del pasaje de Vénus sobre el Sol, Montaigne, astrónomo de Limoges, avisó haberle hallado el 3 de mayo y seguido el 4, el 7 y el 11; y en aquel mismo año vió Scheuten el 6 de junio un punto negro atravesando el Sol. Andrés Mayer creyó tambien observarle en 1759, en Gresswalden, y el jesuita Lagrange en Marsella. Montbarron, consejero del presidial de Auxerre, le observó atentamente en los días 15, 28 y 29 de marzo de 1764. Røedkier tambien le distinguió en Copenhague, el 3 y el 4 de marzo del mismo año; y el 10 y el 11 del mismo mes Horrebow y varios curiosos hicieron en la misma ciudad observaciones análogas. — Hásele visto unas veces cerca otras léjos de Vénus, ya sin fase, ya presentando una fase correspondiente á la del planeta.

La primera explicacion que se presenta sobre este hecho curioso, es que, si ha sido tan rara vez notado desde *mas de dos siglos ha* que se observa á Vénus al telescopio, bien pudiera suceder que hubiera en esto una ilusion de óptica,

causada por la imagen secundaria que produce la doble reflexion de un objeto luminoso visto con un antejo. Mas esta refutacion no es suficiente, puesto que han visto ese punto enigmático manteniendo el planeta fuera del campo visual del instrumento.

Tan bien establecida se hallaba la certidumbre de la existencia de un satélite de Vénus, que el rey Federico II, de Prusia, muy entusiasta de los filósofos franceses, propuso que se le diera el nombre de *d'Alembert*. El ilustre geómetra se excusó por medio de una carta ingeniosa, en la cual dió así las gracias al rey: « Vuestra Majestad me hace demasiado honor queriendo bautizar con mi nombre á ese nuevo planeta. Yo no soy de talla tan elevada para figurar en el cielo como satélite de Vénus, ni de bastante vigor ya para serlo tampoco en la Tierra; y me hallo muy bien en el humilde puesto que ocupo en este bajo mundo, sin ambicionar otro en el firmamento. »

El astrónomo Lambert creyó poseer ya observaciones suficientes para calcular la órbita de este misterioso satélite. Pero como no se le ha vuelto á ver, ni en los pasajes de Vénus de 1759 y 1874, ni en las demas épocas de las conjunciones del planeta, debemos concluir que es indudablemente apócrifo.

La mas plausible explicacion que puede darse de las anteriores observaciones, es la de suponer que cuando ellas han tenido lugar, se ha encontrado detras de Vénus alguna estrella, ó un pequeño planeta. Por lo que hace á las fases, es tan difícil su comprobacion tratándose de un astro tan pequeño, que verdaderamente podríamos considerarlas como obra de la imaginacion..... á ménos de admitir que desde el siglo anterior haya desaparecido este satélite, estrellándose sobre el planeta, con grave detrimento y grande estupor de los habitantes de Vénus !!

A falta de observaciones concluyentes de un satélite, ha sido necesario pesar el globo de Vénus por medio de las perturbaciones que su atraccion hace sufrir á la Tierra, á Mercurio y á los cometas: los cálculos están acordes en probar que este planeta pesa ménos que el nuestro. Representando

por el guarismo 1 000 la masa de la Tierra, la de Vénus se representa por 787. El conocimiento de su volumen permite deducir de él la *densidad* médua de los materiales que le componen, la cual es *algo mas débil* que la de nuestro globo ($= 0,905$). Por último, la *pesantez* de los cuerpos es también *mas débil* en aquel planeta que en el nuestro; pues designando por 1 000 la intensidad de la pesantez en la superficie de la Tierra, esta misma fuerza se halla representada en Vénus por el guarismo 864. — Los habitantes de aquel mundo son algo mas leves ó ligeros que nosotros.

En resumen, vemos que Vénus y la Tierra son dos mundos notablemente parecidos, por sus elementos astronómicos como por su posición en el sistema solar.



CAPITULO IV

ROTACION DE VENUS SOBRE SU EJE. — EL DIA Y LA NOCHE EN SU SUPERFICIE. — NUMERO DE DIAS EN SU AÑO. — CALENDARIO

Este mundo, casi de iguales dimensiones que el nuestro, gira sobre su eje en 23 horas 21 minutos y 24 segundos. Por consiguiente, la duracion del dia y de la noche reunidos es alli *casi la misma que aqui*, con la sola diferencia de 35 minutos ménos.

En las regiones ecuatoriales de Vénus, como en las de la Tierra, los dias son iguales á las noches durante todo el año, siendo alli constantemente de 11 horas y 40 minutos. Pero en todas las demas latitudes, esta duracion varía considerablemente segun las estaciones, como sucede en nuestro globo, y aún mas. Al ocuparnos de la intensidad de las estaciones y de los climas de este planeta, veremos los detalles de ésto.

Cassini fué el primero que, siguiendo el movimiento de las manchas que distinguió en su disco, dedujo de él la existencia de una rotacion que sus medidas, verificadas despues por su hijo, fijaban en 23 horas y 15 minutos. Estas observaciones datan de mas de dos siglos, de 1666. Fueron hechas en Italia, ántes que Luis XIV llamara á aquel astrónomo para confiarle la direccion del Observatorio de Paris, que acababa de fundar.

Sesenta años despues, en 1726 otro, astrónomo italiano,

Bianchini, hallaba 24 *días* y 8 horas para esta misma duracion de la vuelta entera sobre su eje! Tan enorme diferencia provenia de haber observado la misma mancha que volvia á ocupar una posicion idéntica despues de un período de 25 rotaciones enteras, lo que da, por la division, 23 horas y 22 minutos para la duracion de cada una de ellas, número que se aproxima mucho al de Cassini.

A fines del siglo anterior, el astrónomo aleman Schroeter halló, por sus comparaciones, 23 horas 21 minutos y 8 segundos.

Por fin quedó el período determinado en 1841, gracias á una bella serie de observaciones organizadas bajo el ordinariamente purísimo cielo de Roma por el P. de Vico, quien le fijó en 23 horas 21 minutos y 24 segundos. Como estas observaciones se relacionan con la geografia de Vénus se hallarán sus detalles en el capítulo concerniente á esta materia.

Como el año de este planeta se compone de 224 días terrestres, cuenta 231 de los suyos propios : 231 rotaciones, ó días siderales. Pero, como lo hemos hecho notar ya al hablar de Mercurio, hay en el año un día solar de ménos que días siderales. *El año de los habitantes de Vénus cuenta pues, en último resultado, 230 días solares ó civiles.* Cada una de sus estaciones dura solamente 57 ó 58 de sus propios días.

Pero hé aquí que llegamos ya al estudio físico de este hermoso planeta, de esta estrella nuestra hermana del espacio y nuestra compañera de travesía. Apresurémonos pues á abordarle.

CAPITULO V

LAS MONTAÑAS DE VENUS

Las primeras observaciones hechas con la debida atencion han mostrado en su superficie ciertas irregularidades considerables para su volúmen, formadas por inmensas y altas sierras ó cadenas de montañas, muy superiores á nuestros Andes y á nuestras Cordilleras. Pero han sido necesarios los mas minuciosos cuidados para asegurarse de estas particularidades, y sobre todo, para computar su valor.

La principal dificultad para precisar las observaciones hechas en la superficie de Vénus vista al telescopio, proviene de la excesiva luz que nos envia, bien que no haga otra cosa que reflejarnos la que recibe del Sol. Muchas veces he observado yo que su luz produce sombra. Esta luz espléndida es muy superior á la que recibimos de Júpiter, y al telescopio, como á la simple vista, es incomparablemente mas blanca. El valor intrínseco reflectante de la superficie de Vénus es prodigioso. Para formarse de él una idea, supongamos que el Sol de mediodía lanza sus rayos perpendicularmente sobre el flanco de una montaña, y que esta superficie se halla cubierta de arena blanca. Pues bien, esta luz deslumbradora que nos fuera así reflejada aún no equivaldria á la mitad de la que Vénus nos envia.

El astrónomo Zollner ha calculado que el planeta Marte nos refleja un poco mas de luz solar de la que nos enviaria si

su superficie se hallara cubierta de arena blanca. Suponiendo que suceda lo mismo con Vénus, como este planeta está mas cerca del Sol, y recibe, en igualdad de superficie, dos veces mas luz que la Tierra, su disco debe parecer mas de dos veces mas brillante que la arena blanca iluminada de frente. La distancia no cuenta por nada en la proporcion; pues ella puede disminuir el brillo de los objetos vistos al traves de la atmósfera más ó ménos opaca, pero no le atenúa al traves del vacío.

Este excesivo resplandor de Vénus es un grande obstáculo para distinguir con claridad los detalles de su superficie, que ofusca la vista, aún reduciendo la abertura del anteojó y disminuyendo su luz. Mas aunque este planeta sea tan difícil de observar, existe sin embargo una circunstancia de su movimiento que pone en evidencia el relieve geológico de su superficie: son sus fases, análogas á las de la Luna, como lo hemos visto. Cuando pasa entre el Sol y la Tierra, nos aparece bajo la forma de un creciente ó segmento de grande dimension. Desgraciadamente no vemos su parte central, cuya observacion sería entónces de tanta utilidad; pero su borde iluminado nos diseña las irregularidades de su superficie, permitiéndonos ensayar en este planeta la observacion que ha mucho tiempo hicimos en la Luna, y que consiste en medir la altura de sus montañas.

En la Tierra, en la Luna, en Vénus, en un globo cualquiera dominado por el Sol, el círculo interior que limita una fase, la línea que orla el segmento alumbrado, diseña la region por la cual sale ó se pone el Sol. Las cimas de las montañas se iluminan, al salir el Sol, ántes que la llanura que se extiende á sus piés; y lo contrario sucede cuando el Sol se pone. Esto es lo que hace tan notable la vista telescópica de los paisajes lunares á lo largo de los meridianos situados en el límite de la iluminacion solar. En las cercanías del primer cuarto sobre todo, el borde interior de la Luna está orlado de escotaduras netas y profundas causadas por las sinuosidades del terreno, y produciendo el efecto de un admirable encaje, cuando el aumento del anteojó que se emplea para observarlas no es bastante fuerte para revelar su verdadera naturaleza. En

realidad, uno de los mas bellos espectáculos de la astronomía práctica, y al mismo tiempo, uno de los mas fáciles de procurarnos, es indudablemente dirigir un anteojo hácia el astro argentado de la noche durante las hermosas veladas que preceden al primer cuarto : maravillados nuestros ojos vén desprenderse en el cielo una média luna de plata flúida, cuya contemplacion eleva nuestra mente á mucho mayor altura que las cosas ordinarias de la vida terrestre. Ahora bien, midiendo la distancia que separa la cima así iluminada de un pico lunar del limite de la sombra, es cómo se ha podido calcular con precision la altura de todas las montañas de la Luna.

Fenómenos análogos á éstos nos presenta el planeta Vénus, si bien su grande distancia los hace difíciles de observar; y miéntras que nos ha sido posible medir las alturas de todas las montañas de la Luna, con algunos metros de diferencia solamente, no hemos podido áun distinguir sino las mas altas mesetas que erizan el suelo de aquel planeta, como el Himalaya, los Andes y los Alpes erizan el suelo de la Tierra, pero en proporciones mas considerables aún. Si el globo de Vénus fuera perfectamente liso, el límite entre el hemisferio alumbrado y el hemisferio opaco seria siempre neto y uniforme; pero sus montañas le hacen, por el contrario, bastante irregular.

Desde el año 1700, Lahire, astrónomo frances, observando á Vénus durante el dia, próximo á su conjuncion inferior, notó en la parte interior del segmento ciertas desigualdades que no podían ser producidas sino por montañas mas altas que las de la Luna. El anteojo del cual se sirvió tenia 5^m,20 de distancia focal, y aumentaba 90 veces.

En la primera mitad del siglo anterior, el pastor inglés Derham, autor de la *Teología astronómica*, hizo notar tambien que, observando el segmento iluminado de Vénus en el telescopio de Huyghens, habia visto sinuosidades y desigualdades análogas á las que observamos en la média luna.

La ciencia astronómica debe á Schróeter una excelente serie de observaciones hechas á fines del siglo pasado. Fijando su atencion en la parte del segmento inmediata á las puntas ó

cuernos, vió que éstos quedaban á veces truncados; y áun el 28 de diciembre de 1789, el 31 de enero de 1790 y el 27 de febrero de 1793, distinguió junto al cuerno meridional un punto luminoso enteramente aislado, separado por un espacio oscuro del resto del segmento. Estas irregularidades varían de forma, como es natural que suceda, segun la inclinacion

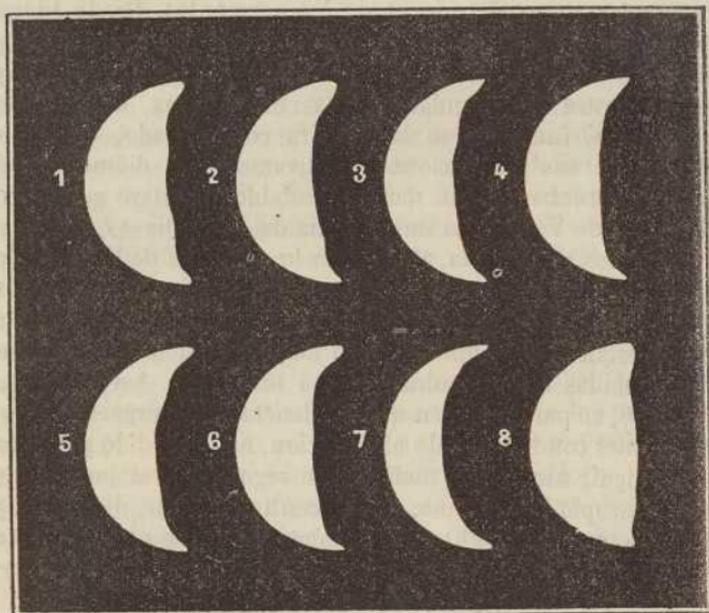


FIG. 35. — Irregularidades observadas en el contorno interior de las fases de Vénus.

de los rayos solares y el relieve del suelo. Aquí una llanura, ó un mar; allí una elevada meseta, que se interpone como un puente entre la luz y la sombra; mas allá son valles, y en otro lugar picos montañosos, recortando como una orladura variada los límites del hemisferio alumbrado. Varios de los efectos observados por Schroeter fueron tan notables, que le decidieron en seguida á concluir que las cordilleras de Vénus son mucho mas elevadas que las de la Tierra.

En los años 1833 y 1836, los astrónomos Beer y Mädler

se ocuparon especialmente del mismo asunto, logrando verificar que las curvas que orlan el segmento interior del planeta no tienen exactamente la configuración matemática que indica la teoría. Dibujaron una serie de figuras, cuyas ocho principales reproducimos aquí según sus dibujos originales. Sin entrar en detalles de observaciones y de fechas de estas ocho fases, bástenos rogar al lector que considere atentamente las líneas interiores de los segmentos. Desde luego notará una diferencia esencial entre estas líneas interiores y la curva exterior. Mientras que esta es siempre redonda y neta, la otra es irregular, y estas escotaduras, débiles en apariencia, fuertes si se las analiza con cuidado, teniendo cuenta de sus proporciones relativamente al diámetro del planeta, prueban de un modo indudable el relieve geológico del suelo de Vénus y la importancia de este relieve ¹.

Veremos en seguida, al estudiar la geografía de Vénus, que estas observaciones han sido repetidas y confirmadas muchas veces en estos últimos años. Estas irregularidades del suelo se manifiestan más fácilmente y con más frecuencia que las manchas debidas á los continentes y á los mares. Así este año de 1876, en particular, en que el planeta se ha presentado en excelentes condiciones de observación, no he podido yo llegar á distinguir ninguna mancha en su segmento, valiéndome de un telescopio muy bueno, de 20 centímetros de diámetro, y de un aumento de 400 veces; mientras que he observado en varias ocasiones las irregularidades que acabamos de men-

1. Beer y Mädler observaron una singular curvatura del cuerno meridional que correspondía con una depresión observada ya por Schroeter. El mismo hecho fué verificado después por varios observadores y muy especialmente por Flaugergues y Valz, en Francia, y por Brene en Cambridge. Pero las más curiosas observaciones sobre este punto, como sobre el examen general del planeta, fueron hechas en Roma, en 1841, por el P. de Vico y sus ayudantes. Sirviéndose de un anteojo de Cauchoix, de 6 pulgadas y un cuarto y de un aumento de 4128, lograron comprobar la existencia de un *valle rodeado de montañas*, muy semejante á los tipos de los cráteres lunares, y que medía $\frac{1}{2}$ de diámetro. El segmento era estrecho, y cerca del cuerno boreal notaron desde luego una mancha negra oblonga, que apareció en seguida orlada de una luz fuerte, y después invadió con la mitad de su anillo el hemisferio oscuro, concluyendo por formar una escotadura negra entre dos proyecciones brillantes, y presentando el aspecto de un cuerno con tres puntas. En 1857, el P. Secchi, valiéndose de un ecuatorial de 9 pulgadas, estudió en el mismo Observatorio el segmento cuando aún no tenía sino $0,4$ de ancho, y comprobó que presentaba en cierto sitio una depresión que disminuía aún su anchura.

cionar, y la dilatación de la luz en el contorno interior, debida á la atmósfera de Vénus. Lo mismo ha sucedido á los observadores de los ecuatoriales del Observatorio de Paris, y á los del poderoso telescopio de 80 centímetros del Observatorio de Toulouse.

Las medidas efectuadas sobre estas irregularidades están acordes en probar que el mundo de Vénus, aunque de iguales dimensiones que el nuestro, posee montañas mucho mas elevadas, midiendo las mas colosales hasta 44000 metros sobre el suelo mas bajo. No es cinco veces mas que nuestro Himalaya, como suelen decir los tratados de astronomía, pues sería menester comparar con ellas las alturas de las montañas terrestres medidas, no sobre el nivel del mar, sino sobre las hajas profundidades del Océano, como lo hemos hecho notar ya á propósito de las montañas de Mercurio; pero en todo caso, es una superioridad de mas del doble.

Así pues hemos visto ya que Vénus es un globo opaco como la Tierra, sin luz propia, alumbrado por el Sol, presentando diversas fases, segun su posición, de un volumen y un peso poco diferentes de los de nuestro globo, que tiene años de 224 dias, y dias algo mas cortos que los nuestros; mostrando en fin que su superficie está diversificada, como la de nuestro planeta, por montañas y valles, alturas y llanuras análogas á las que forman la base de nuestros bellos paisajes terrestres. Vamos adelante aún en el estudio de este mundo vecino, y tratémos de adivinar su geografia.

CAPITULO VI

GEOGRAFIA DE VENUS

La curiosidad y la perseverancia de los astrónomos ávidos de escudriñar los misterios del verdadero cielo han logrado levantar una punta del velo nebuloso de la atmósfera de Vénus y reconocer las mas importantes variedades del colorido de su suelo. La primera observacion de estas manchas data de mas de dos siglos, y es debida al primer director del Observatorio de Paris, Juan Domingo Cassini, ántes de su llegada á Francia. El 14 de octubre de 1666 descubrió una mancha brillante, y el 28 de abril del año siguiente observó otra. Esta última sufrió un cambio de lugar perceptible durante el periodo de las observaciones, un nuevo cambio el segundo dia, y otro el tercero. Las observaciones del 9, del 10 y del 13 de mayo, del 5 y del 6 de junio de 1667, confirmaron este movimiento, del cual dedujo el observador la duracion de la vuelta sobre su eje, ó del movimiento de rotacion, que hemos señalado ántes.

Bajo este mismo cielo de Italia, parece haber sido Bianchini muy particularmente favorecido en 1726, bien sea por la pureza accidental de la atmósfera, ó por la potencia óptica de su antejo, ó finalmente por otras circunstancias desconocidas. Este observador distinguió, hácia el centro del planeta, siete manchas que él apellidó mares, que se comunican entre sí por varios estrechos y presentan ocho diferentes promon-

torios. Dibujó sus figuras, designándolas con el nombre de un rey de Portugal, su bienhechor, y con los de los navegantes que mas celebridad habian adquirido en sus viajes, á los cuales añadió los de Galileo y de Cassini. Nuestras figuras 36 y 37 representan los dos hemisferios de Vénus segun el conjunto de las observaciones de este astrónomo. Bianchini creyó estas manchas bastante invariables y suficientemente observadas para dibujar él mismo un planisferio geográfico del planeta. Es el que reproducimos



FIG. 36. — Un hemisferio de Vénus (segun Bianchini).

en la figura 38. Mas es preciso hacer sus reservas sobre este punto, pues los instrumentos modernos, de mayor potencia óptica que los de aquella época, no muestran esas manchas tan distintamente como él las vió, y bien sea que algunas de ellas varien, ó bien que la atmósfera de Vénus se hallara en los tiempos de aquel astrónomo mas trasparente de lo que se ha mostrado despues, no se vén sino muy rara vez las manchas sombrías de aquel planeta siempre deslumbrador. Este planisferio sólo debe considerarse como un primer rudimento de la geografia de Vénus.



FIG. 37. — El otro hemisferio de Vénus.

Segun estos dibujos, las manchas grises consideradas como mares se prolongarian á lo largo del ecuador de Vénus formando tres océanos, uno de ellos casi circular, y los otros dos divididos en tres partes casi iguales. Ademas se distinguen dos manchas grises prolongadas, una de las cuales ocupa todo el polo norte (inferior) y la otra diseña un semicirculo

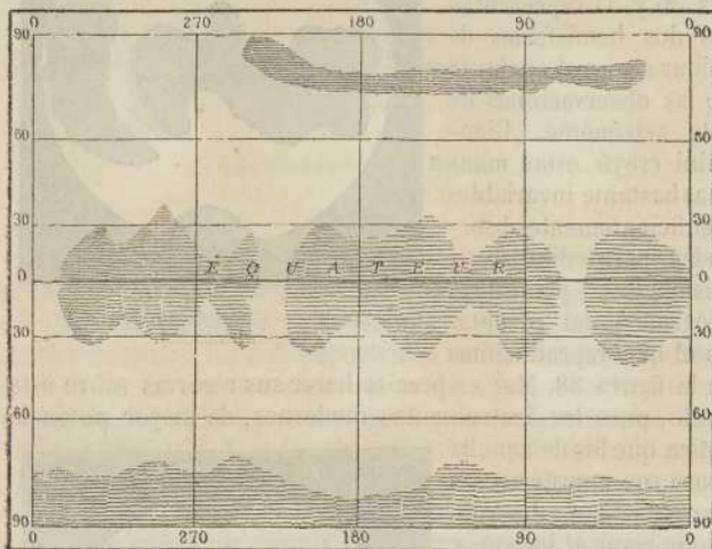


FIG. 38. — Rudimentos de un planisferio geográfico de Vénus.

alrededor del polo sur. Las manchas sombrías, en efecto, deben ser mares, porque *el agua absorbe mas la luz* que las tierras y la refleja ménos.

A fines del siglo anterior, Schrœter hizo varios dibujos del disco de Vénus; pero las manchas que en ellos se vén no recuerdan sino de muy léjos las de Cassini y de Bianchini.

En los años 1839 y 1841, el P. de Vico y los astrónomos del Observatorio del Colegio romano renovaron en la atmósfera de Roma las observaciones de Bianchini, observando principalmente durante el dia. Es muy de notar, en efecto, que las manchas de Vénus se distinguen mucho mas fácil-

mente de día que de noche, á causa de la extrema vivacidad de su brillo. Además, la observación hecha de día permite el uso del micrómetro, del cual no es posible servirse durante la noche. Estos observadores estuvieron todos acordados en sus dibujos, de los cuales hemos reproducido dos

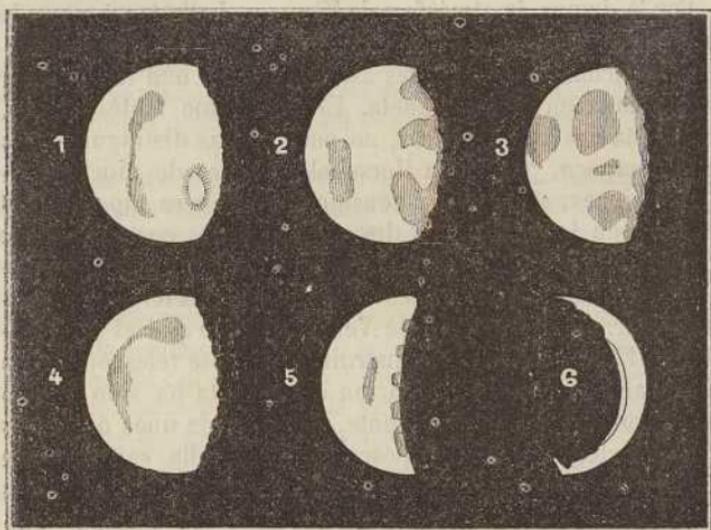


FIG. 39. — Diferentes aspectos de Vénus observados al telescopio

(fig. 39, nos 2 y 3), que ofrecen una analogía digna de atención con los de Bianchini.

Es de advertir que Domingo Cassini no logró nunca percibir al través de la atmósfera de París ninguna traza de las manchas que había observado en Italia.

La visibilidad de las manchas de Vénus depende sobre todo del estado de la atmósfera terrestre; y como la superficie de aquel planeta es muy brillante, es menester que se halle él rodeado de cierta luz para que se distingan las manchas. En Roma se las ha observado con un pequeño catalejo de 2 pulgadas solamente. En Inglaterra se las vió con un antiguo telescopio (*reflector*) que aumentaba 200 veces, el 23 de enero de 1750, al través de los resplandores rojos de una aurora

boreál, mucho mas distintamente que cuando el cielo no estaba iluminado. Yo por mi parte no he podido nunca distinguir las sino de día y con sol, dos veces solamente : en julio de 1871, en el grande ecuatorial del Observatorio de Paris, y algunos dias despues, en un telescopio Foucault de 20 centímetros.

Por lo demas, la atmósfera de Vénus se halla tan á menudo cubierta de nubes, que esas manchas son muy rara vez visibles : muchos y muy hábiles astrónomos no han logrado ver nunca nada en aquel planeta. El astrónomo inglés Dawes, cuya vista era tan perspicaz, no pudo jamas distinguir nada en él tampoco, y William Herschel, despues de muchas investigaciones, sólo llegó á consignar una ligera superioridad de brillo en los bordes del disco comparados con el círculo interior.

Hase notado que los telescopios son preferibles á los anteojos para la observacion de Vénus, y desde que el procedimiento Foucault permite construir fácilmente telescopios con vidrio argentado, la observacion del planeta ha sido mucho mas favorecida y mas frecuente. Así que, de unos diez años á esta parte, sobre todo, poseemos una bella coleccion de dibujos de este planeta, ménos detallados sin duda que los de Marte, y áun que los de Júpiter, pero al fin que satisfacen ya para nuestra instruccion. Varios de nuestros colegas de allende la Mancha, entre otros, se han dedicado á continuas y perseverantes observaciones, cuyos principales resultados tenemos gran placer de señalar aquí :

El 1º de mayo de 1871, M. Langdon, astrónomo inglés, habiendo conseguido disminuir el brillo de Vénus por medio de un diafragma de carton ennegrecido que colocó en el ocular, logró distinguir esas manchas. La fase era la de la Luna el dia siguiente al primer cuarto. Primero percibió muy distintamente una mancha oblonga, que se extendia paralelamente al borde, arqueada como él, atravesando una parte del disco y terminando en punta en sus dos extremidades. En la oriental de esta mancha oblonga, habia otra mas ancha que se le unia por uno de sus extremos. Este aspecto fué observado y dibujado en el espacio de média hora. En el nº 4 de nuestra figura 39 hemos reproducido su dibujo. *Es muy*

interesante compararle con el dibujo nº 1, que fué hecho por Casini el 14 de octubre de 1666, á doscientos cinco años de intervalo. La semejanza de las formas es curiosa.

El 6 de mayo, se veían varias manchas en la superficie del planeta, notándose principalmente una línea recta larga y sombría que atravesaba el disco, y una especie de golfo que se extendía hasta el centro.

El 13 de mayo, á las 7 y 30 m. de la tarde, había una mancha oscura, figurando una pera, y que empezaba en el lado del borde occidental extendiéndose hasta los dos tercios del disco. Esta mancha era ménos opaca que la del 1º y del 6, pero mucho mas extensa.

El 28 de julio, á las 8 de la tarde, veíanse cinco manchas oscuras como otros tantos dentellones salientes del círculo terminal del hemisferio alumbrado, y á poca distancia de ellas, otra mas larga y ovalada. Lo mas notable aquella tarde, fué que el cuerno austral (superior) del segmento era redondeado, mientras que el cuerno boreal era una punta, terminando en un ángulo agudo (V. el nº 5).

El 25 de octubre, á las 8 y 10 m. de la mañana, la observacion se hizo en día claro. En tales circunstancias, el observador pudo mejor que nunca comprobar la forma dentellada del círculo terminal, cuya desigualdad era evidente; pero lo mas extraño era que *el cuerno boreal estaba arqueado en la direccion del centro del planeta*; ofreciendo el mismo aspecto que si se hubiera cortado una muesca en el interior, y una tajada en el exterior. Por lo demas, esta punta singular es muy visible en la figura nº 6.

El 2 de enero de 1873, á las 4 de la tarde, otro astrónomo inglés, M. Elger, observando el planeta, notó una mancha muy neta que se extendía desde el limbo boreal hasta el centro.

El mismo día observaba tambien M. Langdon el planeta, distinguió igualmente esta mancha sombría semicircular que se extendía hasta el centro, y notó que el disco iluminado estaba dentellado de un modo singular.

El 20 de febrero, á eso de las 3 de la tarde, el cuerno austral era mas largo y mas puntiagudo que el boreal: *éste estaba evidentemente truncado*. El mismo día, á las 6 y média, mostró el planeta dos manchas muy visibles: una larga banda opaca, concéntrica con el borde, y una mancha aislada, no léjos del centro.

El 23 de febrero, á las 5, veíase una mancha débil pero muy neta. *El cuerno boreal estaba truncado*.

El 27 de febrero, de 3 á 4, no se vió vestigio alguno de manchas; pero á las 7, fué ya posible dibujar una mancha irregular

muy bien definida. Los dos cuernos eran agudos, pero el austral se proyectaba mas léjos.

El 28 de febrero, á las 6 y 47 m., se observó cerca del borde del planeta una mancha enteramente parecida en la forma á la que se habia visto en la tarde anterior. Junto al círculo terminal se veian tres manchitas blancas. Los dos cuernos estaban muy adelgazados, y el austral se prolongaba mas allá del semicírculo.

El 17 de abril, á las 8 de la noche, se observaban dos manchas muy brillantes en el segmento de Vénus : una en el medio, y la otra hácia el cuerno oriental, junto al círculo terminal. Estas manchas blancas producian el efecto de dos gotas de rocío, y brillaban con una luz tan alba, que la region del segmento luminoso que las rodeaba parecia opaca por el contraste.

Como he dicho anteriormente, no se ha visto ninguna mancha en 1876. Sólo hemos podido distinguir, mis amigos MM. Paul y Prosper Henry, astrónomos del Observatorio de Paris, y yo, como un rastro ó reguero ligeramente opaco á lo largo del borde interior del segmento, y raras escotaduras, pero sin que la mancha oblonga haya ofrecido nunca un carácter incontestable de autenticidad.

Estas diversas series de continuas y esmeradas observaciones nos demuestran que en el planeta Vénus existen *manchas permanentes* y *manchas pasajeras*, muy difíciles de distinguir unas de otras. Sin embargo, podemos estar seguros de que los puntos brillantes que vienen á escotar el borde del hemisferio alumbrado son cordilleras de muy grande elevacion. Tambien es indudable que *el hemisferio boreal es mas montañoso que el hemisferio austral*, puesto que el creciente ó segmento boreal es casi siempre mas irregular y mas truncado que el austral (lo cual se vé sobre todo en la figura del 25 de octubre de 1871). Las grandes manchas sombrías observadas en diferentes ocasiones, desde mas ha de dos siglos, deben representar *mares*, y las grandes manchas blancas *continentes*. Pero en la atmósfera de Vénus se forman ademas, con bastante frecuencia, y áun probablemente todos los días, como sucede en la Tierra, nubes é inmensas regiones nebulosas muy extensas, visibles desde aquí bajo la forma de manchas brillantes variadas. Y áun podemos deducir de ésto, segun el brillo peculiar del pla-

neta, y en vista de las dificultades que ofrecen sus observaciones, que el estado normal de su atmósfera es el hallarse *cargada de nubes*; de suerte que, por lo general, no vemos sino su superficie exterior, formada por estas nubes, y no el suelo mismo del astro, como le vemos en Marte y en la Luna.

Tales son nuestros conocimientos actuales sobre la geografía del mundo de Vénus. El exámen de sus condiciones de habitabilidad nos conduce ahora al estudio de su *atmósfera*. ¿Qué datos nos suministra la observacion sobre esta materia tan importante?

CAPITULO VII

LA ATMOSFERA DE VENUS

Hasta estos últimos años, podía ponerse en duda la existencia de la atmósfera de Vénus; pero hoy ya poseemos las pruebas irrecusables de la completa similitud de aquel mundo con el nuestro; y no sólo sabemos que esta atmósfera existe, sino que también hemos medido su espesor, su densidad, y aún su constitución física y química.

Las primeras probabilidades fueron suministradas en el siglo anterior por las observaciones del pasaje del planeta por delante del Sol en 1761 y 1769; pero los efectos observados entónces podían ser considerados como meras ilusiones de óptica. A fines del siglo último, notó Schröeter en una de las fases de este globo, á lo largo del borde iluminado, una luz débil que parecía denotar un efecto crepuscular. Los dibujos del mismo observador muestran unas bandas opacas que atraviesan el disco, y que indudablemente son debidas á la existencia de una atmósfera. Estas mismas bandas ó listas fueron percibidas despues, especialmente por lord Rosse, de la Rue y Buffham. Otra prueba nada dudosa de la atmósfera de Vénus habia sido deducida de la prolongación del segmento en su longitud como en su latitud, prolongación producida por la luz del Sol al alumbrar la atmósfera ó las nubes; — lo que viene á ser lo mismo, puesto que no hay nubes sin atmósfera.

Un efecto análogo al que hemos notado en Mercurio (véase fig. 27) se ha observado en las fases de Vénus: el borde interior del segmento muestra una zona gris, una penumbra, producida por el hecho de que, á lo largo de este meridiano, el Sol no alumbrá el suelo del planeta, sino sólo su atmósfera, como sucede aquí al salir y al ponerse el astro del día (véase fig. 34). Así percibimos desde aquí los *crepúsculos del mundo de Vénus*, el alba y la caída de la tarde.

Entre los astrónomos que han examinado con atención este hermoso planeta, no hay ninguno que no haya notado cuánto mas brillante es la parte exterior del segmento, la que da frente al Sol, que la curva elíptica interior que marca la línea de separación de la sombra y la luz. Esta debilitación prueba la existencia de la atmósfera de Vénus. Los rayos emanados del Sol que se reflejan en el suelo del planeta formando el borde circular del segmento, han atravesado en efecto un espesor de atmósfera menor que el que atraviesan los que llegan sobre partes más ó ménos próximas al círculo terminal.

Podría objetarse que el decrecimiento de luz observado entre el contorno exterior del segmento y el contorno interior, puede ser causado por la extensión del diámetro del Sol, segun que él está más ó ménos elevado sobre el horizonte de la zona en que se muestra la penumbra. La geometría responde categóricamente á esta suposición. Como el Sol es mas grande que Vénus, alumbrá algo mas de un hemisferio de este planeta. La línea que pasa por los dos cuernos no debe ser un diámetro del astro, sino una cuerda situada algo mas allá del centro. El diámetro del Sol, visto desde Vénus, es de 44'. De aquí resulta que, hácia la línea de separación de la sombra y la luz, hay partes del suelo alumbradas solamente por una porción casi imperceptible de este astro, mientras que otras partes reciben los rayos emanados del disco entero. Pero, calculándolo todo bien, en el globo de Vénus, los primeros de estos puntos, los que apenas son alumbrados, no deben parecer distantes de los puntos que el Sol alumbrá enteramente sino como una tercera

parte de segundo : lo cual es imperceptible. La amplitud angular en la cual se opera el decrecimiento de intensidad observado es mucho mas considerable.

La discusion de las observaciones prueba que esta penumbra no puede ser producida sino por una atmósfera que envuelve al globo de Vénus, poco diferente de la nuestra en espesor, — mas bien mas elevada que ménos.

Estas primeras medidas rudimentarias estaban ya hechas, cuando se vió la ciencia dotada con el maravilloso descubrimiento de la análisis espectral. Los astrónomos se apresuraron á aplicarle, y nosotros nos felicitamos al saber que, despues de haber leído nuestra obra sobre la *Pluralidad de los mundos*, fué cuando M. Huggins empezó, en Inglaterra, este importante estudio de las atmósferas planetarias. Las primeras investigaciones de aquel hábil astrónomo dieron los resultados siguientes (1866) :

« Bien que el espectro de Vénus sea brillante, y que se distinguan en él muy bien las rayas de Fräunhofer, no he podido descubrir allí ninguna raya adicional que revele la presencia de una atmósfera. La ausencia de estas rayas puede ser debida á que la luz es probablemente reflejada, no por la superficie de este globo, sino por nubes situadas á cierta altura. La luz que nos llegara así por reflexion sobre las nubes, no habria sido expuesta á la accion absorbente de las capas mas densas de la atmósfera del planeta. »

Estos primeros resultados nada adelantaban en la materia. Habiendo recommenzado sus experiencias en diversas condiciones, M. Huggins acabó por descubrir en este espectro ciertas rayas que añadir á las del espectro solar.

Posteriormente, las observaciones de Vogel han confirmado la existencia de estas rayas, análogas á las rayas de absorcion de la atmósfera terrestre. « Las modificaciones introducidas por la atmósfera de Vénus en el espectro solar son muy débiles, dice ; de ésto debe deducirse que los rayos solares que nos envia este planeta son reflejados en su mayor parte por la superficie de la capa de nubes que le circunda, sin penetrar en el interior. Sin embargo, hay rayas particulares, entre las cuales se reconocen las del *vapor de agua*.

Por consiguiente, puede admitirse como muy probable que la atmósfera de Vénus contiene agua, elemento tan indispensable á la vida. »

Tales son las propias expresiones del astrónomo alemán. En Italia, el P. Secchi habia hallado á su vez las líneas siguientes en el espectro del planeta :

RAYAS DE ABSORCION EN EL ESPECTRO DE LA ATMOSFERA DE VENUS

A en el rojo.....	1,72	b ² en el verde.....	5,06
B — —	2,16	x — el azul.....	5,62
C — el naranja. . .	2,50	F — —	6,27
D' — el amarillo . .	3,22	G — violáceo.....	7,98
Ɔ — —	3,51	H — —	9,40
E — el verde.	4,83	W — —	10,00

La última columna de este pequeño cuadro indica la posición de las líneas en partes del micrómetro empleado para medirlas. La conclusion ha sido que el *vapor de agua* obra en la atmósfera de Vénus para absorber la luz recibida del Sol.

Ademas, el Sr Respighi, director del Observatorio del Capitolio, en Roma, ha encontrado las rayas del ázoe.

Así pues : 1° el planeta Vénus está indudablemente rodeado de una atmósfera; 2° esta atmósfera es tan espesa ó mas espesa que la que nosotros respiramos; 3° está formada de un gas que parece análogo á la mezcla que constituye nuestro aire; 4° se halla cargada de nubes, en muy grande cantidad.

Pero prosigamos nuestro estudio : al último pasaje de Vénus se deben documentos mas nuevos y aún mas preciosos.

Como lo habiamos previsto, las expediciones efectuadas para la observacion de este importante fenómeno celeste han obtenido, fuera del objeto especial de su mision, resultados ajenos á este objeto y absolutamente inesperados. Uno de los mas importantes, y de los mas interesantes, de estos resultados es sin duda la verificacion de la existencia de la atmósfera de Vénus, su medida definitiva y su análisis química.

La primera relacion de los observadores del pasaje de Vénus concerniente á la atmósfera de este planeta, es la del

astrónomo italiano Tacchini, del Observatorio de Palermo, jefe de la mision italiana enviada á Muddapur (Bengala). En una carta escrita al ministro de Instruccion publica de Italia, el dia siguiente al pasaje, y publicada en el *Boletin* de la Sociedad de los espectroscopistas italianos, el sabio observador exponia el hecho en estos términos :

« Antes de la hora en que Vénus iba á salir del Sol, en medio de un cielo despejadísimo, examiné el espectro solar en las cercanias de la magnifica banda oscura formada por Vénus. Este espectro se presentaba en todas partes en estado normal, excepto en dos posiciones, en las cuales, despues del pasaje de la banda del planeta, se veia un ligero oscurecimiento en dos puntos del rojo correspondientes á las líneas de absorcion de nuestra atmósfera : el fenómeno parece pues ser debido á la presencia de la atmósfera de Vénus, probablemente de la misma naturaleza que la nuestra ¹.

Versados especialmente en el estudio de la análisis espectral del Sol, y acostumbrados, desde muchos años ha, á hacer diariamente esta análisis, los astrónomos italianos llevaban principalmente el designio de aplicar el espectróscopo á la observacion del pasaje de Vénus. En esta observacion, no sólo han *visto* ellos inopinadamente en un anteojo, sino que han *comprobado* en el espectróscopo la existencia de la atmósfera de este planeta vecino, y una analogia química con la que nosotros respiramos.

Miéntas que en Bengala se hacia esta observacion, en el Japon, á mil leguas de allí, tenia lugar un hecho muy diferente del anterior, pero que le confirma de un modo singular. En Saïgon, los astrónomos de la mision francesa no observaban en el espectróscopo, sino en anteojos ordinarios. Ahora bien, hé aquí lo que noto en la relacion enviada á la Academia de ciencias por el jefe de la expedicion, M. Héraud.

1. « Prima del terzo contatto », dice, « in un intervallo di cielo purissimo, esaminai lo spettro del Sole in vicinanza della magnifica banda oscura di Venere, e trovai che in tutto restava normale all' infuori di due pozizioni, nelle quali dopo passata la banda della pianeta, si vedeva ancora un lieggero offuscamento in due parti del rosso, he corrispondano alle bande nere della nostra atmosfera; il fenomeno dunque sembrerebbe dovuto alla presenza dell' atmosfera di Venere, probabilmente del genere della nostra. »

No se ha comprobado allí de la misma manera la acción de la atmósfera de Vénus sobre la luz solar; sino que se la *vió* á ella misma, esa atmósfera, directamente, y en una circunstancia igualmente inesperada. En efecto, en la relación enviada á la Academia leemos lo siguiente :

« A 21 h. 17 m., habiendo entrado ya mas de las dos terceras partes del planeta en el disco solar, noto que la parte exterior que aún no había entrado en el Sol se halla distintamente indicada por un filete luminoso pálido que, reunido con las franjas de la imagen interior, forma un círculo perfecto. Como yo no esperaba este fenómeno, no puedo notar el instante preciso de su aparición... »

¿Qué era este filete luminoso que rodeaba al planeta y dibujaba en el cielo, al lado del Sol, la parte del mismo planeta entrada ya en el disco solar? Era la misma atmósfera de Vénus alumbrada por el Sol y refractando hácia nosotros la luz del astro del día. Es la *única* explicación posible de ese fenómeno.

El hecho era igualmente señalado en Saïgon, por otro observador, M. Bonifay, cuya relación es ésta :

« A 21 h. 17 m., el contorno de Vénus exterior al disco solar se ilumina ligeramente, empezando por la parte inferior de la imagen, que permanece constantemente mas visible que la parte superior. La circunferencia planetaria aparece así completada de una manera muy visible en el cielo por este arco luminoso, que parece continuarla exactamente. Este efecto subsiste cuando el planeta avanza. Cuando se acerca el momento del contacto, se continúa viendo el borde del planeta, que permanece ligeramente luminoso... »

Es curioso notar que este fenómeno de la iluminación del contorno de Vénus no se ha reproducido á la salida del planeta. Los dos observadores que acabamos de citar, creyendo verle renovar, le buscaron en vano. ¿A qué causa será debida esta diferencia? ¿No era igualmente trasparente la atmósfera de Vénus en el meridiano oriental y en el occidental? ¿Estaba ella despojada en el primer caso (refracción visible), y cargada de nubes en el segundo? O bien, ¿es que no se

deberá la diferencia sino á la mayor oblicuidad de los rayos solares relativamente á los observadores?

Tal vez responderémos pronto á ésto. De todos modos, tales son las observaciones directas de este hecho inesperado. Pero hay mas. Miéntas que los astrónomos italianos instala-

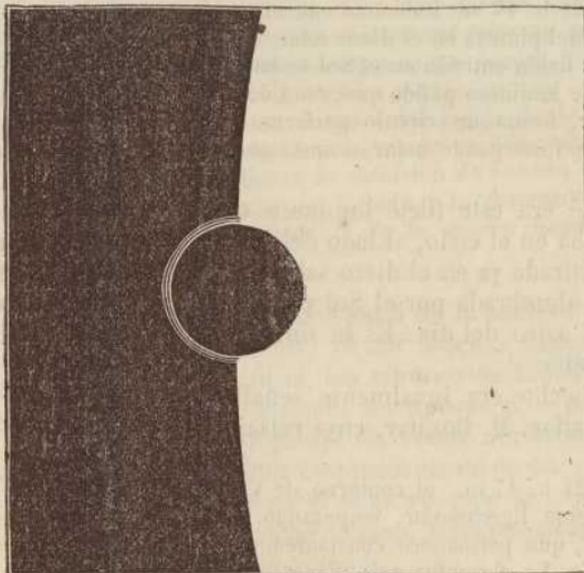


FIG. 40. — La atmósfera de Vénus, percibida en el momento de la entrada del planeta sobre el disco del Sol.

dos en Bengala y los astrónomos franceses instalados en el Japon confirmaban así la existencia de la atmósfera de Vénus, una comprobacion análoga se hacia en Egipto por los astrónomos ingleses. En Luxor, entre otras, el almirante Ommanney, el coronel Campbell y *su señora*, tenían cada uno su telescopio. Citaré aquí el pasaje de la relacion del almirante que concierne al asunto que nos ocupa, relacion publicada por la Real Sociedad astronómica de Lóndres :

« En el momento en que el planeta invadió el borde del Sol ara salir, se presentó un fenómeno notable. La porcion del disco

de Vénus que habia salido del disco solar se iluminó con una orla blanca, permaneciendo visible y muy luminosa en todo el contorno de Vénus, hasta el momento en que hubo salido la mitad del planeta. Entónces la luz disminuyó, desapareciendo como unos siete minutos ántes del último contacto externo ¹. »

De modo que, en este caso, la observacion se hizo, no ántes de la entrada, como en Saïgon, sino despues de la salida. Por lo demas, la entrada era invisible en Egipto ¿Por qué la iluminacion de la atmósfera de Vénus por el Sol, vista á la salida por los astrónomos de Luxor, no fué vista por los de Saïgon? La causa debe ser terrestre, no astronómica, y provenir del estado de nuestra atmósfera en Saïgon á la hora de la salida.

Ademas de estas tres diferentes observaciones sobre la atmósfera de Vénus, hállase una cuarta observacion, aunque algo ménos directa, en un informe posterior, el de M. Janssen, establecido en Nagasaki (Japon). Cuando el planeta llegó en contacto con el Sol, la imágen de Vénus se mostró muy redonda, bien terminada, y la marcha relativa del disco del planeta con respecto al disco solar se ejecutó geométricamente. Pero trascurrió bastante tiempo entre el momento en que el disco de Vénus aparecia tangente interiormente al disco solar y el de la aparicion del filete luminoso que se mostraba en el momento en que Vénus, habiendo entrado ya del todo, se separó del borde del Sol para atravesar el astro. « Hay en ésto, escribia M. Janssen (Academia de ciencias, 8 de febrero de 1875), una anomalía aparente que en mi concepto, *consiste en la presencia de la atmósfera del planeta.* »

Una fotografia tomada en el momento mismo en que el contacto parecia geométrico, demuestra que en realidad el contacto real y verdadero no tenia lugar aún en aquel momento. El hecho es fácil de explicar, si se supone que las capas inferiores de la atmósfera de Vénus se hallaban más ó

1. « Immediately after the internal contact for egress, a remarkable phenomenon presented itself : that portion of Venus which had emerged from the Sun's limb became illuminated with a white border, which light continued on the edge of the cusp of Venus with great clearness, until the time when a half of the planet had crossed the Sun's limb; then the light diminished and disappeared about seven minutes before the last external contact. »

ménos cargadas de nieblas ó de nubes formando pantalla. Aun en una atmósfera pura, la refraccion sola puede producir diferencias análogas.

La atmósfera de Vénus fué igualmente vista por M. Mouchez, jefe de la mision francesa de la isla de San Pablo. (En esta exposicion sigo el orden *cronológico* de los documentos recibidos : éste no ha sido publicado sino en el *Acta* del 15 de marzo de 1875.)

« Un cuarto de hora despues del primer contacto, cuando la mitad del planeta se hallaba aún fuera del Sol, se vió de repente el disco entero de Vénus, dibujado por una pálida aureola, mas brillante junto al Sol que en lo alto del planeta.

» A medida que Vénus iba entrando en el disco solar, las dos extremidades mas visibles de la aureola tendieron á reunirse envolviendo con una luz mas viva el segmento exterior aún del planeta; y esta reunion anticipada de los cuernos por un arco de círculo luminoso se completó aún por medio de un pequeño ribete de luz muy brillante que terminaba la aureola en el disco de Vénus.

» Durante casi todo el tiempo empleado en el pasaje, el planeta se mostraba bastante negro y algo violáceo, miéntras que una aureola de un amarillo muy pálido le rodeaba sobre el disco del Sol. »

El mismo hecho de la visibilidad de Vénus fuera del Sol se produjo para los astrónomos instalados en Windsor (Nueva-Gáles del Sur). En efecto, en los *Astronomische Nachrichten* del 4 de marzo de 1875, n° 2027 (Schreiben des Herrn J. Tebbutt an den Herausgeber), hallo un pasaje característico cuya traduccion es ésta :

« Ninguna parte del planeta pudo distinguirse ántes de la entrada, dirigiendo el telescopio hácia el punto en que debia él hallarse diez minutos ántes de aquel momento. La observacion fué muy precisa. Pero cuando el planeta hubo entrado hasta la mitad de su disco en el disco solar, la otra mitad que aún estaba fuera del Sol se dibujó por medio de una curva de luz gris, del espesor de ménos de un segundo de arco. Este halo aumentó gradualmente, tanto en extension como en brillo, hasta que el borde exterior de Vénus llegó en contacto con el del Sol. Sin embargo,

el planeta proyectado en el disco solar no apareció rodeado de ningún halo, ni de ninguna penumbra. No pudo descubrirse en el ningún punto luminoso, ni ninguna apariencia de satélite. »

Esta iluminación de la atmósfera de Vénus fué igualmente visible á la salida. Hé aquí los detalles :

h. m. s.

- A 3.53.15 Vénus llega en contacto con el borde del Sol.
 3.55.38 Distinguese el borde salido *débilmente alumbrado*.
 3.59.58 La parte boreal del limbo de Vénus que ha salido del Sol es *muy luminosa*; la parte austral lo es ménos.
 4. 9.28 La claridad boreal es aún visible, la austral no lo es ya.
 4.11.58 El disco de Vénus es absolutamente invisible fuera del Sol, en el fondo oscuro del cielo.
 4.22.43 Ultimo contacto del planeta con el Sol.

En Pekin, el astrónomo americano Watson observó este mismo fenómeno del anillo atmosférico ciñendo al planeta en todo su contorno exterior al Sol.

La inesperada observacion de esta corona de luz ha sido objeto de una discusion especial en la Real Sociedad astronómica de Londres, en su sesion del 14 de mayo de 1875. En aquella sesion, M. Russell, astrónomo del gobierno en Sydney, se expresó sobre este asunto en los términos cuya traduccion abreviada dice así : Inmediatamente despues de la entrada de Vénus, se vió aparecer un sutil anillo de luz *diseñando la circunferencia del planeta*, en derredor de la parte del disco que no habia entrado aún en el Sol. Todos los observadores le valoraron en un segundo de ancho, con corta diferencia. Varias pruebas fotográficas muestran una línea tenue argentada orlando el planeta.

En este anillo de luz, nótase un ensanche, como una manchita, que se halla hácia *el sitio del polo* del planeta. Un ayudante que miraba el pasaje, y que no habia notado el anillo, notó sin embargo esta mancha luminosa hácia el polo. Los mejores dibujos de este ensanche del anillo luminoso fueron hechos en una estacion elevada 2 200 piés sobre el nivel del mar, valiéndose de un ecuatorial de cuatro pulgadas y média, y en una atmósfera tan clara, que el borde del Sol era de una nitidez perfecta.

En estas fotografías de la Australia se evidencia que la parte del disco de Vénus que era visible fuera del Sol, debia esta visibilidad al anillo de luz que la rodeaba, y no á un contraste que

existiera entre esta parte del disco y el cielo de alrededor. Indudablemente este anillo era producido por la refraccion de los rayos solares al traves de la atmósfera de Vénus. La region mas brillante que se distingue junto al polo del planeta ofrece un particular interes, tanto mas, cuanto que ha sido observada por diferentes astrónomos, con entera independendencia unos de otros. Ella sugiere desde luego la conclusion de que la atmósfera de Vénus posee una potencia de refraccion mayor en aquellas regiones frias polares, produciendo mayor extension del crepúsculo visible para nosotros entónces bajo la forma de una línea brillante.

A todas estas comprobaciones añadiremos la observacion que acaba de hacer en América el profesor C. S. Lyman, de *Vénus bajo la forma de un anillo luminoso*.

En el momento de la conjuncion inferior de Vénus en 1866, el autor habia visto ya al planeta bajo la forma de un anillo luminoso muy delgado : habia seguido atentamente, y dia por dia, su segmento á medida que se iba aproximando al Sol, comprobando que las dos extremidades de este segmento se habian prolongado y extendido gradualmente mas allá de un semicírculo; que despues habian llegado á las tres cuartas partes del círculo, *acabando por encontrarse* y formar un anillo luminoso.

Ninguna ocasion se habia presentado despues para repetir estas observaciones, hasta el dia del pasaje de Vénus. El 8 de diciembre de 1874, hallándose Vénus nuevamente muy próxima al Sol, el autor logró descubrir el tenue anillo argentado que rodeaba su disco, aún cuando el planeta no distaba del borde del Sol sino un semidiámetro de éste. Eran las cuatro de la tarde, ó algo ménos de cinco horas ántes de principiar el pasaje. La parte del anillo mas próxima al Sol era la mas brillante. En el lado opuesto, el filete de luz era mas oscuro y de un colorido ligeramente amarillento. En el borde, al norte del planeta, á 60 ú 80 grados del punto opuesto al Sol, el anillo en un corto espacio era mas débil y en apariencia mas estrecho que en las demas partes. Una aparicion semejante, pero mas marcada, se habia observado en el mismo limbo en 1866.

El dia siguiente al pasaje (10 de diciembre), el segmento

de Vénus se extendía á mas de las tres cuartas partes de un círculo; viéndosele en el ecuatorial con una nitidez perfecta. Aquel día y los dos siguientes, se tomaron medidas en el micrómetro para determinar la extension de los cuernos, y la refraccion horizontal de la atmósfera que la produce. Hé aquí los resultados precisos de estas observaciones. Cada uno de ellos es el término medio del número de las medidas separadas indicado en la última columna.

Fechas.	h. m.	Distancias de los centros de la Tierra y de Vénus.	Extension del segmento.	Refraccion horizon- tal de la atm. de Vénus.	Número de las observ. de los cuernos.
8 diciembre á	3. 0 tarde.	0°30',6	360°		
10 —	11. 36 mañana.	2°31',7	279°28'	46',6	4
11 —	10. 16 —	4°02',5	233°15'	43',0	6
11 —	2. 40 tarde.	4°20',4	231°46'	45',5	15
12 —	2. 45 —	5°58',3	215°21'	42',9	22
Término medio :					44',5

Estas observaciones dan por término medio 44',5 para la refraccion horizontal de la atmósfera de Vénus. Las observaciones del autor, en 1866, habian dado 45',3.

Las primeras investigaciones de este género fueron hechas por Schröter. El 12 de agosto de 1790, halló él ya los cuernos prolongados mas allá de su límite geométrico, deduciendo de aquí la existencia de una atmósfera algo ménos refractante que la nuestra. Pero ésto no era mas que un ensayo. Mas de medio siglo despues, en el mes de mayo de 1849, Mädler tomó una serie de medidas muy precisas, y halló que los cuernos del segmento se prolongaban hasta 200 y aún 240 grados, en vez del semicírculo, ó de 180 grados, límite geométrico del hemisferio alumbrado. Concluyó por 43',7.

Aplicando á estas medidas la correccion del suplemento del ángulo (que no han hecho los autores), se halla que la refraccion horizontal de la atmósfera de Vénus deberá elevarse al guarismo de 54'. Siendo la de la atmósfera terrestre de 33', resulta de aquí que la densidad de la atmósfera de Vénus, en la superficie de este planeta, está representada por el número 1,890, designando por 1,000 la de nuestra atmósfera.

La atmósfera de Vénus es por consiguiente casi dos veces

mas densa que la nuestra. La refraccion de la atmósfera que, para nosotros, eleva el disco del Sol sobre el horizonte, mientras que aún se halla debajo, y que eleva todos los astros sobre su posicion real, es todavía mayor en Vénus que aquí, y prolonga algo mas la duracion del día.

El aire que se respira en aquel mundo no difiere mucho, fisica y químicamente, del que nosotros respiramos. Se halla ademas impregnado, como el nuestro, de vapor de agua, y las variaciones de temperatura producen allí nubes, corrientes atmosféricas, vientos, lluvias, en una palabra, un régimen meteorológico que ofrece grandes analogias con el nuestro.

Acabamos de dar á conocer los resultados físicos de la observacion del último pasaje de Vénus, sin ocuparnos de estos pasajes considerados en si mismos. Importa sin embargo decir algo de ellos.

CAPITULO VIII

LOS PASAJES DE VENUS DELANTE DEL SOL

Como Mercurio, Vénus también pasa de vez en cuando entre el So y la Tierra, apareciendo entónces bajo la forma de un punto negro que atraviesa lentamente el disco solar del este al oeste. Estos pasajes pueden verse á la simple vista (sirviéndose naturalmente de un vidrio ahumado para no ofuscarla), pues el disco de Vénus presenta entónces un diámetro de $63''$ ó de $1'$, miéntras que los de Mercurio no es posible verlos ¹. Pero, aunque puedan verse estos pasajes á la simple vista, no parece que los haya visto nunca nadie ántes de la invencion de los anteojos. Esto se explica fácilmente. Para ver á Vénus entónces en el disco del Sol, es preciso buscarle allí expresamente, y por lo tanto, es menester saber con anticipacion que va á pasar. Ahora bien, no se han calculado previamente los pasajes de Vénus sino despues de haber sido inventados los anteojos, y que se ha conocido su utilidad en la solucion del problema relativo á la distancia del Sol ².

1. Durante la última observacion del pasaje de Vénus, el 9 de diciembre de 1874, los astrónomos ingleses instalados en las islas Sandwich se hallaban rodeados de indígenas de ámbos sexos, quienes seguian con la mayor curiosidad las fases del fenómeno valiéndose de vidrios ennegrecidos. Se les habia inculcado la idea de que era la estrella *Hokukaa* la que debia pasar sobre el Sol, y como ya el pasaje de 1769 habia sido observado allí mismo por el capitán Cook, habian conservado la tradicion, y se mostraban particularmente interesados en este raro fenómeno celeste.

2. Sin embargo, al salir ó al ponerse el Sol, ó bien, por entre la niebla, podria

Quando se representan la órbita de Vénus y la de la Tierra trazadas alrededor del Sol como centro, parece que Vénus debiera mostrarse *delante* del Sol cada vez que pasa *entre* él y nosotros. Como no emplea mas que ocho meses en efectuar su traslacion alrededor del astro radiante, y la Tierra invierte un año en efectuar la suya, parece que este fenómeno no debiera ser raro. Es verdad que, cada 584 dias, pasa el hermoso planeta entre el Sol y nosotros, pero un poco mas arriba ó un poco mas abajo del disco solar, y por eso no se proyecta sobre él, permaneciendo invisible. Para que el planeta pase justamente delante del disco solar, es preciso que los centros de los tres astros Sol, Vénus y Tierra, se hallen en una misma línea recta. Ahora bien, en virtud de la disposicion de las órbitas de los dos planetas, este hecho no tiene lugar ni siquiera dos veces en cada siglo.

La combinacion del movimiento de la Tierra y del movimiento de Vénus en sus órbitas respectivas hace que el planeta no pueda pasar delante del Sol sino en los singulares intervalos de *ciento trece años y medio, más ó menos ocho años.*

Hé aquí las fechas de los pasajes de Vénus desde la invencion de los anteojos hasta el siglo *trigésimo* de la era cristiana. Nótese que los astrónomos no pecan de desprevenidos, sino que, gozando del privilegio de leer en el porvenir como en el tiempo pasado, procuran sacar partido de esta ventaja.

verse a Vénus sobre el astro radiante sin buscarle, como una manchita negra muy redonda. Los Chinos han observado á la simple vista un gran número de manchas solares, especialmente desde el año 301 de nuestra era hasta el año 1205. En Europa, Conrado Lycosthène habla en su *Libro de los prodigios*, de un pasaje de Mercurio observado el año 778 de nuestra era, y una Historia de la vida de Carlomagno señala una observacion hecha en marzo del año 807, de Mercurio visto sobre el Sol por espacio de ocho dias. Mercurio debe de quedar aquí descartado, puesto que sus pasajes no pueden verse á la simple vista, y que sabemos (véase el libro I) que no se conocia aún entónces el catalejo. Quedan pues las manchas del Sol, y tal es indudablemente el caso de la última observacion de ocho dias. Queda tambien Vénus, que *puede* haber sido vista alguna vez como mancha solar.

CUADRO DE LOS PASAJES DE VENUS

Años.	Días.	Fase central.	Duración.
		h. m. s. ¹ .	h. m.
1631.....	6 diciembre.....	17.28.49	3.10
1639.....	4 —	6. 9.40	6.34
1761.....	5 junio.....	17.44.34	6.16
1769.....	3 —	10. 7.54	4. 0
1874.....	8 diciembre.....	16.16.06	4.11
1882.....	6 —	4.25.44	5.57
2004.....	7 junio.....	21. 0.44	5.30
2012.....	5 —	13.27. 0	6.42
2117.....	10 diciembre.....	15. 6.37	4.46
2125.....	8 —	3.18.40	5.37
2247.....	11 junio.....	0.50.23	4.16
2255.....	8 —	16.53.56	7.12
2360.....	12 diciembre.....	13.59. 9	5.25
2368.....	10 —	2.10. 2	4.59
2490.....	12 junio.....	3.58.35	2. 4
2498.....	9 —	20.21. 2	7.33
2603.....	15 diciembre.....	12.54.16	5.53
2611.....	13 —	4.11.12	4.30
2733.....	15 junio.....	7.23.56	breve.
2741.....	12 —	23.43.59	7.46
2846.....	16 diciembre.....	11.53.15	6.14
2854.....	14 —	0.13.29	3.48
2976.....	17 junio.....	19.23.30	brevisima.
2984.....	14 —	3. 2.22	7.52

Vése pues que el pasaje de diciembre de 1631 fué seguido ocho años despues por el de diciembre de 1639. El que siguió á éste tuvo lugar en el mes de junio de 1761, es decir, ciento trece años y medio, mas ocho años, ó sea, ciento veintiu años y medio despues. El siguiente ocurrió al cabo de otros ocho años, en junio de 1769. Para obtener ahora la fecha de un nuevo pasaje, es menester añadir á la fecha anterior ciento trece años y medio *ménos* ocho años, ó ciento cinco años y medio, lo que corresponde á diciembre de 1874. Es el último pasaje que ha tenido lugar. El próximo llegará ocho años despues, en diciembre de 1882. Despues no habrá ya pasaje ninguno de Vénus ante el Sol sino cuando haya trascurrido un nuevo intervalo de ciento trece años y medio *mas* ocho años, ó de ciento veintiu años y medio, es decir, en el mes de junio del año 2004, el cual será seguido de otro, ocho años despues, en el mismo mes de junio del año 2012, y así sucesiva-

4. Hora astronómica, contada á partir del mediodía.

mente. Además de la combinación de guarismos que precede, es de notar también que se repiten en cada período de 235 años. Así

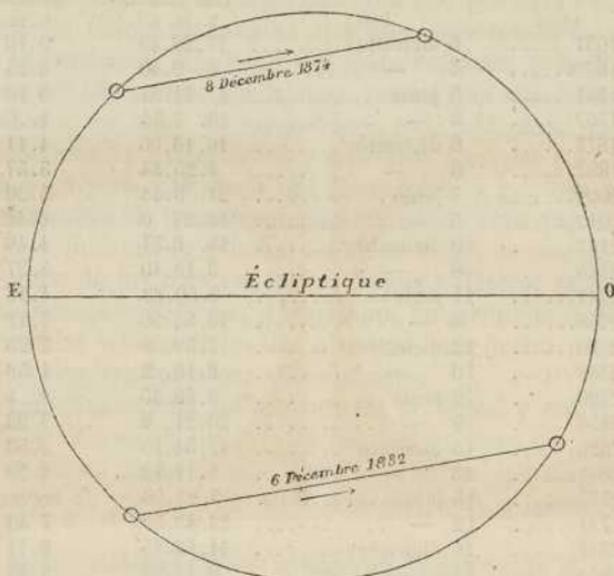


FIG. 41. — Los pasajes de Vénus delante del Sol, en 1874 y 1882.

el pasaje de 1639 ha vuelto en 1874, el de 1769 volverá en 2004, etc. Al mismo tiempo se vé que tienen lugar siempre en junio ó en diciembre.

Como lo hicimos para los pasajes de Mercurio, hemos representado en nuestra figura 41 las líneas que indican la marcha seguida por el planeta sobre el disco solar durante los dos pasajes de nuestro siglo.

Las expediciones astronómicas esparcidas en la superficie del globo para estudiar el pasaje de 1874 están todas acordes en valuar la paralaxi del Sol en $8'',87$, lo cual, como lo hemos visto anteriormente, demuestra que la distancia que nos separa de este astro es de 148 millones de kilómetros.

La fotografía ha prestado los mayores servicios á la astronomía en esta circunstancia: y aún puede decirse que á ella es debida en gran parte la precisión de los resultados. Los astrónomos convertidos en fotógrafos han logrado sacar en las cuatro horas que duró el pasaje de Vénus, algunos miles de fotografías del Sol,

representando el pequeño disco del planeta tomado súbitamente en todos los instantes de su travesía. La figura 43 reproduce una de estas fotografías, sacada por la comisión francesa instalada en la isla de San Pablo. Está dibujada en el tamaño exacto de la fotografía directa.

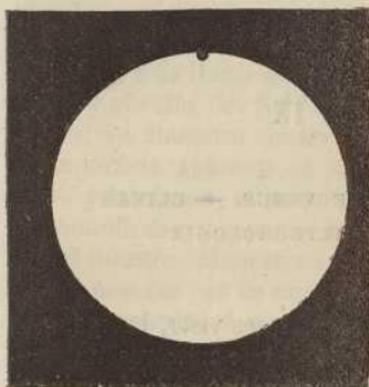


Fig. 42. — Vénus entrando en el Sol, el 8 de diciembre de 1874.



Fig. 43. — Fotografía del pasaje de Vénus delante del Sol.

El próximo pasaje de Vénus se verificará el 6 de diciembre de 1882, por la tarde. Será visible en Francia y en la mayor parte de la Europa.

En el capítulo anterior hemos expuesto y discutido los resultados físicos de la observación del último pasaje. Continuemos ahora nuestro estudio del mundo de Vénus, y tratémos de darnos cuenta del estado de la vida en su superficie.

CAPITULO IX

LA VIDA EN EL MUNDO DE VENUS. — CLIMAS Y ESTACIONES. — METEOROLOGIA

El planeta Vénus presenta, como hemos visto, los mas patentes caracteres de semejanza con el que nosotros habitamos. Casi las mismas dimensiones; el mismo peso, la misma densidad; la misma pesantez en la superficie; la misma duración del dia y de la noche; la misma atmósfera, las mismas hubes, las mismas lluvias; los años, las estaciones, el relieve geológico, tampoco ofrecen allí diferencias bien marcadas : en una palabra, Vénus presenta mayor semejanza con la Tierra que ningun otro mundo de la familia solar. Imposible sería formar en todo el sistema ninguna otra pareja de planetas tan semejantes. Urano y Neptuno se parecen entre sí bajo muchos conceptos, pero difieren enormemente en otros sentidos. Júpiter y Saturno son realmente los dos hermanos gigantes de la familia solar; así como los pequeños mundos de Marte y Mercurio ofrecen entre sí grandes analogias; pero nunca podriamos hallar entre esos mundos los numerosos puntos de semejanza que caracterizan á Vénus y á la Tierra; existiendo, por el contrario, entre ellos mas diferencias reales y efectivas que verdaderas similitudes. A Vénus no le falta mas que un satélite para parecerse enteramente al mundo que habitamos; y si (como creen algunos haberlo observado) tuviera él verdaderamente un satélite, el planeta

Vénus y la Tierra serian sin duda alguna los dos mundos mas semejantes del universo entero.

¿ Será pues Vénus una tierra enteramente idéntica á la que habitamos, con los mismos paisajes, los mismos mares, las mismas playas, la misma naturaleza, las mismas plantas, los mismos animales, la misma humanidad? — No; pues si abordamos á aquel planeta, hallamos ciertas diferencias esenciales, principalmente en su meteorología.

Lo que mas llama nuestra atencion desde luego, es el tamaño y el calor del Sol. El sol del cielo de Vénus tiene, en efecto, un diámetro un tercio mas extenso que el nuestro, y su superficie aparente, á la cual corresponde su valor calorífico y luminoso, es mayor que la de nuestro sol en la proporcion de diez y seis á nueve. Un sol semejante, comparado con el nuestro, abrasaría sus regiones ecuatoriales, si se hallaran dotadas con la misma vida que las nuestras. Pero sus regiones templadas, ¿ no podrían disfrutar de un clima análogo al de nuestra zona tropical? y sus zonas polares ¿ no corresponden á nuestras zonas templadas, pudiendo así ser morada de las razas mas activas y mas emprendedoras de la humanidad de aquel planeta?

Así, en efecto, podría suceder, si las estaciones de Vénus tuvieran la misma intensidad que las nuestras, es decir, si su eje de rotacion se hallara inclinado como el nuestro sobre el plano en el cual se mueve. Pero, segun resulta de un gran número de observaciones, la inclinacion difiere mucho de la nuestra, pues el eje está casi tendido, formando su ecuador un ángulo de 55 grados con aquel plano ¹. De aquí resulta una complicacion extrema en la distribucion de la temperatura y de los climas en la superficie de este planeta. (Las antiguas observaciones de Bianchini habian indicado 75 grados para este último ángulo; pero las medidas modernas de Vico le valúan con mayor probabilidad en 55 grados.) Las

1. Para formar idea de esta inclinacion, rogamos al lector que vea en el capitulo de la Tierra la lámina III, que representa la traslacion de la Tierra alrededor del Sol. El eje de rotacion de Vénus está aún mas inclinado que el de la Tierra, representado en aquella lámina; el polo se halla aún mas tendido sobre el plano; de suerte que en el solsticio de estío está todavía mas directo hácia el Sol, y en el solsticio de invierno aún mas hundido en la noche.

estaciones de Vénus son mas intensas y mas rápidas que las nuestras : sólo duran cada una 56 dias.

Las regiones polares de este globo deben extenderse hasta á 35 grados de su ecuador, asi como las regiones tropicales deben extenderse tambien hasta á 35 grados de los polos; de modo que dos zonas, mucho mas anchas que nuestras zonas templadas, se invaden constantemente la una á la otra, perteneciendo á la vez á los climas polares y á los climas tropicales. ¿Cuál de estas zonas es mas apropiada á la mansion de la vida?

Los habitantes de las regiones próximas al uno y al otro polo están expuestos á soportar alternativamente los mayores extremos de calor y de frio. En el verano, gira el Sol continuamente alrededor del polo, elevándose en espiral y brillando con una intensidad de calor y de luz casi dos veces mas elevada que la que nos envia á nosotros. Sólo durante un brevisimo espacio de tiempo, en otoño y en la primavera, sale y se pone el Sol en aquellas regiones. Un dia de primavera ó de otoño, como uno de nuestros dias en estas estaciones, dura doce horas; pero el Sol no se eleva al mediodia en esas fechas sino sólo algunos grados sobre el horizonte. Este decremento de la duracion del dia es signo precursor de un invierno terrible que va á durar tres meses, y cuyo frio será mucho mas intenso y mas rudo que la larga noche invernal de nuestras propias regiones polares; pues en nuestras comarcas circumpolares, se acerca el Sol al horizonte todos los dias á la hora que corresponde al mediodia, sin elevarse sobre él y sin mostrarse, es verdad, pero sin embargo enviando cierta cantidad de luz y de calor cuya influencia se hace sentir; miéntras que, durante la mayor parte de la larga noche de las regiones polares de Vénus, el Sol no se aproxima nada al horizonte, permaneciendo debajo á muy grande distancia. Por consiguiente, á no ser que el cielo polar de Vénus esté alumbrado por auroras boreales, la mas completa oscuridad deberá reinar durante aquel invierno glacial, aumentando aún sus horrores. Es evidente que ninguna de nuestras razas humanas podria soportar las tremendas alternativas de negros frios y de calores tropicales que se suceden allí cada cuatro meses.

Pero ¿ es que las regiones ecuatoriales son mas favorecidas?

En estas regiones hay cada año dos veranos, que corresponden á la primavera y al otoño de las regiones polares. En esas estaciones, se eleva el Sol cada dia casi al zenit, y la temperatura excede allí á la que existe en nuestras regiones tropicales. Pero entre estas estaciones pasa el Sol alternativamente al norte y al sur del ecuador. En la época que corresponde al estío, un habitante colocado en el límite de la zona ecuatorial vé al Sol dando vueltas sobre el horizonte durante 23 horas y un cuarto, ocultándose solamente algunos minutos, sin noche, porque la fuerte refraccion de la atmósfera de Vénus eleva el astro del dia casi hasta el horizonte. En la época opuesta, es decir, en invierno, no sale el Sol sino por algunos minutos, permaneciendo en su ocaso, oculto constantemente. Tal situacion nos da la siguiente sucesion de estaciones, asaz curiosa y original :

En el equinoccio de primavera, un verano mucho mas caluroso que nuestros ardores tropicales : 56 dias despues, en el solsticio de estío, un tiempo análogo á la primavera de nuestras regiones templadas, con la diferencia de que la noche es allí muy corta; al cabo de otros 56 dias, un segundo verano tan ardiente como el primero, que llega al equinoccio de otoño; por último, en el solsticio de invierno, los dias son mas cortos y el frio talvez no ménos intenso que hácia nuestros círculos polares. Estas variaciones son caprichosas; pero para sufrirlas sin detrimento, es preciso que los seres vivientes estén allí organizados de diferente modo que nosotros. Por último, las anchas zonas que se extienden entre las dos anteriores, y que son á la vez tropicales y polares, tienen climas intermedios de los dos límites que acabamos de señalar. Ora se habite junto á las regiones ecuatoriales, ora en las regiones polares, siempre habia que sufrir muy fuertes alternativas de calor y de frio, de sequía y de lluvia, de vientos y tempestades.

Si tomamos á la Tierra por término de comparacion, el Sol llega en verano hasta encima de Syena en Egipto, ó de Cuba en América. Por lo que hace á Vénus, la oblicuidad es

tal que el Sol alcanza en verano latitudes mas elevadas que las de Bélgica, y aun que las de Holanda : 55 grados ; resultando de ésto que los dos polos, expuestos alternativamente á un Sol casi vertical y que no se pone (y ésto á ménos de cuatro meses de distancia, pues el año de este planeta no cuenta ocho meses), no pueden dejar acumular la nieve y los hielos. Las nieves se derriten allí súbitamente, y la primavera pasa como un sueño. No hay zonas templadas ; la zona tórrida y la zona glacial, invadiéndose mutuamente, reinan alternando en las regiones que componen las dos zonas templadas en nuestro planeta. De aqui provienen las agitaciones atmosféricas constantemente sostenidas, y que, por lo demas, son enteramente conformes á lo que la observacion nos enseña acerca de la difícil visibilidad de los continentes de Vénus al traves del velo de su atmósfera, atormentada sin cesar por las tan rápidas variaciones de la altura del Sol, y por los trasportes de aire y de humedad debidos á la influencia del excesivo ardor de los rayos de este astro.

Natural resultado de todas estas singulares circunstancias son las estaciones y los climas mas violentos y mas variados que los nuestros. Las agitaciones de los vientos, de las lluvias y de las tormentas deben exceder á todo cuanto aqui vemos y experimentamos. Las estaciones de este planeta no se parecen á las de la Tierra y de Marte ; su atmósfera y sus mares sufren una continua evaporacion y una incesante precipitacion de lluvias torrenciosas, y las nubes que cubren su cielo no permiten distinguir sino muy rara vez el suelo geográfico del planeta. Por lo demas, estas nubes, extendiendo casi constantemente su velo bajo la luz solar, tienen por resultado bajar la temperatura média del mundo de Vénus ; de suerte que debe ella diferenciarse poco de la de la Tierra.

Hagamos notar aqui el inmenso poderio de los simbolos matemáticos, y cuán exacta es la asercion de Pitágoras, de que los números gobiernan el mundo. Un cosmógrafo se afanará enumerando todo cuanto las estaciones de la Tierra ó de Marte ofrecen de particular ; mostrará las dos regiones polares de estos planetas, alternativamente cubiertas de nieve y sucesivamente devueltas á la vegetacion y á la vida. Dirá cuál es la duracion de los dias en

cada clima. Para decir todo ésto, el matemático no necesita mas que un número. Así, por ejemplo, cuando al lado del nombre del tercer planeta, la Tierra, ha inscrito el ángulo $23^{\circ}27'$, todo se halla comprendido en este número : estaciones, climas, duracion de los días, aspectos celestes, vegetacion, vida animal, sin contar otras muchas influencias que el ingenio del hombre no ha descubierto aún.

En resúmen, bajo el punto de vista de las estaciones y de los climas, el planeta Vénus se halla en una situacion mas pronunciada que el nuestro : es la mayor diferencia que distingue á los dos mundos; pues, como hemos visto, su volumen, su densidad, la pesantez en su superficie, la duracion del día y de la noche, son allí casi lo mismo que aquí; sólo su atmósfera es mas densa y está mas cargada de nubes.

Las investigaciones geográficas que se han hecho en su estudio, están suficientemente acordes para revelarnos que sus mares se extienden principalmente á lo largo del ecuador, y que mas bien son mediterráneos que vastos océanos; los extremos de calor y de frio son allí templados por la influencia de aquellas aguas, y es de creer que sus regiones mas favorecidas son las costas de esos mares internos. Allí sin duda es donde viven las naciones mas florecientes de aquel planeta. Sus mares carecen de flujo y reflujo, porque no hay allí luna que los produzca, siendo sólo la atraccion del Sol la que causa débiles mareas diurnas; pero sus olas, como las nuestras, son tambien agitadas por el viento... Los efectos de luz y de sombra que allí se admiran, las coloraciones de las nubes al ponerse el Sol, las brisas undulantes de la tarde, el plañido del viento en los bosques, el murmurio de los arroyos, finalmente, los mil rumores de la vida, deben de ostentar allí panoramas, situaciones, escenas que ofrezcan intimas armonias con los paisajes terrestres y marítimos de nuestro planeta.

CAPITULO X

LOS HABITANTES DE VENUS. — ANALOGIAS ENTRE ESTE PLANETA Y EL NUESTRO. — LA MORADA DE VENUS. — EL CIELO Y LA TIERRA VISTOS DESDE AQUEL MUNDO.

La raza superior que ejerce en aquel planeta el dominio de la inteligencia, y en cuyo seno se ha encarnado el alma racional, difiere probablemente de la nuestra en la forma, pues desciende zoológicamente de las especies animales que la han precedido en aquel mundo, y ha conservado su forma orgánica general. Sin embargo, como la intensidad de la pesantez es la misma en Vénus que en la Tierra, y como la respiración ha desempeñado allí tambien el principal papel, la especie humana de aquel planeta puede diferir ménos de la nuestra que la que habita en Marte, la cual debe de hallarse dotada de un modo de locomoción enteramente distinto del que nosotros poseemos. Lo que mas se diferencia es el clima. Pero en la Tierra misma tenemos ya tan notables diversidades de climas, que si por los viajeros no supieramos que ciertas regiones, tropicales ó polares, están habitadas, no podríamos figurarnos que lo estuviesen. Supongamos que se nos dice que existen en nuestro planeta comarcas donde el Sol permanece invisible durante meses enteros, y sobre las cuales brilla despues igualmente por espacio de muchos meses; que la temperatura de esas comarcas es tan baja, que

en medio de su verano se sufre en ellas un frío aún mas glacial que el que nosotros sufrimos en nuestros mas rudos inviernos; seguramente no supondríamos que pudieran habitar allí familias humanas, y que se hallaran mas cómodamente que cuando se las traslada á nuestras regiones templadas. Igual razonamiento podria aplicarse á la morada de los habitantes de la zona tórrida, quienes tampoco pueden aclimatarse en nuestras latitudes.

¿Y qué sería si considerásemos la diversidad de las especies animales? Aunque toda la vida terrestre esté organizada sobre el mismo tipo y por las mismas fuerzas, hallamos sin embargo una variedad tan grande entre las especies vivientes, que éstas se desarrollan en una escala de cerca de 100 grados de temperatura, desde la nieve hasta el agua hirviendo. Sólo nos queda pues que hacer un esfuerzo bien ligero para concebir el estado de la vida en la superficie del planeta vecino que acabamos de estudiar.

Desde luego la ciencia nos aleja mucho de las descripciones imaginarias que ilusos viajeros planetarios se han empeñado en hacernos del mundo de Vénus¹. La admiracion que nos causa aquí esa blanca estrella de la tarde, y que en todos tiempos se ha interpretado con los nombres mas graciosos que exornaron siempre á este planeta, no es producida sino por su aspecto lejano y por el radiante brillo con que ella resplandece ántes que todas las demas beldades del cielo. Como la Luna, siempre ha sido ella la compañera y confidenta de los delirantes ensueños de la tarde. Pero este es un aspecto engañoso. La Tierra produce el mismo efecto á los habitantes de Marte, y es muy probable que ellos nos han dado los mismos nombres con que nosotros hemos engalanado á Vénus; y sin embargo, en realidad, nuestro pobre y exiguo globo, teatro de batallas, de ruinas y de miserias, dista mucho de ser una angélica mansion de delicias.

Hoy ya estamos muy léjos de la pintura poética que Bernardin de Saint-Pierre ha dado en sus *Armonias de la Naturaleza* del planeta que nos ocupa. Segun él, Vénus sería una

1. Véase mi obra *Los Mundos imaginarios y Los Mundos reales*.

tierra tropical semejante á la isla de Francia que tan maravillosamente ha descrito en *Pablo y Virginia*. Oigámosle pues un instante :

« Vénus, dice, debe estar sembrada de islas, de cada una de las cuales descollarán picos cinco ó seis veces mas elevados que el de Tenerife. Las brillantes cascadas que de ellos se despeñan recorren y riegan sus flancos cubiertos de verdura, y vienen á refrescarlos. Sus mares deben de ofrecer el espectáculo mas magnífico y mas delicioso y espléndido á la vez. Figuráos los ventisqueros de la Suiza, con sus torrentes, sus lagos, sus praderas y sus pinares, en medio del mar ó del Sur : añadid á sus flancos las colinas de las márgenes del Loira, coronadas de viñas y de toda especie de árboles frutales; agregad á sus bases las costas de las Molucas, con sus frondosas y verdes florestas, donde se vén suspendidos el plátano, la moscada, el clavillo, cuyos gratos perfumes son transportados por el viento; los colibrís, las aves brillantes de Java, las tórtolas que hacen allí sus nidos y cuyos cantos y dulces arrullos repite el eco. Figuráos sus playas sombreadas por cocoteros, cubiertas de conchas henchidas de perlas y de ámbar gris; las madreporas del océano indico, los corales del Mediterráneo, creciendo en un perpetuo estío hasta la altura de los árboles mas corpulentos en el seno de los mares que los bañan, elevándose sobre las olas por reflujos de veinticinco dias, y casando sus vivos colores de escarlata y de púrpura con la verdura de las palmeras; y por último, infinitos arroyuelos cuyas aguas trasparentes reflejan aquellas montañas, aquellas selvas, aquellas aves, y van y vienen, de una á otra isla, y aún no tendréis sino una débil idea de los paisajes de Vénus! El Sol, que se eleva en el solsticio mas de 71 grados sobre su ecuador, alumbrá al polo, donde se debe gozar de una temperatura mucho mas agradable que la de nuestras mas apacibles primaveras. Si bien las largas noches de aquel planeta no disfrutan de la claridad de la luna, Mercurio por su brillo y por su proximidad, y la Tierra por su tamaño, son para él como dos lunas. Sus moradores, de una estatura semejante á la nuestra, puesto que habitan un planeta del mismo diámetro, pero bajo una zona celeste mas afortunada, deberán consagrar todo su tiempo á los amores. Los unos, apacentando á sus rebaños en las colinas y en las elevadas crestas de las montañas, practican la vida pastoril; los otros, en las rientes playas de sus fecundas islas, se entregan al baile, á los festines, se divierten entonando alegres cantares, ó se disputan premios de natacion, como los bienhadados insulares de Taiti. »

Léjos de gozar las delicias de una eterna primavera y de vivir en un verdadero Eden, tienen que sufrir como nosotros, y aún mas que nosotros, las alternativas del invierno y del estio en sus mas rudos contrastes. La diferencia fisiológica entre ámbos planetas no debe ser considerable, y aunque existan allí como aquí ciertas latitudes privilegiadas, el conjunto de la esfera está sometido á un régimen bastante rudo. La densa atmósfera que le envuelve, las nubes de que se halla ésta cargada con frecuencia, las corrientes atmosféricas que la cruzan, los vientos y las lluvias, las nieves y las nieblas, los metéoros, las tempestades, las tormentas, los fenómenos aéreos, desde las magnificencias de la aurora hasta las suaves coloraciones del iris, todos estos movimientos, toda esta vida, reproducen en aquel mundo un conjunto de cosas que difiere poco de lo que aquí contemplamos en derredor nuestro. En efecto, las nubes que observamos en su atmósfera no pueden provenir sino de la evaporacion de sus océanos; y por otra parte, la existencia de esos mares está demostrada por la observacion, y por el tan acentuado relieve geológico del suelo del planeta. Este relieve ha producido, como aquí, montañas y valles, mesetas y llanuras, *paisajes* variados donde juguetea la luz del Sol en las diferentes horas del dia, campos que se adormecen por la tarde, al ocultarse en occidente el astro regio, lagos que reflejan por la noche el centelleo de las estrellas del firmamento. En realidad, apénas echaríamos de ménos nuestro país si nos trasladáramos á aquel mundo vecino.

Como lo demostraremos en los últimos capitulos de esta obra, las primeras combinaciones del carbono, abriendo, por la formacion de los primeros tejidos vegetales y animales, la serie de las especies vivientes cuyo lento y progresivo desarrollo ha constituido la vida terrestre toda entera, — estas combinaciones, decimos, empezaron en las aguas fecundas del planeta Vénus un trabajo análogo al que ha tenido lugar en el fondo de los océanos terrestres del período primario; y no siendo los elementos vitales (composicion química, densidad, pesantez, luz, calor, duracion del dia, estaciones, etc.) sensiblemente diversos de su estado terrestre,

las especies se habrán desarrollado siguiendo casi la misma serie que han seguido aquí; y sin duda las formas anatómicas vegetales, animales y humanas presentan allí los mismos tipos esenciales que las nuestras.

La humanidad que habita el mundo de Vénus debe ofrecer por consiguiente muy grandes semejanzas físicas con la nuestra, y probablemente las mayores semblanzas morales. Es de creer sin embargo, que habiendo nacido Vénus después de la Tierra, su humanidad es mas reciente que la nuestra, y sus pueblos se hallarán aún en la edad de piedra; pero toda conjetura sobre esto sería superflua, puesto que las sucesiones paleontológicas han podido seguir allí una via diferente que en nuestro planeta. Además, no es en los climas mas benignos donde la humanidad se muestra mas activa; y si el mundo de Vénus fuera tan delicioso cual le pintaba poco ha un pincel demasiado poético, tal vez se hallaria adormecido en la molicie inactiva, como lo están aquí los pueblos que habitan regiones cálidas, tránquilas y monótonas.

En resúmen, la mejor conclusion que hay que deducir de las consideraciones que preceden, es que *la vida en Vénus debe diferir poco de lo que es en la Tierra*, mientras que en Mercurio debe ser muy distinta. Los humanos pueden ser allí de la misma forma y de la misma estatura que nosotros, aunque de una organizacion diferente de un modo perceptible.

Toda proposicion relativa á la manera de ser de los habitantes de los dema- planetas parece temeraria á los espíritus apocados que en su marcha tranquila no pueden prescindir de los andadores de la timidez clásica. Por ejemplo, si avanzásemos la idea de que los habitantes de Vénus vuelan en su atmósfera, y que para evitar el raro contraste de su invierno y su verano, emigran en otoño de uno á otro hemisferio y regresan en la primavera, esta proposicion, que nada tiene de chocante ni de absurda, les pareceria fantástica é insensata. ¿Por qué? Porque esos espíritus lentos no tienen siquiera la atencion de observar lo que pasa en la Tierra misma y en derredor de ellos. Cada otoño, nuestras aves

abandonan las comarcas boreales, dirigiéndose, guiadas por un instinto maravilloso, hácia las regiones del Sol, donde los frutos están siempre maduros y abiertas y lozanas las flores; y esos cantantes alados de nuestros bosques vuelven á sus antiguos nidos á la hora en que en nuestras latitudes despierta la alegre primavera que el invierno había adormecido. Esta maravilla de la emigracion de las aves se repite cada año á nuestra vista, sin que nos choque; y cuando la primera golondrina traza en el cielo de abril su rápida y suave estela, la vemos volver á su techo y revolotear en derredor de su última morada, sin que nos preguntémos en qué dichoso país y entre qué especie de familias humanas ha habitado durante su ausencia de nuestros climas. Así que, cuando suponemos que en tal ó cual mundo diferente del nuestro la especie humana podria estar dotada simplemente del mismo privilegio, parece á ciertas gentes una extravagancia el oír formular tal suposicion, tan natural sin embargo, sin ocurrírseles siquiera que de ese privilegio están dotados en nuestro mismo planeta unos seres que, en el orden intelectual, son inferiores á nosotros.

Flotando ese mundo en las mismas regiones celestes que el nuestro, las noches estrelladas son allí las mismas que aquí: las constelaciones presentan las mismas disposiciones y siguen la misma marcha, como lo hemos ya observado en Mercurio. Los planetas tambien presentan allí en general los mismos aspectos, excepto dos, que gozan de un brillo particular: la Tierra y Mercurio.

Para los habitantes de Vénus, Mercurio y la Tierra son dos astros espléndidos. No sólo les aparece el primero mucho mas brillante que á nosotros, sino que para ellos es la mas luciente estrella de la mañana y de la tarde que es posible imaginar. En sus mayores elongaciones, se aleja hasta 38 grados del Sol, algo ménos de lo que Vénus se aleja respecto á nosotros. La Tierra brilla en su cielo durante toda la noche con un esplendor mucho mas vivo que el que Vénus nos envía, pues el brillo máximo de la Tierra tiene lugar cuando ésta se halla en su distancia mínima y está plenamente alumbrada por el Sol: el diámetro de nuestro globo visto desde Vénus es entónces de 65".

Como lo hemos hecho con Mercurio, probamos á representar aquí por medio de un dibujo el aspecto de la Tierra

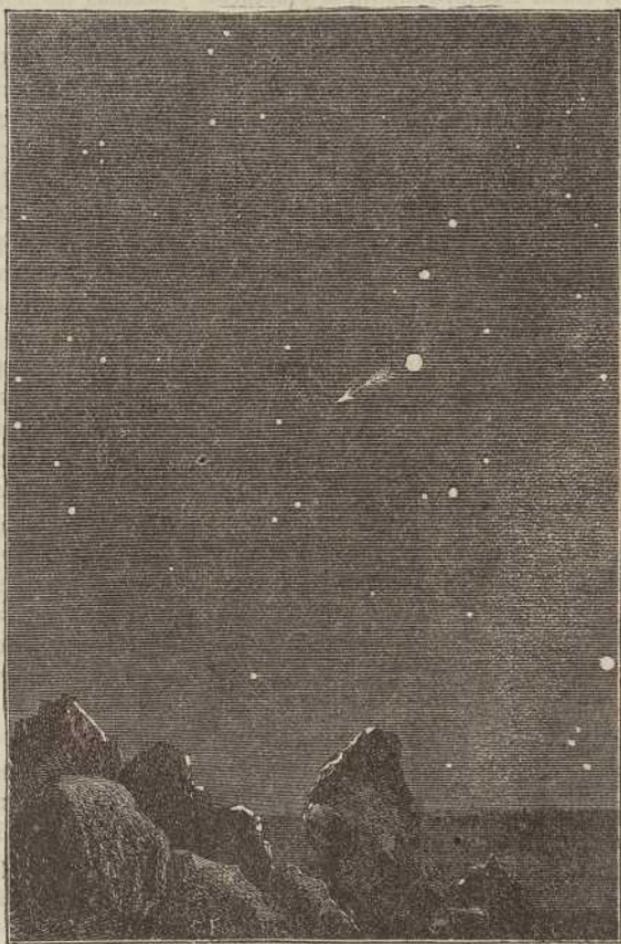


FIG. 44. — La Tierra vista desde Vénus.

vista, á medianoche, desde el mundo de Vénus. Ahí brilla ella, en la constelacion de Géminis, debajo de Castor y Pollux, moviéndose lentamente, día y noche, en la direccion in-

dicada por la flecha : va á pasar contra el escaso grupo de estrellas llamado Præsepe, dirigiéndose hácia Leo. Nuestro planeta brilla entonces en el seno de la noche silenciosa como el mas espléndido de los astros del firmamento, excediendo en brillo á la misma Sirio. Así es como se nos vé á 10 millones de leguas.

Vista desde Vénus, la Tierra ofrece indudablemente uno de los espectáculos mas bellos que es posible contemplar en el sistema solar entero; pues aventaja en brillo á la estrella mas resplandeciente, y á una vista de igual potencia y valor que la nuestra presentaria un disco perfectamente apreciable. Este disco debe cambiar de color, á causa de la rotacion de nuestro globo sobre su eje, y aparecer sucesivamente verde, azul, amarillo ó blanco, segun que su region central está ocupada por los continentes cubiertos de verdura, por los mares, por áridos desiertos ó por nubes. Los habitantes de Vénus pueden así haber observado, á la simple vista, la rotacion de nuestro globo en un período casi igual al que emplea su propio mundo. La Luna al mismo tiempo debe ser visible para ellos, como un puntito brillante que acompaña al astro-Tierra en su marcha celeste, girando en derredor suyo en el espacio de veintisiete dias, pero invariable en su blancura. La distancia aparente que la separa de la Tierra en la época de su mayor visibilidad es algo mas que el diámetro aparente de nuestro satélite tal cual nosotros le vemos. La luz que entonces envian á un tiempo la Tierra y la Luna es muy intensa, elevándose casi á quinientas veces la que recibimos del plenilunio. Si pues los habitantes de Vénus han tenido como nosotros la vanidad de creer que su globo es el centro del Universo, han podido llegar mas pronto que nosotros al conocimiento del verdadero sistema del mundo; puesto que tienen ante sus ojos uno permanente en miniatura, en la pareja que para ellos forman en el cielo la Tierra y la Luna, y en el movimiento mensual de Febé en torno de Cybéles. — ¿ Con qué nombres mitológicos nos designarán ellos?

Como lo hemos hecho al hablar de Mercurio, recapituláremos aquí, al terminar el libro consagrado á Vénus, las con-

diciones astronómicas, climatológicas y fisiológicas de este planeta vecino, — el mas próximo á nosotros, y seguramente el que, con Marte, se asemeja mas á la Tierra.

ESTADO PARTICULAR DEL MUNDO DE VENUS

Duración del año.....	224 días terrestres, ó unos 7 meses y 15 días.
Duración del día.....	23 horas, 21 minutos y 24 segundos.
Número de días de Vénus en su año.....	231.
Estaciones.....	Mas pronunciadas que las de la Tierra.
Atmósfera.....	Compuesta de los mismos gases que la nuestra, pero una cuarta parte mas densa. — Nubes.
Temperatura média.....	Parece análoga á la nuestra.
Densidad de los materiales.	Algo menor que aquí = 0 905.
Pesantez en la superficie...	Algo menor que aquí = 0 864.
Dimensiones del planeta...	Casi iguales á las de la Tierra; diámetro = 0 954, ó 3 000 leguas.
Vuelta al mundo de Vénus.	9 500 leguas.
Geografía.....	Los mares se extienden principalmente hácia el ecuador.
Orografía.....	Montañas mas elevadas que las nuestras.
Diámetro del Sol.....	Una tercera parte mayor que desde aquí = 43'.
Diámetro máximum de la Tierra.	65", visible á la simple vista en el cielo de Vénus, como una estrella de primera magnitud muy luminosa.

Mientras que nuestro pensamiento procura ansioso levantar una punta del velo, mientras que nuestras almas enardecidas vuelan en busca de la mas modesta claraboya abierta hácia el infinito, y se preguntan cómo están organizados esos seres que habitan en Vénus, nuestros vecinos de travesía, cómo piensan ellos, cómo nos vén en su cielo; sin duda, á estas horas, hay allí tambien almas pensativas que se preguntan á su vez precisamente qué especie de seres habitan nuestro planeta, y departen entre ellas, como departimos acá nosotros, para adivinar si nuestra organizacion corporal se asemeja á la suya, si nosotros gozamos de la facultad de pensar, si conocemos la astronomia, si los vemos tambien en nuestro cielo.

Vinculos misteriosos ligan entre si á los diferentes mundos



del espacio. La suave pero irresistible ley de la atracción ^{los} enlaza con sus cadenas magnéticas, y cada uno de ellos ^{per-} permanece bajo la constante influencia de esta grande armonía. A doscientos millones de leguas de distancia, resiente la Tierra la atracción de Júpiter, y se inclina hacia él en su marcha celeste; á mas de mil millones de leguas, Neptuno queda subyugado bajo el poderío del Sol; á treinta y á cuarenta mil millones de leguas, débiles cometas son atraídos por este irresistible iman, y caen desmelenados en sus garras; á trillones de leguas, se sostienen entre sí las estrellas en el seno del vacío inmenso. Al mismo tiempo que esta soberana fuerza de atracción ejerce su imperio de un mundo al otro, y que la marcha del Universo es irresistiblemente conducida por el Amor universal, la luz á su vez teje los hilos delicados de su tela gigantesca extendida por la inmensidad de los cielos, poniendo así á todos los astros en mutua comunicación, como en una red telegráfica que ocupara todo el Universo, é inscribiendo la historia de todos los mundos en archivos imperecederos¹. Así que los mundos se sienten en medio de la noche por la atracción, y por la luz se vén, se contemplan, se conocen y fraternizan. Pero ¿creeis acaso que son éstos los únicos lazos que hacen solidarias entre sí á las diferentes provincias de la creación? ¿Es que las palpitations vitales que vibran al traves del espacio no dicen nada mas á vuestro espíritu? ¿Es que esa unidad visible en la organizacion del Universo, no es el testimonio exterior de una unidad invisible que liga entre sí á todas las humanidades y á todas las almas del infinito?

Hace algunas semanas, en una velada tibia del mes de agosto, contemplaba yo el océano inmenso, despues de la hora sublime de ocultarse el Sol en el seno de las ondas adormidas. La atmósfera ardiente no era agitada por el menor soplo de aire; ningun ruido se hacia oír, sino el eterno plañido de las olas que avanzan y se retiran; ni una sola hoja se movia en los tallos de las últimas plantas que vegetan en la playa arenosa y desierta; reinaba allí un gran silencio y

1. Véase mi obra NARRACIONES DEL INFINITO, *Lumen*, historia de un alma.

un gran recogimiento, sin que existiera otro movimiento aparente en la Naturaleza que el de las aguas atraídas por la Luna. Estas avanzaban, formando como vastas lomas de mercurio que midieran muchos centenares de metros de extensión, se retiraban, se sobreponían y se confundían una en otra. Desde que el último segmento rojo del Sol se hubo sumergido en la loma líquida, las ligeras nubecillas esparcidas en las glaciales alturas del aire, encima del ocaso, habían adquirido un color de púrpura, como un muaré escarlata deslumbrante, y el mar se había coloreado en el occidente con los matices cambiantes de un fuego líquido, mientras que en el resto de su superficie continuaba reflejando dulcemente el cielo azul en sus verdes ondas.

Y como la noche venía, Júpiter se encendió en el cielo, rompiendo la atmósfera con sus fuegos naranjados. Un anteojo de mediana potencia permitía ver sus cuatro satélites gravitando en torno de él. El agua que las olas dejan en la playa lisa en cada uno de sus huecos formaba un espejo tal, que el cielo se reflejaba en él con todos sus colores, y el mismo Júpiter centelleaba sobre la arena como un fuego de oro encendido junto á la líquida orladura.

Después tocó el turno á Arturo, brillante estrella precursora del ejército de la noche. Pronto aparecieron Vega y Altair; después las tres primeras estrellas del carro de Septentrion, y luego las siete; en seguida Saturno en el oriente, y sucesivamente todas las constelaciones, radiantes aquella noche en todo su celeste esplendor; diamantes de todos tamaños y de todo brillo, pedrerías chispeantes apareciendo lentamente, una en pos de otra, y constelando poco á poco el cielo entero con sus fuegos innumerables. La Vía láctea también se extendía á lo largo de la gran bóveda estrellada como un río de leche salpicado de islas, y su intensidad era tan grande, que ella misma se reflejaba, con todas las estrellas, en el mar sereno como un lago y en la playa de arena mojada por el último oleaje.

A cada momento se deslizaba silenciosa en las cerúleas alturas una estrella fugaz dejando en su estela un reguero luminoso que se extinguía lentamente. Mensajeras de las

otras regiones del espacio, traian y abandonaban en nuestra atmósfera sustancia celeste venida de los otros universos, formando así otra especie de comunicacion entre nuestro mundo y sus hermanos del Infinito.

A veces la voz grandiosa del Océano callaba, y parecia como que la Naturaleza suspendia su curso para escuchar el sublime silencio de los cielos. Pero las olas reaparecian acá y allá, se aproximaban una á otra como en undulantes caricias, se buscaban ó se huian sucesivamente, y con sus juegos atraian el creciente rumor de las ondas y del oleaje que caia en cascadas. Resplandores fosforescentes, raros y pálidos primero, frecuentes y brillantes despues, y por último inmensos y chispeantes como polvo de centellas, corrian estremeciéndose sobre la cresta de las olas y proyectaban sus fuegos en el mar, como para acrecer el reflejo de las estrellas y para reproducir aquí abajo una imágen de los esplendores que centelleaban en las alturas estrelladas...

¡Ah! ¡cuán bien se sentia entónces el parentesco de la Tierra con el Cielo! ¡cuán elocuentemente hablaba la voz del Infinito en el fondo de la conciencia, y cuánto mas fácilmente estaba recogida esta inmensa armonia en el alma contemplativa!... Sí, os comprendemos, ¡oh mundos suspendidos en el éter, cuya luz y cuya atraccion se hacen sentir hasta nosotros! ¡Sí, os vemos desde aquí con el pensamiento, humanidades hermanas nuestras, que habeis erigido vuestras viviendas sobre esas Tierras celestes análogas á la nuestra! ¡Oh tú, colosal Júpiter, que brillas en esas alturas con una luz tan espléndida; tú que te elevas en este momento sobre el horizonte, pálido Saturno envuelto en enigmas; y tú, blanca Vénus, ayer estrella de la tarde, hoy estrella de la mañana, yo os saludo, oh planetas compañeros nuestros! pues vosotros cumplis á nuestro lado en el espacio los destinos que la Tierra cumple en su estela celeste! Ha sido menester la voluntaria ceguedad del espíritu humano en nuestro infortunado planeta, han sido menester las tinieblas del error, de la ambicion y de la mentira, para que se haya dejado de amar á la Naturaleza y de contemplar el verdadero Cielo, y se hayan inventado al lado de vosotros, en el vacío, paraísos

imaginarios donde la divina y eterna Naturaleza está olvidada y reemplazada por sombras y ficciones extranaturales. Pero la ciencia os ha asido ya para no dejaros oscurecer, y sólo en vosotros es donde de hoy mas verémos la continuacion de la vida terrestre, la universalizacion de esta armonía, de la cual solo un cantar se hace oír en nuestro mundo. Todo lo demas es ilusion. La Vida, pobre aldea en este nuestro exiguo globo, se convierte en ciudad en vuestras vastas provincias, nacion en el conjunto del sistema planetario, y, verdadero coronamiento de la materia, se extiende en el seno de las profundas regiones del infinito y de la eternidad. No, no sois para nosotros extranjeros, ¡oh hermanos de travesía, compañeros de viaje! Un mismo destino nos conduce á todos; y ante este destino, todos los dogmas intolerantes en nombre de los cuales han desolado tantas veces á nuestra humanidad el hierro, la sangre y el fuego, todas las pretensiones de los pontífices, todas las promesas hechas en todas las edades y en todas las comarcas por pobres mortales disfrazados con mil trajes diversos, todo ese error secular se desvanece como el humo. Si, tú eres, tú sola á quien amamos, ¡oh divina y eterna Naturaleza! tú sola eres verdadera, á tí sola es á quien debemos oír; tú sola eres la que nos guías y nos gobiernas, meciéndonos en tu atraccion cariñosa, pero inexorable; pues *todos nosotros somos*, sabios ó ignorantes, pontífices ó rebaños, *átomos* flotantes en el seno de tu inmensa irradiacion, como flota el polvo en un rayo de Sol!... y tu palabra sagrada es la verdadera, la única revelacion de Dios.

LIBRO V

LA TIERRA Y LA LUNA

CAPITULO PRIMERO

LA TIERRA, ASTRO DEL CIELO ☿

En el concepto de un gran número de personas, podrá parecer extraño á primera vista el ver figurar la *Tierra* que habitamos entre los objetos de un tratado de astronomia, y hallarla clasificada aquí en medio de los astros del Cielo, entre Vénus y Marte, como otro planeta cualquiera. Y sin embargo, nada es mas lógico y natural, y ni este libro sería completo ni exacto, si olvidáramos en él al globo que conduce nuestros destinos.

Cuando, partiendo desde el Sol, va uno á visitar sucesivamente las diferentes provincias de su república, la Tierra es la tercera provincia que se encuentra (veáse la lámina 1^a), acompañada de la Luna en su marcha; pues nuestro globo es un planeta á igual título que todos los otros, ni más ni ménos importante, que va bogando como sus hermanos bajo la poderosa y suave influencia de la gravitacion universal, que hace vibrar su nota especial en medio del divino concierto, que se estremece bajo los fecundantes rayos del Sol, que gira con rapidez en el espacio, y distribuye á sus hijos, por la sucesion de sus movimientos, sus años, sus estaciones y sus dias.

Con efecto, esta esfera en torno de la cual vegetan 1400000000 de pequeños seres humanos que se dicen racionales, es un astro del Cielo, aislado por todas partes en el

vacio infinito, situado á 37 millones de leguas del Sol, y girando en derredor de él á esa distancia, en una revolucion que exige 365 dias, 6 horas, 9 minutos y 10 segundos para efectuarse.

Y aún es de una importancia filosófica tan capital el considerar á la Tierra como un astro, cuanto que este hecho solo encierra en si la mas grande revolucion que la humanidad ha llevado á cabo; y el resumen de los esfuerzos hechos por el espíritu humano para descubrirle y adquirir de él la mas completa conviccion, seria el resumen de toda la historia astronómica y religiosa de la humanidad. La primera interdicion que los representantes del dogma cristiano impusieron á Galileo, cuando cometieron la tan gravisima falta de condenarle, fué el prohibirle que diera el nombre de astro á la Tierra, pues presentian ellos ya que las sublimes verdades de la astronomía iban á modificar profundamente las antiguas creencias fundadas en una supuesta superioridad de la Tierra y del Hombre en la creacion.

Todas las ideas vulgares basadas en apariencias caen ante este sencillo cambio de palabras. Es indudable que el primer paso, y el mas dificil, que debe dar toda persona que desea conocer la verdad, es esforzarse por representarse exactamente cómo se halla colocada la Tierra en el espacio; emanciparse enteramente de su patriotismo de campanario, no considerarse ya como habitante del globo terrestre, y mirar las cosas desde mas alto y en su conjunto, como si llegara aquí procedente de otra region del infinito. Propongámonos pues estas dos grandes cuestiones, que se completan una por otra: *¿ Qué es la Tierra y qué es el Cielo?*

Entre los hombres, ó al ménos, entre los hombres que piensan y que, en ciertos momentos de la vida, se sienten animados del noble deseo de saber, hay pocos que no se hayan preguntado, con inquieta curiosidad, qué es ese cielo que corona nuestra morada terrestre. Ora sea en medio del esplendor del dia, cuando esa magnífica bóveda azul se ostenta gloriosamente sobre nuestras cabezas, y que apenas ligeros copos argentados dibujan en ella su contraste; ora en el recogimiento de la tarde, cuando el astro esplendente

desciende majestuoso en su lecho de púrpura con franjas de oro, y que la luna enrojecida aparece en el oriente tras las montañas; ora en el seno de la noche silenciosa, cuando las estrellas rutilantes lanzan al espacio su melancólica lluvia de luz; en esos instantes de contemplacion en que parece como que departimos con la naturaleza, el alma se siente ansiosa de sondear los misterios de la creacion; reconoce que la ignorancia es un estado de inferioridad, y que debe ser grato y satisfactorio el saber; interroga al Sér universal que respira en todas las cosas, demandándole la revelacion de sus obras; y la curiosidad se convierte para ella á veces en una enérgica necesidad de salir de las tinieblas y de percibir en toda su grandeza el órden y el curso natural del universo inmenso.

Hagamos pues un esfuerzo para elevarnos sobre las apariencias; emancipémosnos de las ilusiones de los sentidos, y aprendamos á juzgar en su propia belleza las realidades absolutas de la creacion. Los poetas de la antigüedad, como los de los tiempos modernos, se han imaginado que la ficcion era mas bella y mas seductora que la verdad. Los poetas se han engañado. Como decia un profundo matemático, Euler, para el que sabe comprender la ciencia, la naturaleza, tal cual es, excede en mucho á todas las fábulas y á todas las creaciones humanas.

Limitada á la esfera en que nos hallamos, nuestra vista nos muestra sobre nuestras cabezas un pabellon azul, enriquecido durante las tinieblas con una multitud de puntos brillantes. Nos sentimos inclinados á creer que es una bóveda abocinada ó rebajada, compuesta de una sustancia acríforme, y cubriendo la superficie terrestre como lo haria una inmensa cúpula. Tal es en bosquejo el sistema de las apariencias; el mismo que nos representamos cuando, en nuestra infancia, discurrimos segun la impresion de los sentidos; el que los pueblos primitivos habian adoptado, pues la humanidad es semejante á un individuo que crece progresivamente desde la ignorante debilidad hasta el raciocinio analizador; el que un gran número de personas conservan aún hoy mismo, porque, en su extremada sencillez, no reflexionan, y se muestran indiferentes á los progresos de las ciencias. Recordemos los

primeros ensayos del pensamiento humano, desde los antiguos Aryas, que conducian sus tiendas de uno á otro rio, en las vastas regiones de la India; desde los Egipcios, cuyas mudas y severas esfinges miran pensativas el lejano horizonte de los grandes desiertos; desde los pastores caldeos, velando la noche en las montañas, y desde las narraciones del Pentatéuco hasta la cosmogonía de los Griegos, hasta las vacilantes ideas de Roma, y hasta el extravagante pavor de nuestra sombría edad média. En todo ese inmenso panorama retrospectivo de la humanidad, vemos dominar las ideas engendradas por las apariencias. Los sistemas astronómicos difieren sólo en la forma, segun los métodos de razonar, segun las latitudes, los temperamentos, los caractéres, las creencias religiosas; pero en el fondo se nota la armazon de todos esos sistemas, siempre el mismo tipo que acabamos de bosquejar: la Tierra es una superficie plana indefinida, rodeada mas allá de sus límites desconocidos de tinieblas y de abismos; el Cielo es una cúpula sobre la cual han colocado generalmente las religiones la mansion del premio para despues de la muerte, como han colocado tambien la mansion del castigo bajo las profundidades del suelo: *in inferis*.

La Tierra la creian fija, inmóvil, en la parte baja del mundo. Ademas, cada pueblo tenia la pueril vanidad de creerse en el centro de la superficie habitada. Debajo de esta superficie se perdian las misteriosas fundaciones de que hablaba ya Job tres mil años ha, exclamando: «¿Dónde estábais vosotros, cuando yo puse los cimientos á la Tierra?» Naturalmente creian todos que esta tierra era sólida, que no habia peligro de que se hundiera, y que era inmutable. Por lo que hace á sus límites, unos decian que la circundaban océanos ó lagos; otros hablaban de tinieblas, en las que alternaban el movimiento y el reposo; otros mas atrevidos, unos monjes del siglo x de nuestra era, declaran que, en un viaje que hicieron en busca del paraíso terrenal, hallaron el punto en que el cielo y la tierra se tocan, donde se vieron obligados á inclinarse, bajando la cabeza! La cúpula trasparente colocada sobre el reino de los vivos llegó á ser bastante sólida para servir á su vez de base á un reino de muertos,

ó mas bien, de almas que habian dejado la vida, y mas adelante, de resucitados, que debia durar toda la eternidad.

Nuestras esperanzas sobre la vida futura, y nuestra concepcion del Sér supremo deben tomar hoy otra forma: empireo, paraíso, purgatorio, infierno, limbo, han desaparecido desde la invencion del cálculo infinitesimal y del telescopio; no existe otro cielo que el espacio en cuyo seno nos cernemos tambien nosotros, ni otros lugares de morada extraterrestre que los diferentes mundos revelados por la astronomía.

Como Mercurio, como Vénus, nuestro planeta se cierne en el Cielo. Es preciso que veamos claramente en él un globo *suspendido sin apoyo de ninguna especie*, en medio del vacío inmenso. Ya hemos visto que, para los habitantes de Mercurio y Vénus, brilla él como una estrella. Visto mas de cerca, á cien mil leguas de distancia, este globo ofrece el aspecto y el tamaño de nuestra figura 45 colocada á 1^m,48 de nuestra vista.

La Tierra es una esfera aislada en el espacio, y este espacio se extiende al infinito en todos sentidos alrededor de ella.

Al infinito...! y todo alrededor de nosotros! hácia arriba, hácia abajo, á los lados, por todas partes. ¿Cómo concebirémos tal inmensidad? ¿Y qué viene á ser el globo terrestre en el seno de semejante abismo?... Supongamos que, queriendo medir este infinito, marchamos desde la Tierra como punto de partida, y nos dirigimos *hácia un punto cualquiera* del Cielo. Pues bien! Sea cual fuere la region del espacio hácia la cual nos encaminemos en línea recta, y sin interrumpir jamas nuestra carrera, — aun cuando corriéramos por ese vacío con la velocidad de la luz, de 75 000 leguas por segundo, 4 500 000 leguas por minuto, 270 millones de leguas por hora, — ¡qué vértigo! podríamos así volar durante dias, semanas, meses, años enteros..... con esa velocidad constante..... durante siglos, durante miles y millones de siglos.... sin que alcanzáramos jamas, *jamas*, ningun límite á esa inmensidad..... A medida que los abismos se irian cerrando á nuestra espalda, otros abismos se abrirían de nuevo ante nosotros, perpetuamente, sin fin y sin tregua, sea cual fuere el número de siglos acumulados en nuestro viaje. La

inmensidad permanecería ofreciendo á nuestra vista las insondables profundidades de una gruta sin fondo y sin fin; y ántes agotaríamos la serie de todos los siglos posibles, absorberíamos el tiempo, nos identificaríamos con la eternidad, que



FIG. 45. — La Tierra en el espacio.

llegáramos á vencer esa potencia del infinito que, inaccesible siempre, huiría eternamente ante nosotros, burlando nuestra temeraria y estéril prosecucion.....

Deteniéndonos al fin, extenuados, replegando nuestras alas fatigadas de ese vuelo secular, sin esperanza de alcanzar el objeto deseado, queremos medir con la vista y con el pensamiento el espacio que hemos recorrido; queremos adivinar dónde estamos, y reconocernos..... Pero cómo! Hé aquí que nos hallamos solamente en el..... vestibulo del Infinito... Qué digo, en el vestibulo! En realidad, nuestro largo é incommensurable viaje, despues de millones de siglos invertidos en ese vuelo insensato, sería idénticamente *como si hubiéramos permanecido en el mas completo reposo*. Ante el Infinito, no habríamos adelantado ni un solo paso!!

Si pues, considerando un instante al globo terrestre como único en ese infinito que le rodea por todas partes, suponemos que pudiera caer en él como una bomba en un abismo, este globo caería, y caería sin cesar, durante siglos de siglos, y continuaría cayendo siempre, sin que, *en toda la duración de la eternidad*, pudiera él jamás acercarse al fondo del abismo. Después de mil siglos de caída, continuaría cayendo otros mil siglos más, y todos los miles y millones de siglos que se quiera imaginar, *sin descender jamás* en realidad! Sería absolutamente como si hubiera permanecido en la más completa quietud, pues realmente, el camino que habría él recorrido no sería jamás sino *cero*, comparado con el infinito.

Conducido así en la extensión por las leyes misteriosas de la gravitación universal, nuestro globo corre en el espacio con una rapidez tal que nuestra mente apenas puede comprender. Obedeciendo al Sol, gira en derredor de él á la distancia média de 37 millones de leguas, en una órbita que mide unos 235 millones de leguas recorridas en 365 días y 6 horas. Para efectuar esta traslación, necesita volar con una velocidad de 643 395 leguas por día, 26 808 leguas por hora, 29 786 metros por segundo.

El tren express más veloz, arrebatado por el devorante ardor del vapor con alas de fuego, no puede recorrer, como máximo, más de 100 kilómetros por hora, es decir, 25 leguas: en las invisibles rutas del Cielo, la Tierra boga con una velocidad 1 400 veces más rápida. La diferencia es tan grande, que sería imposible expresarla aquí geoméricamente por medio de una figura. Si se representara por 1 milímetro solamente la distancia recorrida en una hora por la locomotora, sería menester trazar al lado una línea de 1 metro y 10 centímetros para representar el camino comparativo recorrido por nuestro planeta en el mismo tiempo. Ninguna velocidad apreciable puede darnos una idea de la de la Tierra. Y, por vía de comparación, añadiré que la marcha de una tortuga es como unas 1 400 veces menos rápida que la de un tren express: de modo que, si se pudiera enviar un tren express á que corriera tras de la Tierra, sería exactamente como si se enviara una tortuga á correr tras un tren express! Por lo demás, vo-

lamos 73 veces mas aprisa que una bala de cañon!.... Y de este juguete hacian las Biblias antiguas la base de toda la creacion!

Situados como estamos alrededor del globo, moluscos infinitamente pequeños, pegados á su superficie por su atraccion central, y trasportados por su movimiento, no podemos apreciar este movimiento ni darnos cuenta de él de un modo directo. El único método que nos es dado emplear para percibir exactamente la condicion cosmográfica de la Tierra, es el de suponernos colocados, no ya sobre ella, sino á su lado, en el espacio, é inmóviles, en vez de hallarnos, como realmente nos hallamos, conducidos por su propio movimiento. Aislados así de este globo, podríamos observarle con absoluta imparcialidad, sin ideas que le prejudguen, sin la preocupacion de patriotismo, y comprobar su movimiento, hallándonos en la situacion del que vé pasar ante sus ojos un tren rápido sobre una via férrea.

Colocados de esa manera en el espacio, no léjos de la ruta celeste que sigue el globo terráqueo en su derrotero, veríamos primero este globo venir de léjos, *bajo el aspecto de una estrella que se agranda*. Como su volumen aparente creceria á medida que fuera acercándose á nosotros, le veríamos en seguida con el diámetro de la Luna llena. Entónces ya podríamos distinguir su superficie, los continentes y los mares, el polo con su espléndida blancura, y la atmósfera jaspeada de nubes. Aumentando aún mas de volumen, nos apareceria pronto creciendo y agrandándose sin cesar. Reconoceríamos las diferentes partes del mundo, los dos vastos triángulos verdes de la América, la Europa, tan recortada en sus costas, el Africa, color de ocre, y las nebulosas bandas ecuatoriales. Nuestra atencion procuraria distinguir los mas mínimos detalles de su superficie, entre otros, sin duda, una region verdosa que apénas ocupa la milésima parte y que se llama la Francia..... Pero cómo! hé ahí que esa bola rodando sobre si misma como un torbellino, crece, aumenta mas y mas. De improviso ocupa el cielo entero, *levantándose, monstruo colosal, ante nuestra vista desfavorida*. Durante un momento percibimos el vago tumulto de las fieras de los trópicos, y el

de la siempre tonante artillería de nuestra amable é inteligente humanidad..... Mas ya pasó la inmensa esfera con la rapidez del relámpago, y ved cómo *se engolfa en las lóbregas profundidades del espacio*. Despues, decreciendo, achicándose cada vez mas á medida que se aleja, se esconde y desaparece perdiéndose en el infinito.

Sobre esta bola nos vamos arrastrando todos, diseminados alrededor de su superficie, como imperceptibles hormigas, y trasportados al insondable espacio por la fuerza vertiginosa de la gravitacion universal.

Esta bola mide 12733 kilómetros, ó 3184 leguas de ancho, y 40000 kilómetros, ó 10000 leguas de circunferencia. Su superficie es de 509 millones de kilómetros cuadrados, ó unos 50 mil millones de hectáreas, comprendiendo las tierras y las aguas. Las tierras sólo ocupan 130 millones de kilómetros cuadrados, es decir, 13 mil millones de hectáreas. Su volumen es de un billon de kilómetros cúbicos. Su densidad es cinco veces y média mayor que la del agua. Su peso es de 5 *cuatrillones* 875 *mil trillones* de kilogramos: 5 875 000 000 000 000 000 000 000.

Este volumen y este peso nos parecen enormes! Y sin embargo, el volumen del Sol es 1 279 000 veces mayor que el de la Tierra, y su peso es igual al de 324 000 globos terrestres reunidos!

La atmósfera que rodea á la Tierra pesa 6 263 cuatrillones de kilogramos, es decir, como un millon de veces ménos que el globo. Bajo esta capa de aire nos arrastramos nosotros, como las ostras bajo el mar, soportando sobre nuestras espaldas una presion de 15 500 kilogramos. Y no podemos siquiera, como las aves, elevarnos sobre este piso bajo, al cual nos tiene sujetos la argolla de la pesantez. Es verdad que á veces el globo aerostático se digna trasportarnos á las regiones éólicas, pero no es sino para mas bien echar de ménos nuestra condición ordinaria.

Ademas del movimiento de *traslacion* que acabamos de considerar, la Tierra es juguete de un gran número de otros movimientos. Desde luego, su *rotacion* la hace girar sobre sí misma, volteando y como haciendo viruetas, en 24 horas,

comunicando á sus diferentes latitudes distinta velocidad, segun su distancia del eje de rotacion. En el ecuador, donde está el máximum de la velocidad, la superficie terrestre tiene que recorrer forzosamente 10 000 leguas en 24 horas, ó casi 7 leguas por minuto. En la latitud de Paris, donde el círculo es sensiblemente ménos grande, la velocidad es de $4 \frac{1}{2}$ leguas por minuto; en los polos es nula. — Un tercer movimiento hace oscilar á la Tierra en el plano de la órbita que ella describe alrededor del Sol, y disminuye actualmente la *oblicuidad de la ecliptica* para volverla á elevar en el porvenir. — Un cuarto movimiento hace variar la curva que nuestro planeta describe alrededor del Sol, y modera la *excentricidad* de esta elipse para acercarla á un círculo, que se prolongará de nuevo bajo las influencias planetarias. — Un quinto movimiento traslada lentamente el *perihelio*, que da vuelta á la órbita en 21 000 años, de modo que, en este otro ciclo, las estaciones toman sucesivamente la una el puesto de la otra. — Un sexto movimiento, el que constituye la *precesion de los equinoccios*, hace efectuar al eje terrestre una rotacion lenta que no dura ménos de 25 765 años, y en virtud de la cual, todas las estrellas del cielo cambian cada año de posicion aparente, para no volver al mismo sitio sino despues de ese gran ciclo secular. — Un séptimo movimiento, debido á la accion de la Luna, y llamado de *nutacion*, hace describir al polo del ecuador en la esfera celeste una pequeña elipse en 18 años y 8 meses. — Un octavo movimiento, producido por la atraccion de los planetas, y principalmente por el mundo gigantesco de Júpiter y por nuestra vecina Vénus, ocasiona ciertas *perturbaciones*, préviamente calculadas, en la línea descrita por nuestro planeta en su revolucion anual, ensanchándola ó estrechándola, segun las variaciones de la distancia. — Un noveno movimiento hace que el Sol gire describiendo una pequeña elipse cuyo foco está en el interior de la masa solar, haciendo girar al sistema planetario entero en derredor de este *centro comun de gravedad*. — Finalmente, un décimo movimiento, mas considerable aún que los anteriores, es el *trasporte* de todo el sistema planetario á remolque del Sol al traves de los cielos incomensurables. El Sol no está

inmóvil en el espacio, sino que va marchando y conduciéndonos con él hacia la constelación de Hércules. La velocidad de este movimiento general es de mas de 200 000 leguas por día. Las leyes del movimiento nos inducen á creer que el Sol á su vez gravita alrededor de un centro que aún nos es desconocido. Pero tambien es posible que él caiga en línea recta en el infinito, arrastrando consigo todo su sistema de planetas y cometas..... Así podría él ir cayendo *eternamente*, sin llegar jamas al fondo del espacio, y sin que nosotros pudiéramos siquiera apercibirnos de esa caída inmensa de otra manera que por el exámen minucioso de los cambios de perspectiva en la posición de las estrellas, — exámen que yo he podido hacer recientemente y trasladar á un mapa astronómico que muestra el mudable aspecto de los cielos producido por el movimiento propio de todos los soles en el espacio.

Estos diferentes movimientos que impelen al astro Tierra en la inmensidad son conocidos, gracias al número colosal de observaciones hechas respecto á las estrellas, desde mas de cuatro mil años acá, y gracias á la rigurosa precision de los principios modernos de la mecánica celeste, cuyo conocimiento constituye hoy la base esencial de la mas alta y la mas solida de las ciencias. La Tierra, de hoy mas, se halla inscrita en el rango de los astros, en despecho del testimonio de los sentidos, de las ilusiones y de los errores populares, y sobre todo, en despecho de la vanidad humana que, durante tanto tiempo, se habia formado, con pueril complacencia, una creacion á su imágen. Solicitado, impelido por todos estos tan diversos movimientos, algunos de los cuales, como el de las perturbaciones, son complicados en extremo, el globo terrestre va bogando en el vacío, remolineando y balanceándose bajo las mas variadas inflexiones, saludando á los planetas sus hermanos, corriendo con una rapidez vertiginosa hacia un objetivo que él desconoce. Las sucesivas ondulaciones de su marcha forman un sistema continuo de entrelazadas espirales.

Desde que ella existe, *la Tierra no ha pasado nunca dos veces por un mismo sitio*, y el lugar que nosotros ocupamos en el momento mismo en que leemos estas líneas, se hunde

súbitamente tras nuestra estela etérea para nunca mas volver! Por lo demas, la misma superficie terrestre se modifica tambien cada siglo, cada año, cada dia, y las condiciones de la vida cambian al traves de la eternidad como al traves del espacio. Asi es cómo el mundo efectúa su curso misterioso, y cómo los séres, animados é inanimados, continúan su existencia sufriendo perpetuas metamórfosis.

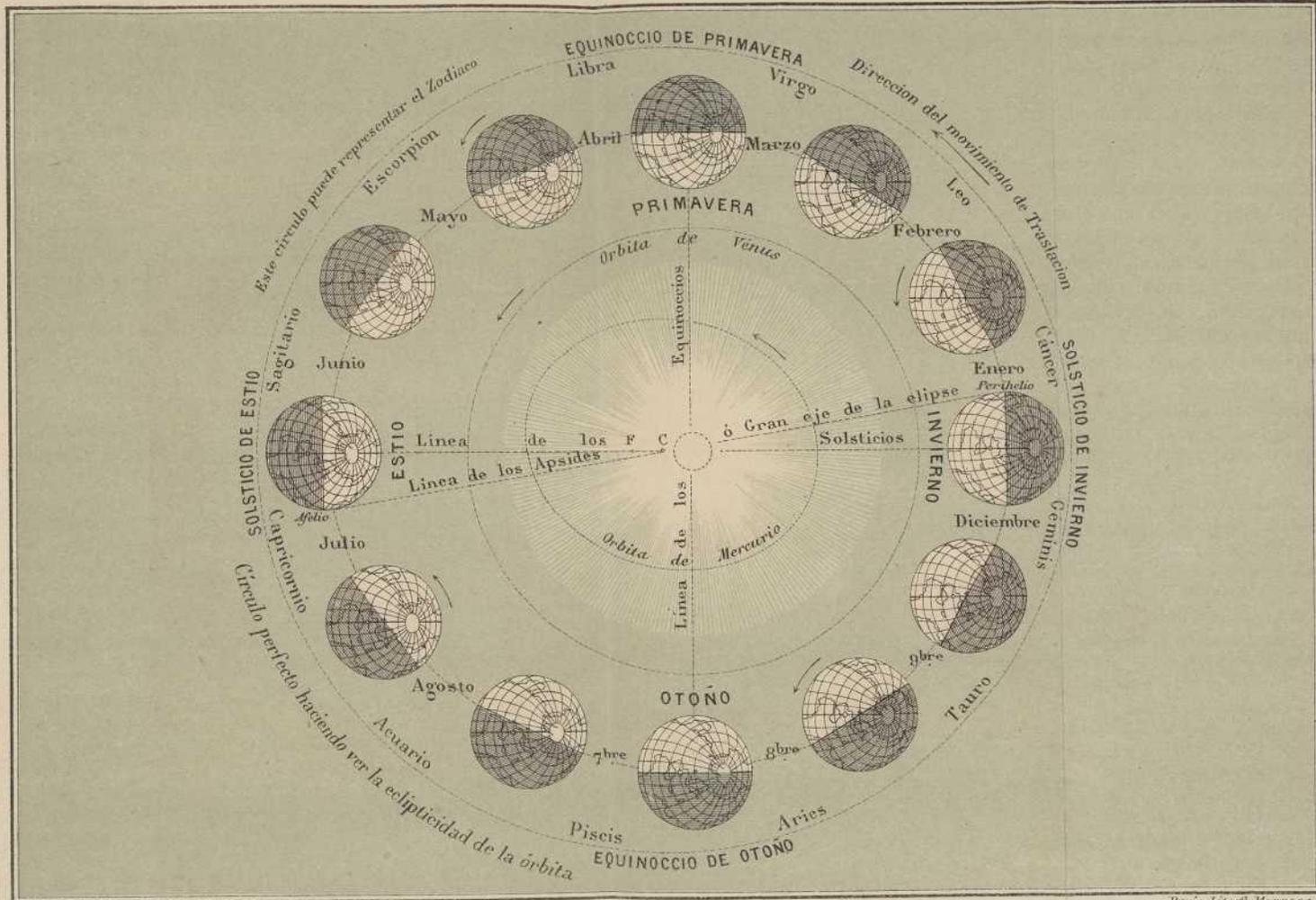
La Tierra que habitamos es pues un astro. Penetrémosnos bien de esta verdad fundamental. Es un planeta que circula anualmente alrededor del Sol, como lo representa la figura próxima, siguiendo una órbita casi circular trazada mas allá de las de Mercurio y de Vénus : al mismo tiempo que ella, los demas planetas del sistema gravitan en el mismo sentido, con velocidades diferentes, formando un armonioso concierto en derredor del Sol que los alumbra.

Así que, *estamos actualmente en el Cielo*, hemos estado en él siempre, y no podemos salir de él. Tal es la gran verdad, importante por muchos conceptos, que el conocimiento de la astronomia nos invita á comprender y á meditar.

Entrémos ahora en algunos detalles, y *hagamos la análisis rápida de todos estos movimientos* de los cuales es juguete nuestro pequeño globo.

1º Considerémos con atencion la lámina III, en la cual vemos la Tierra gravitando alrededor del Sol en su revolucion anua, y sabrémos cuál es su posicion cada mes del año. Esta revolucion anua se efectúa en 365 dias 6 horas 9 minutos y 10 segundos. Luego no hay un número entero de rotaciones terrestres en el curso de una revolucion; lo que nos obliga, para medir el tiempo, á dar á la duracion del año, unas veces 365 dias, otras 366. Tal es la *traslacion* de la Tierra.

2º Al mismo tiempo que boga alrededor del Sol, la Tierra gira sobre si misma en una *rotacion* diurna que se efectúa en 23 horas 56 minutos y 4 segundos. Esta sería la duracion exacta del dia y de la noche reunidos, si nuestro globo no girase alrededor del Sol; pero como va cambiando de lugar en el espacio, cuando un punto cualquiera del globo vuelve, al cabo de ese intervalo, á la misma posicion absoluta que ántes ocupaba, el Sol parece haber andado en sentido opuesto al movimiento de translacion de la Tierra; y para que nuestro punto llegue de nuevo frente á él, es



Grabado por E. Morieu.

MOVIMIENTO ANUAL DE LA TIERRA ALREDEDOR DEL SOL, Y PRODUCCION DE LAS ESTACIONE

Paris, Litog^a Monrocq.

preciso que la Tierra continúe aún girando sobre sí misma durante 3 minutos y 56 segundos.

Esto es muy fácil de comprender en la figura. Considerémos el globo terrestre en un momento cualquiera, y supongamos que el punto A se halla exactamente frente al Sol (fig. 46, posición de la izquierda). Cuando la Tierra haya realizado su rotación, se habrá trasladado á la posición de la derecha, y el meridiano A volverá á hallarse como estaba; pero el Sol habrá retrocedido hácia la izquierda mientras que la Tierra avanzaba en su curso hácia la derecha; y para que el punto A vuelva de nuevo frente al Sol, es

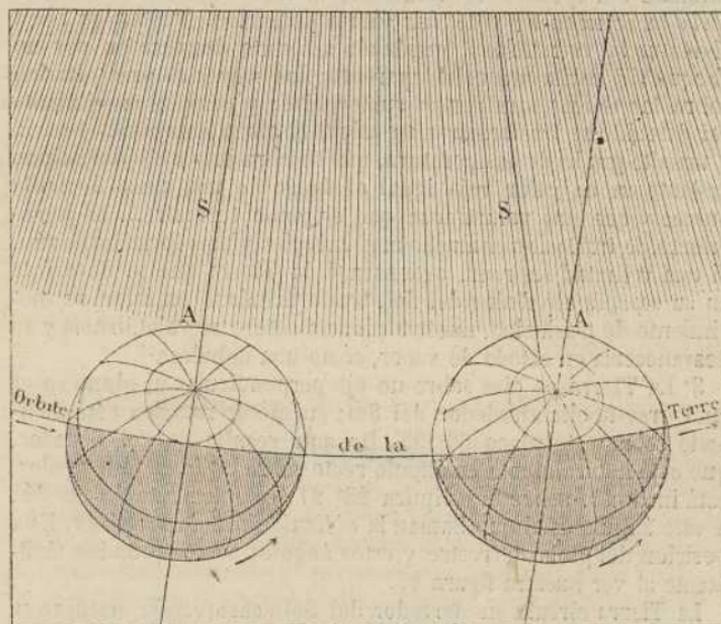


FIG. 46. — Traslación y rotación de la Tierra. — Día sideral y día solar.

menester añadir 3 minutos y 56 segundos; y ésto sucede todos los días del año. De modo que entre el mediodía de hoy y el mediodía de mañana hay 24 horas justas, ó 86 400 segundos; mientras que, entre dos pasajes de una estrella por el meridiano, no hay mas que 23 horas 56 minutos y 4 segundos, ó 86 164 segundos.

El día de 24 horas es el *día solar* ó *civil*. El día de 23 horas 56 minutos y 4 segundos es el *día sideral*. A causa de la traslación

de los planetas alrededor del Sol, el número de días solares de que se compone su año es siempre inferior en una unidad al de sus días siderales.

Como el globo terrestre mide 10 000 leguas de circunferencia, siguese de aquí que, en virtud de su rotacion, un punto del ecuador corre á razon de 1 670 kilómetros por hora. Superficie terrestre, mares, atmósfera, nubes, *todo* cuanto pertenece á la Tierra es arrebatado por este mismo movimiento diurno, y por consiguiente todo aparece en reposo en derredor nuestro. Esta fuerza es tan considerable, que si el movimiento de rotacion de nuestro planeta se hallara de repente como enrayado, si una mano colosal, una voluntad omnipotente le detuviera, la mas espantosa catástrofe sería la consecuencia de esa súbita detencion. Todos los séres vivientes se estrellarian, quedando al punto destrozados por un choque sin causa material aparente; los mares se precipitarían sobre las tierras, que serian sumergidas; y como el movimiento así detenido se trasformaria en calor, el globo entero se elevaria á tan alto grado de temperatura, que se abrasaria en aquel mismo instante en un calor rojo igual al fuego de una masa de hulla quince veces mas voluminosa que el globo terrestre... El movimiento de traslacion es mucho mas enérgico y mas formidable aún. Si una voluntad suprema ordenara á la Tierra que se detuviese en su carrera alrededor del Sol, trasformándose en calor su movimiento de traslacion, nuestro planeta entero se volatilizaría y se desvaneceria en estado de vapor, como una nebulosa ¹.

3º La Tierra no gira sobre un eje perpendicular al plano en el cual gravita ella alrededor del Sol; su eje de rotacion está inclinado sobre este plano 66° 33'. De aquí resulta que el ecuador, que está naturalmente en ángulo recto sobre la línea de los polos, está inclinado sobre la eclíptica 23° 27', complemento de 66° 33'. A este ángulo es al que llaman la *oblicuidad de la eclíptica*. Esta posicion del globo terrestre y estos ángulos se comprenden fácilmente al ver nuestra figura 47.

La Tierra circula en derredor del Sol conservando siempre su eje de rotacion paralelo á sí mismo; de donde resulta que presenta, ya su polo superior ya su polo inferior á los rayos luminosos y caloríficos del Sol, creando así la sucesion de las estaciones y de los climas en su superficie, al mismo tiempo que las variaciones de la duracion del día y de la noche en los diferentes puntos del

1. No queremos reproducir en esta obra las *pruebas* del movimiento de la Tierra. El lector las hallará completamente esplanadas en nuestra *Vida de Copérnico*, cap. VIII, y en nuestras *Maravillas celestes*, cap. XXVII.

globo. Estos hechos se comprenderán fácil y exactamente al examinar nuestra lámina III. En los equinoccios de marzo y de setiembre, el Sol alumbró al globo terrestre hasta los dos polos, y el día es igual á la noche (cada uno de 12 horas) en todos los puntos del globo. Si seguimos á la Tierra en su marcha, veremos que, á medida que ella avanza hácia el estío, el polo norte está cada vez mas alumbrado hasta el solsticio de junio, en que el Sol ilumina todo el círculo polar. En esa época contamos, en la latitud

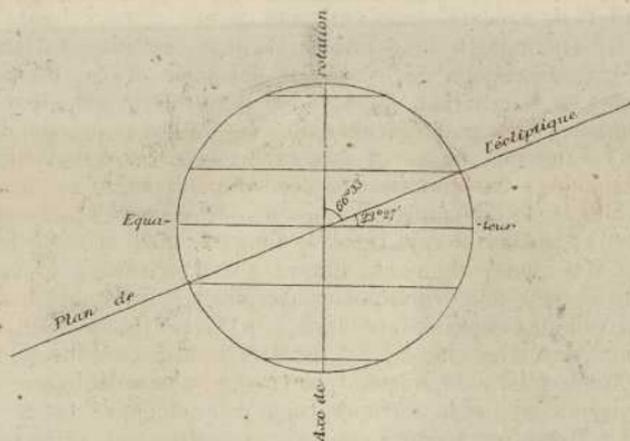


FIG. 47. — Inclinación del eje de rotación sobre el plano de la eclíptica.

de París, 16 horas de día y 8 horas de noche solamente; el Sol entonces se halla elevado en el cielo $23^{\circ} 27'$ mas alto que el ecuador. Después la Tierra avanza en su curso, bajando el polo norte y elevando el polo sur, hasta el equinoccio de setiembre, en que la situación es simétrica á la de marzo, y hasta el solsticio de diciembre, en que está ella en sentido opuesto al del solsticio de junio. Entonces es el polo sur el alumbrado, mientras que el polo norte queda en la oscuridad: el día aquí ya no es sino de 8 horas, reinando la noche durante 16 horas (prescindiendo de los crepúsculos); el Sol no se eleva sino á $23^{\circ} 27'$ bajo el ecuador: es el invierno para nuestro hemisferio y el verano para el hemisferio sur. La posición de la Tierra en los equinoccios y en los solsticios se leerá aún mejor en nuestras figuras 48 y 49 que en la lámina.

La duración del día varía considerablemente para las diferentes latitudes, como puede verse en la siguiente tabla que indica la del día solsticial, desde el ecuador hasta los polos.

En el ecuador.....	12 horas.	A 65°48' de latitud..	22 horas.
16°44' de latitud..	13	66°21'	23
30°48'	14	66°33'	24
41°24'	15	67°23'	1 mes.
49°2'	16	69°51'	2
54°31'	17	73°40'	3
58°27'	18	78°11'	4
61°19'	19	84° 5'	5
63°23'	20	En los polos.....	6 meses.
64°50'	21		

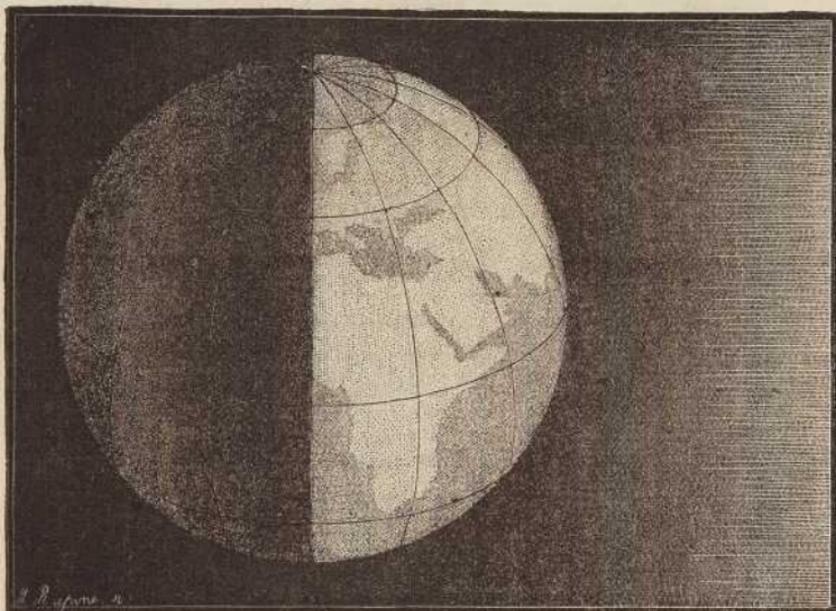


FIG. 48. — Posición de la Tierra en los equinoccios.

Esta oblicuidad de la eclíptica no es invariable, pues decrece lentamente. Desde la mas remota antigüedad fué ya medida. Plinio atribuye su descubrimiento á Anaximandro, discípulo de Tháles, que vivió en el siglo VII ántes de nuestra era. Pero los Chinos la conocian desde mucho tiempo ántes, puesto que existe una determinacion hecha por el astrónomo Tcheou-Kong 1100 años ántes de nuestra era. Las diferentes medidas antiguas y modernas están perfectamente acordes entre sí, lo que es muy notable sin duda, y prueba que los astrónomos antiguos habian puesto el mayor cui-

dado y esmero en tomarlas. Estas medidas demuestran que la oblicuidad disminuye actualmente 48" por siglo. Hé aquí las principales :

1100 años ántes de J. C.	Tcheou-kong, en la China ...	23°54'
350 —	... Pythéas, en Marsella.....	23 49
250 —	... Eratóstenes, en Alejandria...	23 46
50 —	... Lieou-hiang, en la China....	23 45
460 años despues de J. C.	Tsou-chong, id. —	23 39
880 —	... Albategnius, en Arabia.....	23 36
1000 —	... Ebn-Jonis, en el Cáiro.....	23 34
1437 —	... Ulug-Bey, en Samarcanda. . .	23 31
1800 —	... Observatorio de Paris.....	23 28
1876 —	... — —	23 27

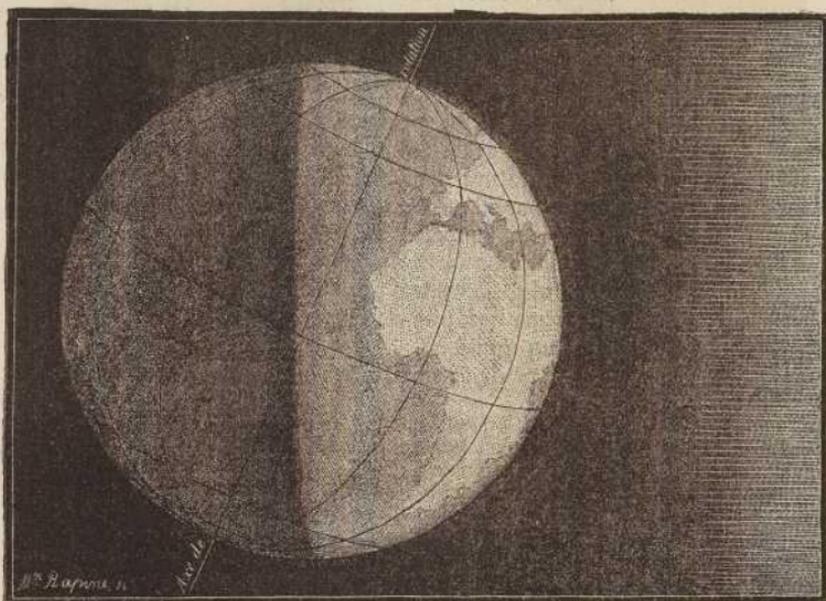


FIG. 49. — Posición de la Tierra en el solsticio de estío (21 de junio).

¿ Continuará así la disminución, y podremos abrigar la esperanza de ver algún día el ecuador enteramente tendido sobre la eclíptica, desaparecer las estaciones y reinar en la superficie del globo un clima constante y una *perpetua primavera*? — No.

Esta disminución es debida á la atracción que los planetas ejer-

cen sobre la Tierra, y se halla así ligada á un ciclo de todas sus influencias reunidas. La mecánica celeste demuestra que esta disminucion cesará en los siglos venideros, y que un movimiento contrario del plano de la eclíptica sucederá al primero. La extension de la variacion no es, en total, sino $1^{\circ} 21'$. Esta variacion no ejerce influencia alguna en los climas de la Tierra ¹.

4^o Hemos visto que la órbita terrestre no es circular, sino elíptica. Su excentricidad es de 0,01679. En efecto, si tomamos por unidad la distancia média de la Tierra al Sol, ó la mitad del eje mayor de la órbita, tenemos :

Distancia perihelia.....	0,98321	en kilómetros 145 500 000
— média.....	1,00000	148 000 000
— afelia.....	1,01679	150 500 000

Por consiguiente, la Tierra se halla 5 000 000 de kilómetros, ó 1 260 000 leguas mas cerca del Sol cuando pasa á su perihelio que cuando pasa á su afelio. La primera posicion la tiene el 1^o de enero y la segunda el 1^o de julio. Esta diferencia de lejanía no impide que la temperatura sea precisamente ménos elevada para nuestro hemisferio boreal en la primera de esas fechas que en la segunda; porque esta temperatura se halla determinada por la inclinacion de los rayos solares y por la duracion del día. No obstante, como el hemisferio central tiene entónces el verano, recibe del Sol mas calor que nosotros en la proporcion de la diferencia de lejanía : como un quinceno.

Esta excentricidad de la órbita terrestre no es constante tam-

1. Uno de nuestros sabios astrónomos ingleses contemporáneos, M. Hind, halla (*Solar System*, p. 33) que « este descubrimiento de los límites á los cuales está subordinada concuerda con la promesa que Dios hizo á Noé despues del diluvio, de no cambiar ya nada *en adelante* en la superficie de la Tierra, al mismo tiempo que explica los medios de que se ha valido el Criador para realizar su voluntad, medios que han permanecido ocultos hasta que la ciencia moderna los ha descubierto de esa manera. » Sin duda que es esta una idea bastante singular. Además de que Dios no ha « abierto la boca jamas » para hablar á Noé, y que nunca fué ahogado el género humano como supone la Biblia, es indudable que *la oblicuidad de la eclíptica tenia antes del diluvio los mismos elementos de estabilidad que hoy tiene*, y que esta estabilidad no data, ni tampoco el arco iris, de la inundacion que nos refiere el historiador judío. Esta es una ilusion religiosa, análoga á la de Milton, quien nos muestra en su *Paraiso perdido* (canto X), á los ángeles empujando con grande esfuerzo el eje del globo para inclinarle : « They with labour pushed oblique the centric globe », Jehovah, furioso por la culpa de Adán (ó de Eva?), suprimiendo la primavera perpetua de la cual gozara la Tierra hasta entónces; lo que es contrario á la verdad, puesto que el eje no ha sido *nunca* perpendicular al plano de la órbita. — ¡ Cuántos astrónomos de nuestros días, cuyos nombres pudiera yo citar, son, como M. Hind, inconsecuentes con su propia ciencia !

poco, sino que disminuye lentamente, de siglo en siglo. Hé aquí algunos guarismos que muestran la lentitud de su variación secular :

EXCENTRICIDAD DE LA ORBITA TERRESTRE

Hace 100 000 años (máxim.).....	0,0473
70 000 años.....	0,0316
50 000 años.....	0,0131
10 000 años.....	0,0187
Hoy.....	0,0168
Dentro de 10 000 años.....	0,0155
23 900 años (mínim.).....	0,0033
50 000 años.....	0,0173
70 000 años.....	0,0211
100 000 años... ;	0,0189

¿ Llegará ella á ser nula algún día, y seguirá entónces nuestro planeta una perfecta circunferencia alrededor del Sol? — No.

La excentricidad de las órbitas planetarias varía bajo la influencia recíproca que los planetas ejercen unos sobre otros. Este hecho es de una importancia capital, pues la duración del año, el movimiento angular, la cantidad de luz y de calor recibida del Sol, varían con el eje mayor. Ahora bien, ¿ se alarga éste, ó se acorta con la excentricidad? ¿ No es acaso estable el sistema planetario? La Tierra y los demás planetas ¿ están tal vez destinados á ver sus órbitas prolongadas en el porvenir, y á alejarse cada vez más del Sol para ir á morir en los insondables desiertos del espacio? ¿ O deberán más bien acercarse poco á poco al Sol, ver sus años mercedados, y precipitarse un día en la hoguera que los atrae? — No.

El eje mayor es invariable. Además, las acciones planetarias no obran constantemente en el mismo sentido, y la combinación de sus revoluciones neutraliza pronto los efectos que habían ellas producido. La excentricidad de las órbitas, la variación de la línea de las ápsides, la marcha de los perihelios, no pueden sufrir sino cambios periódicos, debiendo permanecer su estado medio constantemente el mismo, mientras que existan los planetas.

Si consideramos, por ejemplo, los dos planetas más importantes de nuestro sistema, Júpiter y Saturno, hallamos que su mutua atracción produce una variación secular en la excentricidad de la órbita de Saturno, desde 0,08409 (su máximo) hasta 0,01345 (su mínimo), mientras que la de Júpiter varía de 0,06036 á 0,02606; correspondiendo la mayor excentricidad de Júpiter á la



menor de Saturno, y *vice versa*. El período de esta variación total es de 70 414 años. Se necesitarían millones de años para restituir el sistema planetario á su estado primitivo, sólo en lo concerniente á la excentricidad de las órbitas. El triple período de las excentricidades de Júpiter, Saturno y Urano tomados en conjunto abraza el espacio de 900 000 años.

La excentricidad de la órbita terrestre continuará disminuyendo hasta que descienda á 0,003314, lo que no sucederá hasta el año 25 780 de nuestra era.

Léjos de ser estable y siempre igual á sí mismo, el universo sufre, como lo vemos demostrado, incesantes trasformaciones. Pero las que hemos examinado hasta aquí no son aún las mas importantes, ni las mas fuertes; pues hay otras cuyo breve conocimiento no interesa ménos á nuestra instruccion general.

5º La línea ideal que une el perihelio al afelio, y que se llama *línea de las ápsides*, cambia también lentamente; lo que hace variar la posición del perihelio y la del afelio. Hé aquí algunas posiciones del perihelio que señalan su marcha :

Fecha de la medida.	Longitud.
1690.....	97° 35' 31"
1775.....	99° 3' 17"
1800.....	99° 30' 5"
1850.....	100° 21' 22"
1876.....	100° 48' 11"

En el año 1250 de nuestra era, llegaba el perihelio el día del solsticio de invierno, el 21 de diciembre. Ahora el 1º de enero. En aquella época, la duración de la primavera era igual á la del verano, y la duración del otoño igual á la del invierno. En el año 4000 ántes de nuestra era, en cuya época muchos cronologistas han imaginado fijar la creación del mundo, coincidía el perihelio con el equinoccio de otoño. Hemos dicho que en el año 1250 coincidió con el solsticio de invierno. Teniendo lugar entonces nuestros inviernos en la sección de la órbita mas próxima al Sol, eran lo ménos frios que es posible sean, y nuestros veranos, hallándose en la sección de la órbita mas lejana, eran á su vez los ménos calurosos que pueda haber. Como la diferencia de distancia es de mas de un millon de leguas, y la diferencia de calor recibido de un quinceno, esta variación debe tener una influencia real y efectiva en la intensidad de las estaciones. El perihelio marcha en el sentido de los meses. Desde el año 1250, ha marchado desde el 21 de diciembre hasta el 1º de enero. En el equinoccio de prima-

vera del año 6590 llegará al 21 de marzo, y en el solsticio de estío del año 11 900 al 22 de junio. Entónces nuestros veranos serán los mas cálidos y nuestros inviernos los mas frios que puede haber. Será todo lo contrario de nuestra actual situacion. Por último, el año 17 000 de nuestra era, habrá vuelto el perihelio al punto en el cual se hallaba cuatro mil años ántes de nuestra era, es decir, al equinoccio de otoño. El movimiento es de $61''$, 9 cada año, ó 1 grado en 58 años, y el ciclo es de 21 000 años¹.

Este movimiento de la línea de las ábsides es debido principalmente á la atraccion de Vénus y de Júpiter sobre nuestro planeta.

6° Examinemos ahora la célebre variacion secular conocida bajo el nombre de *precesion de los equinoccios*.

El equinoccio de primavera no cae todos los años en el mismo momento, sino que avanza cada año, Supongamos que en el momento del equinoccio se prolonga el radio vector que parte desde la Tierra al Sol hasta una estrella colocada detras del Sol. El año siguiente, cuando vuelva el equinoccio, nuestra línea ideal no tendrá ya á la estrella en su extremidad, la Tierra deberá continuar su curso durante algun tiempo para que este encuentro tenga lugar, es decir, para que la revolucion total, ó el año sideral de la Tierra, se complete. Así que, entre dos equinoccios de primavera hay ménos tiempo que entre dos vueltas de la Tierra al mismo punto de su órbita. La diferencia es de 20 minutos y 23 segundos. Esta vuelta de la Tierra al mismo equinoccio se llama año trópico : su duracion es de 365 dias 5 horas 48 minutos y 47 segundos. En él se funda el calendario, y para hacer concordar el año civil con la marcha aparente del Sol, cada cuatro años hay uno bisiesto, á excepcion de tres años seculares sobre cuatro².

1. Los tratados de astronomía introducen, por lo general, la mayor confusion en las explicaciones de esta variacion del perihelio. Unas veces la confunden con la precesion de los equinoccios; otras, no consideran sino el movimiento aparente del perigeo; otras, se equivocan en el sentido de la direccion. Así es que se lee en la *Astronomía* de sir John Herschel, § 369 b, que el perihelio coincidía con el equinoccio de primavera el año 4000 ántes de J. C. Este error se reproduce en la *Astronomía* de Chambers, cap. VI. Si se consulta sobre ésto la grande *Astronomía popular* de Arago, en cuatro volúmenes, nada se halla en ella; nada, sino el movimiento del perigeo referido á las apariencias, suponiendo la Tierra inmóvil! Y sin embargo, es fácil convencerse de que la longitud del perihelio de la Tierra avanza en el sentido de la numeracion de los grados. En 1800 era de $99^{\circ} 30'$, y en 1850 de $100^{\circ} 24'$. Por consiguiente, en la actualidad va avanzando hácia los 180° . Ahora bien, 180° es la longitud de la Tierra en el equinoccio de primavera, puesto que entónces la del Sol es 0. Luego el perihelio viene del otoño y marcha hácia la primavera, en vez de venir de la primavera y marchar hácia el otoño.

2. Este adelanto secular del equinoccio no es enteramente uniforme; resultando de aquí que el año trópico no es absolutamente invariable. Por eso ahora es 41 segundos

Pareciendo pues que el Sol se adelanta así cada año sobre las estrellas, resulta que las constelaciones del zodiaco retrogradan sobre él. Así que, cuando se estableció el curso anual aparente del Sol por el zodiaco, hará unos 2000 años, el equinoccio de primavera tenía lugar cuando entraba el Sol en la constelacion de Aries. Ahora, el 21 de marzo, día del equinoccio de primavera, se halla delante de las estrellas de la constelacion de Piscis. Luego todo el cielo se va trasladando de occidente á oriente con grande lentitud. La ascension recta de toda estrella, es decir, su distancia del meridiano del equinoccio de primavera tomado como origen para contar, aumenta cada año algo mas de 3 segundos de tiempo; resultando de aquí que á cada instante es menester recomenzar los mapas celestes.

La desviacion en algunos siglos es considerable. El mejor ejemplo que pudiera citarse es el mismo que hizo descubrir la precesion de los equinoccios por el astrónomo Hiparco. El año 128 ántes de nuestra era, observó él la posicion de la estrella que llamamos la Espiga de Virgo, y halló que habia avanzado mucho con respecto á la posicion observada por los astrónomos anteriores; y áun pudo fijar, con admirable precision, la amplitud de este movimiento. En aquella época, la longitud de dicha estrella era de 174° ; hoy es de 202° . Por consiguiente, ha avanzado 28° en 2 000 años.

Es probable que Hiparco no descubrió la precesion de los equinoccios, sino que sólo calculó su valor. Este movimiento era conocido ya mucho ántes de su época, por los astrónomos indios y chinos, quienes hasta se sirvieron de este conocimiento para su poner ciertos estados del cielo anteriores á los que ellos habian observado, y crear así á su ciencia y á sus patrias una antigüedad fabulosa.

Este movimiento secular del globo terrestre que cambia el plano de su ecuador y la direccion del eje de rotacion, se asemeja enteramente al de un trompo cuando, durante su movimiento de rotacion, se le vé la pua (es decir, su eje) describir un cono (BAB').

mas corto que en tiempo de Hiparco, y 30 segundos, mas corto, que en el tiempo en que la ciudad de Thébas, en Egipto, era la capital del mundo. A principios de este siglo, era de 365 días 5 horas 48 minutos y 51 segundos. Su mas larga duracion tuvo lugar en el año 3040 ántes de nuestra era : su duracion mas corta tendrá lugar en el año 7600, con 76 segundos ménos que en el año 3040 ántes de J. C. En nuestra época, el año pierde en duracion como unos tres cuartos de segundo por siglo. Un centenario de nuestros dias ha vivido en realidad 20 minutos ménos que un centenario del sig de Augusto, y una hora ménos que un centenario egipcio del año 2500 ántes de nuestra era.

en derredor de la vertical (AC), como inverso cuyo vértice inferior (fig. 50) es la misma púa del trompo. La rotacion de la Tierra alrededor de su centro se efectúa en condiciones enteramente análogas: mientras que ella gira alrededor de su línea de los polos esta línea, inclinada $23^{\circ} 27'$ sobre la perpendicular al plano de la eclíptica, describe un cono en derredor de esta perpendicular formando así sucesivamente diversas direcciones.

De aquí resulta que el polo celeste cambia de año en año, y que el cielo entero parece girar lentamente alrededor del polo de la eclíptica. En la actualidad, la línea de los polos terrestres toca en el cielo junto á la estrella α de la constelacion de la Osa Menor,

llamada por esta razon la estrella polar. Pero ese polo celeste no permanecerá allí siempre, sino que irá trasladándose en el cielo siguiendo un círculo de 47 grados de diámetro.

La velocidad del movimiento es de $50''$, 3 por año. Para que el cielo haya completado una revolucion entera, se necesita por consiguiente el trascurso de 25 765 años. Tal es el cielo de la precesion de los equinoccios.

Continuando así aproximándose á la estrella α de la Osa Menor, el polo, que dista aún de ella $1^{\circ} 23'$, es decir, como unas tres veces el ancho de la Luna, llegará junto á ella el año 2105. A partir de esta época, el polo se irá alejando de esa estrella, pasará sucesivamente por las cercanías de otras varias más ó ménos brillantes, las cuales recibirán á su vez y por su turno el nombre de *estrellas polares* por las generaciones venideras, hasta que, dentro de unos doce mil años, llegue junto á la esplendente Vega, de la Lira, que por espacio de mil años, por lo ménos, marcará en el cielo el sitio del polo, como le marcó ya en otros tiempos, catorce mil años ha.

Si tuviéramos noticia de observaciones que hubieran consignado el sitio de esta estrella en el polo, ó que hubieran colocado el equinoccio de primavera junto á una estrella de Libra, podríamos deducir que dichas observaciones datarian de catorce mil años. Desgraciadamente, si bien varias historias, políticas y religiosas, han tenido la pretension de elevarse á una antigüedad aún mas remota, no poseemos ninguna observacion astronómica que lo

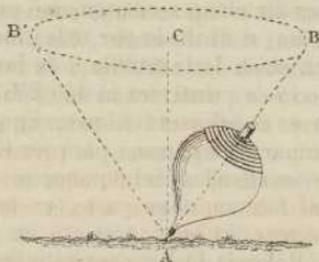


FIG. 50. — Imágen del movimiento de precesion.

afirme. Yo he examinado un gran número de documentos antiguos, con el deseo de descubrirla, sobre todo cuando escribí la *Historia del cielo*; pero nada he hallado de épocas tan remotas.

Los anales chinos nos han conservado observaciones de eclipses de Sol desde el año 2158 ántes de nuestra era. La grande Enciclopedia china recientemente publicada, en cien volúmenes, puede ser hoy consultada por todos los Europeos. Tenemos una observacion china de la estrella γ de las Pléyades como marcando el equinoccio de primavera el año 2357 ántes de nuestra era, y observaciones de eclipses hechas en Egipto desde el año 2720. Las Pléyades son para ellos, como para los Chinos, como para Hesiodo, las primeras estrellas del equinoccio. La constelacion de Taurus, de la cual forman ellas parte, es la que abre el año en los antiguos zodiacos. El buey Apis era un símbolo de ella en Egipto. Entre los Hebreos, la hermosa estrella Aldebaran, el ojo del Toro, representa el *aleph*, el ojo de Dios, el mismo Jehovah. Pero nada tenemos mas antiguo que esto. A pesar de la autoridad de Laplace y de Dupuis, no creo que se pueda científicamente hacer remontar la construccion del zodiaco mas allá de tres mil años ántes de nuestra era, en la época en que la precesion coloca el equinoccio en Taurus. Ningun zodiaco conocido ha empezado en el signo siguiente: en Géminis.

Este movimiento de precesion no se efectúa sin embargo siguiendo un círculo perfecto, puesto que la oblicuidad de la eclíptica varía. Pero, como ya lo hemos visto, esta variacion de la eclíptica, y por consiguiente de su polo, se halla encerrada en estrechos limites.

La precesion de los equinoccios tiene por causa la atraccion combinada de la Luna y del Sol sobre el ensanchamiento ecuatorial de la Tierra. Si la Tierra fuera perfectamente esférica, este movimiento retrógrado secular no existiria. Pero es aplanada en sus polos y ensanchada en su ecuador. Las moléculas de este rodete ecuatorial retardan algo el movimiento de rotacion: la accion del Sol y de la Luna las hace retrogradar, y en este movimiento retrógrado, arrastran ellas al globo al cual se hallan adheridas ¹.

1. La mayor parte de los tratados de astronomía enseñan erróneamente que la precesion de los equinoccios sólo es debida á la accion del Sol. Arago, en su *Astronomía popular*, tomo IV, p. 101, se expresa así: «Mientras que el Sol, obrando sobre la parte ensanchada de la Tierra, produce la precesion, la Luna, por una accion análoga, produce la *nutacion*.» Delaunay, en su *Curso de Astronomía*, p. 559, dice á su vez: «La accion del Sol sobre las diversas partes del ensanche ocasiona un movimiento retrógrado de la interseccion del plano del ecuador con el plano de la eclíptica, es decir, de la línea de los equinoccios. La Luna, obrando como el Sol,

7° La Luna no se halla en la eclíptica sino accidentalmente; su acción sobre el ensanche ecuatorial del globo no se limita á aumentar la precesion, sino que determina la *nutacion* del eje de la Tierra. Es un movimiento del eje, que le hace describir alrededor del polo medio, tomado como centro, un cono pequeño, que no mide sino 19' de amplitud, y que por consiguiente no es perceptible sino en los instrumentos astronómicos. Esta pequeña elipse se describe en 18 años y $\frac{2}{3}$. El astrónomo inglés Bradley fué quien la descubrió. Observando la estrella γ del Dragon, notó que desde el año 1727 hasta 1736 avanzó ella constantemente hácia el polo boreal, y que, á partir de esta última fecha, se movió en sentido contrario. Entónces escribió al astrónomo frances Lemonnier, rogándole que observara al mismo tiempo que él las estrellas con este objeto; y así quedó el descubrimiento de ese movimiento pequeño enteramente completado y corroborado.

8° Tales son las grandes desigualdades seculares y periódicas que afectan al movimiento de la Tierra. La combinacion de las masas planetarias añade aún á estas desigualdades ciertas *perturbaciones* de menor importancia que alteran la elipticidad de la órbita, hacen undular la curva, y aún á veces atraen el centro de gravedad del sistema planetario fuera del Sol, modificando así la forma elíptica de las órbitas. Nuestro globo, tan macizo, no es sin embargo sino un juguete liviano en el éter, balanceado y mecido de mil maneras por las fuerzas cósmicas.

9° Pero hay mas. Añádase aún á estas complicaciones el transporte de todo el sistema solar entero en el espacio. Comparando con atención las observaciones, se ha averiguado que las estrellas, en vez de estar fijas, se hallan animadas cada una de un movimiento propio. Esta marcha en un sentido, aquella en otro diferente. Este movimiento es de una lentitud extrema para cada una de ellas; pero al fin, es perceptible. Yo he calculado que la hermosa estrella doble 61^a del Cisne recorre 31', que es la anchura aparente de la Luna, en 350 años, σ Eridano en 440 años, μ Casiopea en 483 años, α del Centáuro en 500 años, Arturo en 800

tiende á producir un efecto análogo; pero el cambio bastante rápido de la posición del plano de su órbita hace que el resultado de su acción no siga las mismas leyes. En una palabra, mientras que el Sol produce la precesion de los equinoccios, la Luna, por una acción análoga, produce la *nutacion*. » Esto es un error. La *precesion* es debida á los dos astros reunidos, y la *nutacion* á la Luna solamente. Nuestro satélite entra por las dos terceras partes en la precesion, y el Sol por una tercera parte nada mas, á causa de su lejanía. Si la Luna no existiera, la precesion anual no sería sino de 16'', en vez de 50'',3. Los planetas obran tambien, pero en sentido contrario, y débilmente. Ellos disminuyen en 0'',3 esa cantidad, que sin ellos sería de 50'',6.

años, Sirio en 1300 años, etc. Estos movimientos propios se dirigen en todos sentidos, es verdad, pero entre todas esas direcciones, hay una que predomina y que es debida al cambio de perspectiva celeste causado por nuestra propia traslacion en el espacio, — no por nuestra traslacion anual en nuestra órbita, pues todo el ancho de esta órbita (74 millones de leguas) no es mas que un punto comparado con las distancias estelares, — sino una traslacion secular continua, debida al movimiento propio del Sol en el espacio. A la manera que, cuando atravesamos en wagon los paisajes de una vasta campiña, vemos cambiar sucesivamente las perspectivas, pasar los árboles, los caserios, los bosques, las colinas, todo como arrebatado por un movimiento aparente en sentido opuesto al nuestro, así esa traslacion general de las estrellas nos ha demostrado que el Sol nos arrastra, nos conduce en el espacio, á nosotros y á todos los planetas de su sistema, en una direccion cuya posicion en la esfera celeste es ésta :

Ascension recta	260° 51'
Declinacion boreal.....	31° 17'

Este punto se halla en la constelacion de Hércules. Nosotros vamos bogando hácia esa region, con una velocidad por lo ménos igual á la de la Tierra en su órbita, es decir, que ademas de los 235 millones de leguas que recorreremos cada año en nuestra revolucion alrededor del Sol, andamos por lo ménos otro tanto, avanzando en el espacio. Venimos de los parajes estrellados donde resplandece Sirio, y bogamos hácia aquellos otros donde brillan los astros de la Lira y de Hércules.

Yo he tenido la curiosidad de querer representarme esa caida en el infinito. Como en el universo no hay alto ni bajo, podemos, para percibir mejor esta traslacion en medio de las estrellas, y para orientarla con relacion al plano general del sistema planetario, tomar por punto de comparacion la ecliptica. Como todos los planetas y sus satélites giran alrededor del Sol en el zodiaco, con una ligera inclinacion sobre la ecliptica, podemos preguntarnos si el sistema solar, comparable á un disco lanzado en el espacio, viaja en el sentido de su extension, en su horizonte, podriamos decir, ó bien, si cae de llano, ó si se desliza oblicuamente. Sin duda se podrá responder que, desde el momento en que se cae, poco importa saber si se cae de plano ó de costado. Sin embargo, no por eso deja de ser el asunto interesante. Si pues tomamos por horizontal el plano de la ecliptica, y por vertical el polo de la misma ecliptica, podemos trazar la figura de nuestra caida en el

espacio, — caída real y efectiva, como que es producida por la pesantez. Ahora bien, este punto forma un ángulo de 38 grados con el polo de la eclíptica. La dirección del movimiento del sistema solar en el espacio está representada por la grande flecha (fig. 51). Nótese que no caemos de plano, ni en el sentido del disco plane-

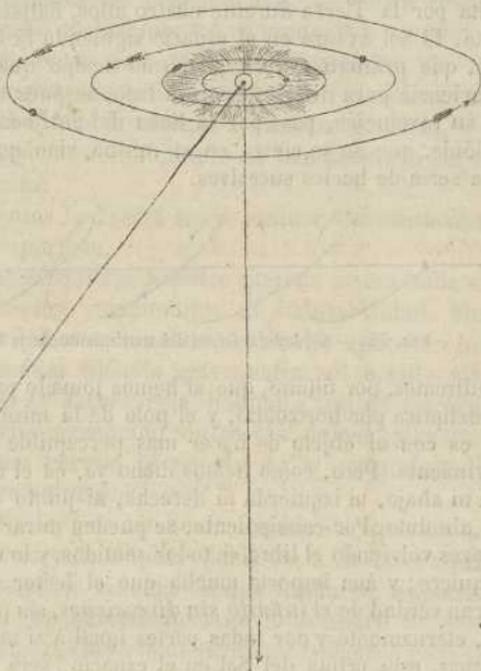


FIG. 51. — Caída del sistema solar en el espacio.

tario, sino oblicuamente. — (Como el plano de la eclíptica se supone ser horizontal, no deberían verse las órbitas planetarias; pero se ha inclinado un poco el sistema y dibujado á su mutua distancia del Sol las órbitas de los cuatro planetas exteriores; pues Marte, la Tierra, Vénus y Mercurio están demasiado cerca del Sol para poderlos dibujar en esta escala.)

A las anteriores complicaciones de la órbita terrestre, es menester pues añadir aún otra incomparablemente mas importante y mas gigantesca, bien que haya permanecido hasta hoy extraña á los cálculos de la mecánica celeste. En vez de describir una elipse

cerrada, y de volver cada año al mismo punto en que se hallaba el año anterior, la Tierra describe una elipse descendente, si puedo expresarme así, ó una hélice sin fin, girando siempre alrededor de la flecha de la figura anterior considerada como eje de estas espiras helicoidales. Si colocamos horizontalmente ante nosotros la flecha de la figura anterior, y dibujamos la hélice real descrita por la Tierra durante cuatro años, hallamos la figura siguiente. El Sol avanza en el espacio siguiendo la línea recta, y la Tierra, que primero avanza al mismo tiempo que él, se detiene en apariencia para dirigirse por su lado, despues vuelve para describir su revolucion, pasa por la línea del Sol, continuando así su epiciclóide, que no se cierra en sí misma, sino que se desarrolla en una serie de bucles sucesivos.

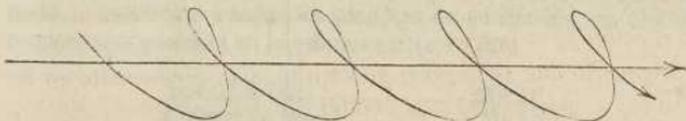


Fig. 52. — Verdadera forma del movimiento de la Tierra.

Añadirémos, por último, que si hemos tomado poco ha el plano de la eclíptica por horizontal, y el polo de la misma eclíptica por nadir, es con el objeto de hacer mas perceptible y comprensible el movimiento. Pero, como hemos dicho ya, en el universo no hay arriba ni abajo, ni izquierda ni derecha, ni punto de marca ó de escala absoluto. Por consiguiente, se pueden mirar las dos figuras anteriores volviendo el libro en todos sentidos, y lo de arriba abajo si se quiere; y aún importa mucho que el lector se convenza de esta gran verdad de *el infinito sin direcciones*, sin profundidad, sin altura, eternamente y por todas partes igual á sí mismo.

Ademas, esta órbita del Sol en el espacio ¿será una curva cerrada? ¿Girará él tambien alrededor de un centro? Y este centro desconocido, ¿se hallará él fijo á su vez, ó cambiará de lugar en el decurso de los siglos, haciendo tambien describir al Sol y á todo nuestro sistema planetario hélices análogas á las que acabamos de hallar para la Tierra? O bien el Sol, que es una estrella, ¿forma él parte de un sistema sideral, de un grupo de estrellas animado de un movimiento comun? (Varios ejemplos de esto he descubierto yo en el cielo.) — Punto es éste sobre el cual nada se puede aún decidir. Pero, sea de ello lo que fuere, el Sol en su curso debe de sufrir influencias siderales, verdaderas perturbaciones que hacen undular su marcha, complicando aún, bajo formas desconocidas, el movimiento de nuestro pequeño planeta.

Tal es la uranografía de la Tierra. Rotacion diurna sobre su eje, — revolucion anual alrededor del Sol, — oscilacion de la eclíptica, — variacion de la excentricidad, — mutacion del perihelio, — precesion de los equinoccios, — nutacion, — perturbaciones planetarias, — traslacion del sistema solar, — acciones siderales desconocidas, — hacen revolotear á nuestro pequeño globo, que va rodando con rapidez en el espacio, perdido entre esos millares de mundos, de soles y de sistemas que pueblan la inmensidad de los cielos. El estudio de la Tierra acaba de darnos á conocer el Cielo, y en el átomo microscópico que habitamos se han revelado las vibraciones del Infinito.

Pero no dejémos la Tierra sin examinar las *condiciones de la vida* en su superficie.

Digase lo que se quiera, nuestro planeta no se halla en las mejores condiciones imaginables de habitabilidad. Muchos vacíos, muchos defectos, muchos obstáculos aparecen ante la vista del observador filósofo que analiza el estado vital de este globo; y si la Tierra está habitada, no es ciertamente porque haga ella excepcion entre los demas planetas sus compañeros, sino porque es propio de la naturaleza de los planetas el estar habitados.

Es muy probable, por no decir indudable, que los astrónomos de Saturno y de Júpiter declaren á la Tierra inhabitable, y con excelentes razones en que fundarse. Supongamos por un instante que habitáramos en el primero de esos dos hermosos planetas. ¿Qué efecto produce la Tierra vista desde allí?

En Saturno, globo magnífico, 864 veces mas voluminoso que la Tierra, nos creemos en el centro mismo del universo. Radiantes anillos se suceden y se ciernen sobre nuestras cabezas, en nuestro cielo, que parecen creados expresamente para sostener las bóvedas celestes. El Sol, astro allí muy pequeño, pero manantial de luz y de calor, recorre su ruta aparente mas allá de esos anillos. Ocho satélites inmensos, mucho mas gruesos que el Sol en apariencia, giran en el mismo sentido en derredor nuestro, modificándose por mil fases variadas. El cielo estrellado encierra todo este inmenso

sistema, efectuando cada dia su rápido movimiento diurno. Al traves de aquel cielo circulan tres magnificos planetas : Júpiter, Urano y Neptuno. Allí, en aquella noble esfera, cada año consta de 25 069 dias saturnales, cuya duracion equivale á mas de 30 años nuestros.

Los Saturnícolas no conocen probablemente siquiera la existencia de la Tierra, invisible para ellos. Méenos importancia óptica tiene allí nuestro globo, que para nosotros los satélites de Júpiter; pues no es sino un punto, apénas luminoso, situado á mas de 300 millones de legüas de ellos, enteramente imperceptible, áun suponiendo que posean telescopios de mucha mayor potencia óptica que los nuestros. Este punto camina á la izquierda y á la derecha del Sol, sin alejarse de él nunca mas de 6 grados, es decir, mas de doce veces el ancho que nos presenta este astro. Por consiguiente, se halla siempre eclipsado entre sus rayos, y por lo tanto, invisible. Sólo, de vez en cuando, pasa este puntito sobre el Sol, como la picadura de una aguja, siendo éste el único caso en que se le pueda ver y comprobar su existencia. Luego nosotros no somos para los Saturnícolas sino una simple mota, *un puntito negro* que pasa á veces por delante de su Sol. Y todavía, cuando decimos para los Saturnícolas, sería mas propio que dijéramos para los astrónomos de Saturno solamente, pues los demas habitantes de aquel planeta deberán preocuparse muy poco ó nada de tan insignificante detalle, (y si alguna catástrofe imprevista redujera á polvo nuestro planeta entero, las acciones de la Bolsa en aquel mundo lejano no sufrirían por eso la mas ligera fluctuacion). Tal es el efecto que nuestra orgullosa Tierra, tan ávidamente codiciada y repartida por los conquistadores, produce á la distancia de aquel planeta. ¡Qué sería si nos preguntáramos lo que vendría ella á ser, vista desde Urano, desde Neptuno, y sobre todo, vista desde las estrellas! Y sólo á este puntito negro habian querido limitar toda la obra del Criador!

Esta vista astronómica de la Tierra es muy á propósito para moderar la admiracion que pueda ella inspirarnos, y para emanciparnos de ese falso patriotismo que hace creer á los ciudadanos de cada pais que su patria es la primera nacion

del mundo. Las comparaciones que se hacen viajando son muy útiles para corregir esta miopia; y vistas de lejos, sobre todo en astronomía, tales ilusiones pierden pronto su falsa grandeza.

Bajo el punto de vista de las dimensiones, del peso, de la densidad, de la distancia del Sol, de la duración del año, de las estaciones, de la situación astronómica particular, la Tierra no ha recibido ningún privilegio; siendo otros planetas, por muchos conceptos, más privilegiados. Tal cual ella es en la superficie de nuestro planeta, la vida está en perfecta armonía con las condiciones de habitabilidad del globo; ni podía ser otra cosa tampoco, puesto que *estas mismas condiciones son las que han hecho la vida lo que ella es*. Esta vida terrestre no podría ser trasladada á la superficie de otro planeta sin que allí pereciera. Así que debemos tener especial cuidado de no incurrir en el error general en que incurren siempre los que establecen comparaciones entre los demás planetas y el nuestro. Aquí es preciso hacer un esfuerzo intelectual, so pena de no comprender nada en la materia. La fisiología de otro mundo es preciso considerarla bajo el punto de vista *general*, y no bajo el punto de vista *particular* del estado de la vida terrestre transferida á otra parte. Y aun la Tierra misma, es menester también considerarla bajo el punto de vista general para juzgarla, y no bajo el punto de vista especial de la adaptación de las especies vivientes que la habitan á las condiciones que les han dado origen.

Así, pues, considerémos primero la intensidad de las estaciones. Es indudable que el invierno es tan necesario como el verano para que los trigos y los cereales todos, los viñedos, las plantas en general, germinen, florezcan y lleguen á completa madurez. Pero deducir de este arreglo terrestre, como lo hacia mi antiguo maestro y amigo Babinet, del Instituto, que Júpiter no es habitable porque allí no podría espigar el trigo, y se morirían las gentes de hambre, es evidentemente encerrarse demasiado en el mezquino círculo terrestre, é interpretar falsamente los grandes designios de la naturaleza.

La influencia de las estaciones es sin duda favorable á la vegetación como á la animalidad terrestres. Pero los frios

como los calores excesivos suelen á veces ser funestos, en vez de ser útiles y provechosos. Supongamos por un momento que el eje de la Tierra esté ménos oblicuo sobre la eclíptica. El reino vegetal como el reino animal estarían organizados de una manera mas delicada. Las especies todas, no teniendo que soportar tales alternativas de temperatura, serian ménos rudas, mas sensibles. Habria ménos aspereza en el régimen del planeta, y todo marcharia mucho mejor. Bajo este punto de vista tan importante, puesto que las estaciones y los climas son los que regulan en gran parte el estado de la vida, nuestro planeta dista mucho de ofrecer grandes ventajas; y los mismos habitantes de la Tierra habian concebido otro mejor organizado, inventando, en la infancia de las sociedades, la *edad de oro*, en perpetua primavera, y con el eje perpendicular á la eclíptica.

La distribucion de las aguas en la superficie del globo no es ménos imperfecta que la de las temperaturas; habiendo comarcas donde la lluvia es demasiado abundante, diluviando casi siempre, miéntras que en otros paises no llueve jamas. En las mismas regiones templadas y privilegiadas, como la Francia y la Italia, algunos años son á veces de una sequedad que esteriliza todo; miéntras que, en otras ocasiones, provincias enteras son anegadas en espantosa inundacion, que las deja completamente asoladas, amontonando centenares de cadáveres en las orillas de los rios, sin dejar en pos de si sino la ruina y la muerte.

Las tres cuartas partes del globo terrestre están cubiertas de agua! Sólo una cuarta parte del planeta es habitable; y de esta cuarta parte de tierra firme, ¡cuántas regiones no se hallan aún en completa soledad, unas por los hielos polares, otras por los devorantes ardores del sol tropical! El destino general de los planetas es el de estar habitados. Pero ¡cuán poco habitable era la Tierra en la época, lejana ya, en que la vida empezó á aparecer en ella! ¡y cuán mediocres son aún hoy sus condiciones de habitabilidad!

Nuestra pobre madre no alimenta á sus hijos. Es menester, por un trabajo tenaz, arrancarle el sustento fatalmente necesario á nuestros organismos; y para poder vivir,

en este mundo singular, necesitan los séres comerse unos á otros !

El hecho que mas debe impresionar tal vez la mente del pensador, es el considerar que se puede morir de hambre en este planeta. Desgraciadamente es indudable que, de los 90 000 séres humanos que fallecen cada dia en la superficie de la Tierra, muchos seguramente mueren de inanicion. ¿Por qué? Porque este globo ha sido siempre estéril, sin que pueda él por sí mismo suministrarnos lo necesario. ¡Cuánto se simplificaría la economía vital, si nuestra atmósfera fuera nutritiva !

Ya el oxígeno del aire, mezclado con el ázoe que modera su actividad, nos provée de las tres cuartas partes de nuestro alimento. Por su accion incesante, renueva constantemente nuestra sangre sus propiedades vitales, sosteniendo así gratuitamente el fondo mismo de nuestra existencia. Pero la respiracion sola no basta para alimentar por completo al sér viviente; pues deja un vacio que es preciso llenar imperiosamente con el pan de cada dia. No era en verdad necesario tal vacio. Si la atmósfera contuviera en sí misma los principios que necesitamos ir á buscar en los alimentos, nos alimentaría ella enteramente.

Una vez suprimida el hambre, ó mas bien, no habiendo existido ella nunca sobre este planeta !... el reino animal se habria desarrollado bajo una forma muy diferente de la que ha revestido, y habria sido ménos opuesto al apacible reino de las plantas y de las flores que le precedió en las épocas geológicas. El vientre que digiere, el estómago que tritura, la mandíbula que despedaza la presa, no se habrian formado en esos organismos mas puros, que el aire mismo habria

4. Esto habria sido una ventaja considerable para las almas encarnadas en la Tierra. ¡No mas necesidades materiales y groseras, de estas que hacen inclinar todas nuestras cabezas hácia el suelo, y condenan á la humanidad á cavar la tierra para arrancar de su seno el alimento de cada dia ! ¡No mas matanza perpetua de animales inmolados al dios Vientre ! ¡Callarian, pues, esos pérfidos consejos del hombre que conducen al robo y al asesinato ! ¡Qué trasformacion, qué trasfiguracion produciría en la superficie de nuestro mundo este sencillo mejoramiento de la atmósfera terrestre ! Se viviria mucho mas, y con mayor sencillez. Las tan numerosas enfermedades de estómago y de las entrañas no habrian existido jamas. El *mens sana in corpore sano* sería la regla, y no la excepcion.

alimentado en silencio. Los seres no se parecerían á lo que ahora son aquí. No tendríamos vientre, ni estómago, ni mandíbulas. Estaríamos organizados de distinta manera de como estamos, y sin duda alguna en condiciones incomparablemente preferibles bajo todos conceptos¹.

¡Utopía! ¡quimera! ¡sueños! dicen para sí, seguramente, muchos de mis lectores al pasar la vista por estas líneas. ¡Oh, no! nada de eso! Desengañaos, no hay tales sueños, ni utopías, ni delirios en estos estudios de fisiología astronómica. Porque no habeis visto otra cosa que vuestra aldea ¿quereis que todas las demas poblaciones se le asemejen, y que, en Constantinopla, por ejemplo, se han de construir las casas sobre el modelo de la vuestra? Porque os ahogais en el mar, ¿supondréis que la vida es allí imposible? Pues reflexionad que, allí donde vosotros pereceis, otros seres viven, y que donde vosotros vivis, otros mueren. Pensad bien que, aún aquí, en nuestro mismo planeta (donde la vida está organizada con arreglo al sistema de la feroz nutrición) hay seres que viven sin comer, nutridos sólo por el fluido ambiente: tales son los moluscos recientemente descubiertos en el fondo de los mares. ¡Pues qué! porque aquí todos comemos, ¿hemos de querer que la inconmensurable Naturaleza haya construido á todos sus hijos sobre el modelo de nuestro hormiguero? ¿Y para qué? ¿Para que en todos los mundos del espacio haya hambre? ¿para que en todas partes haya sed? ¿para que también allí se haga digestión? ¿para que por allá peleen y se maten como aquí?... ¡Oh! singular espectáculo en verdad, el que nos crearíamos así en la vasta extensión de los cielos!

Se come aquí, porque el planeta no es perfecto. Es verdad que, bajo este punto de vista, pudiera él ser mucho mas imperfecto aún. Hemos dicho ántes que la atmósfera nos su-

1. La ciencia fisiológica nos permite concebir cómo podría efectuarse de esa manera el mantenimiento de los cuerpos vivientes. La nutrición se verifica aquí por medio del tubo digestivo, que atraviesan los alimentos en toda su longitud, dejando al organismo, por el trabajo del estómago, los productos asimilables. Ahora bien, en vez de efectuarse de dentro afuera, la asimilación podría hacerse de fuera adentro, por los poros, intususcepción ó endósmosis. No por eso se verificaría ménos bien el cambio de las moléculas, el remplazo de las antiguas por las nuevas. El régimen sería sin duda ménos grosero y mas perfecto que el que aquí prevalece.

ministra las tres cuartas partes de nuestro alimento, regenerando constantemente nuestra sangre y nuestros tejidos. Pues bien, esta alimentacion por el aire, esta respiracion, se hace ella sola, de un modo automático y constante, gratuitamente, de dia y de noche, sin que tengamos que hacer nada para adquirirla. Pero ¿con qué derecho respiramos así todos gratuitamente? ¿Con qué derecho, buenos y malos, sabios é ignorantes, ricos y pobres, recibimos, sin apercibirnos de ello siquiera, dormidos ó despiertos, esta alimentacion pulmonar gratuita? Podriamos ser aún mucho mas desgraciados, y hallarnos condenados á practicar cierto trabajo para desprender y obtener ese sustento flúidico y asimilárnosle. ¿Y quién nos asegura que no hay en el espacio, tal vez no muy léjos de nosotros, infelices planetas privados de aire respirable, donde nada se disfrute gratuitamente, y sea necesario conquistarlo todo con el trabajo, no ya sólo, como aquí, la cuarta parte de su alimentacion, de su sosten orgánico, sino las cuatro cuartas partes..., y donde todos los séres luchan entre sí, sin tregua ni reposo, en perpetuo é incesante combate por la vida?

Si la nutricion de nuestros cuerpos no se efectuara por el método de alimentacion vulgar que conocemos, no tendrian ellos la misma forma que tienen. Por consiguiente, podemos estar seguros de que los hombres de los demas planetas no tienen cuerpos iguales á los nuestros¹.

1. El sentimiento de lo bello es por lo tanto esencialmente relativo: si en la Tierra varía él ya, de un pueblo á otro, con mayor razon variará de uno á otro planeta. Lo bello se constituye por la armonía de las formas, en su adaptacion al objeto para el cual existen. Sin duda que, para nosotros, habitantes de la Tierra, el Apolo que se admira en el Belvedere del Vaticano, el Antinóo del mismo Museo, la Vénus de Médicis de la tribuna de Florencia, la del Capitolio en Roma, ó la Vénus calipigia de Nápoles, son verdaderos tipos de belleza, que nos extasian y nos encantan. Pero es la belleza humana terrestre, belleza que sería monstruosa en un mundo donde no se coma. Y aún, considerada en sí misma, esta organizacion humana terrestre deja mucho que desear. ¿No es, en efecto, singular — confesémoslo entre nosotros — que los órganos á los cuales ha confiado la naturaleza el papel mas importante para la conservacion de la especie, gratificándolos ademas (con una habilidad providencial), dotándolos con la sensacion de los mas vivos placeres, se hallen precisamente colocados hácia las regiones del cuerpo ménos poéticas y enteramente rebeldes al idealismo? Rara y extravagante anomalía, de la cual parece que debemos concluir, una vez mas, que la raza humana terrestre es decididamente muy animal, y siempre continuará siéndolo.

No, la humanidad terrestre no es la mas ideal de las humanidades, ni tampoco la Tierra es el mejor de los mundos. Un mundo donde se come, donde se roba, donde se lucha; un mundo donde « la fuerza impera sobre el derecho »; un mundo donde reina la hidra infame de la guerra; un mundo de soldados, donde las naciones son incapaces de gobernarse ellas mismas; un mundo donde cien religiones que se dicen reveladas enseñan el absurdo y se contradicen mutuamente : un mundo semejante dista mucho de ser perfecto. ¡Cuán mezquina idea se forman del Criador, los que se atreven á encerrar en él toda la grandeza de su obra, toda su imágen y semejanza!

En los últimos capitulos de esta obra estudiaremos la ley de la formacion de las especies y de la humanidad, en la Tierra y en los demas planetas, y nos esforzaremos por adivinar cuáles son las formas variadas á que han dado origen las diversidades de las condiciones orgánicas en los otros mundos; limitándonos aquí á la franca y justa apreciacion del estado de la vida terrestre, tal cual es, y especialmente del estado de la humanidad.

Formada en su origen de un escaso número de individuos, la especie humana no ha cesado de aumentar, en número y en poder, á pesar de infinitos deliquios circunscritos á ciertas épocas y á ciertos países. ¿Cuál es el número de habitantes que cuenta hoy nuestro planeta? Aunque carecemos de empadronamientos exactos, que faltan en muchas comarcas del globo, los cálculos mas probables que se han podido hacer arrojan el resultado aproximativo de 1400 millones de seres humanos distribuidos, con corta diferencia, de la manera siguiente, con arreglo á la estadística de 1875 :

En Asia.....	800 millones.
En Europa.....	305
En Africa.....	204
En América.....	86
En Oceanía.....	5
	<hr/>
	1400 millones.

Adoptando para la poblacion total de la Tierra el guarismo

de 1 400 millones de habitantes, y fijando en 39 años el término medio de la vida humana, mueren :

Cada año.....	33 135 000 individuos.
Cada día.....	90 720
Cada hora.....	3 780
Cada minuto.....	63
Cada segundo, algo mas de...	1

De modo que, en cada segundo, se desprende del tronco de la humanidad una hoja, que en seguida es reemplazada por otra nueva. Entre el mundo visible y el mundo invisible se establece así una procesion continua de vivos y muertos, en la cual sin embargo gana la vida cada dia algun terreno sobre la muerte, puesto que el guarismo de los que nacen excede al de los que fallecen. No nacemos aqui sino para morir, y para morir pronto, sea cual fuere la hora. Así que no se explica por qué tantos hombres se afanan y atormentan con el deseo de la fortuna, de la ambicion, de la gloria, ó del humo vano y efimero de las supuestas grandezas terrestres.

Fácilmente podria nuestro mundo alimentar un número de pobladores diez veces mayor que ese, ó sea, catorce mil millones, y aún mas. Pero el hombre no vale aqui mas que su planeta : no sabe vivir. Cada individuo se suicida más ó ménos aprisa, y cada pueblo se esteriliza y se mata lentamente. Si el hombre fuera prudente y sensato en su conciencia, razonable en sus voluntades, bueno en sus acciones, su vida, tan breve y tan agitada aqui, seria mas larga y mas dichosa; las leyes sociales serian mas sencillas y mas justas, y no se hallarian á cada instante, en las sociedades humanas, anomalias y absurdos legales, respetables sí, pero insensatos. De esperar es que el *Progreso*, esa fuerza que tan incontestable es y tan eficazmente obra en la sucesion de las especies vegetales y animales, se manifestará un dia en el reinado del hombre. La condicion de nuestra raza no es ya lo que era en tiempos de la edad de piedra; nuestros sentimientos son mas elevados, nuestros gustos ménos bárbaros, nuestra inteligencia mas ilustrada¹.

1. Y sin ir tan lejos ¿es que nuestros corazones no se sublevan, llenos de horror y de indignacion, cuando leemos la narracion de los tormentos que los clérigos y

Desgraciadamente el progreso no es continuo, notándose de vez en cuando inexplicables olvidos, profundos desfallecimientos en la inteligencia de los pueblos. Es pues probable que ni en este siglo ni en el próximo se realicen nuestras aspiraciones filosóficas y políticas. Es verdad que ni mil años tampoco son nada en la vida de una humanidad. Cincuenta mil años ha tal vez ya que la especie humana se desprendió de una familia de los cuadrumanos, y no estamos aún muy adelantados! Quizas no llegue ella á su apogeo ántes de cien mil años. Y todavía, en su máximum, distará mucho de la perfeccion, la cual no es permitida á nuestro mundo.

Por lo demas, la humanidad terrestre no alcanzará sino una duracion efimera. ¡Cuán insignificante es el intervalo trascurrido desde que el hombre habita esta morada! Contemplamos con silenciosa admiracion los restos del Egipto y de la Asiria que conservan los museos, y nos aflige el renunciar á toda esperanza de poder llevar nuestros conocimientos á épocas mas lejanas. Y sin embargo, la raza humana debe haber existido y multiplicádose durante siglos, ántes que fueran erigidas las Pirámides. Aun cuando se calcule en 50 000 años el pasado de la existencia del hombre, por mas vasto que nos parezca este intervalo, ¿qué viene á ser él en comparacion de los periodos durante los cuales ha nutrido la Tierra las series sucesivas de plantas y de animales gigantes-cos que han precedido al hombre? periodos que han durado *millones* de años. Ahora bien, todos estos siglos de vida son á su vez un tiempo singularmente breve, comparándolos con

frailes de la *Santa Inquisicion* hacian sufrir á los infortunados que caian bajo su férula execrable? Sólo dos siglos han trascurrido desde que, bajo un pretexto cristiano, en nombre de un Dios de paz y de misericordia, quemaban vivo en Roma al ilustre Jordano Bruno, porque enseñaba la pluralidad de los mundos; desde que derramaban plomo derretido y ardiendo en las rasgadas heridas de un infeliz acusado; desde que les asaban las plantas de los piés; desde que llenaban de agua á un hombre hasta dejarle cadáver; desde que calzaban á un infeliz con *horceguies* de hierro enrojecido al fuego; desde que descuartizaban lentamente los miembros dislocados; desde que, en los autos-de-fé, quemaban á los acusados de infieles, á la vista de los reyes y de los pontífices... Los ménos tolerantes, ¿no se conmueven hoy y se rebelan hasta el fondo de su alma, cuando recuerdan que el inmortal y venerable Galileo fué condenado por el papa Urbano VIII á *mentir* á su conciencia y á la verdad, so pena de la tortura y de la suerte de Bruno?... ¡Oh! sí; hay progreso en la humanidad. Pero es preciso sostener valerosamente esta sagrada causa del progreso, pues nuestra debilidad pudiera hacerla zozobrar aún.

el periodo primitivo durante el cual la Tierra no era sino un monton de rocas fundidas : las experiencias sobre el enfriamiento de los minerales parecen probar que para enfriarse de 2000 grados á 200, ha necesitado nuestro globo 350 millones de años.

Por consiguiente, la historia del hombre no es sino una ola insignificante en la superficie del inmenso océano de los tiempos. La persistencia de un estado de la naturaleza favorable á la continuacion de la morada del hombre sobre la Tierra parece asegurada por un periodo de tiempo mucho mas largo que el que ha trascurrido ya desde que este mundo está habitado; de modo que nada tenemos que temer por nosotros mismos, ni por muchas generaciones despues de la nuestra. Pero estas mismas fuerzas que han producido la vida y la han trasformado ya tantas veces, se agotan y cambian, ellas tambien, y el mismo Sol va perdiendo su calor. Llegará un tiempo en que la especie humana desaparecerá á su vez, para ceder el puesto á nuevas formas vivientes mas perfectas, á la manera que el ictiosáuro y el mamout fueron reemplazados por nosotros y nuestros contemporáneos, y en que los hombres futuros desaparecerán tambien á su vez : ¿Quién sabe lo que hoy dormita allá en los lejanos espacios del porvenir?..... La historia entera de la humanidad sólo será una página de la historia de la Tierra, y ésta un capitulo de la historia universal del sistema planetario.

Nuestro globo ha existido millones de años ántes de hallarse habitado por la humanidad, y cuando llegue á cerrarse el último párpado humano, quedará él aún millones de años dando vueltas en derredor del Sol apagado. La duracion de la Tierra sirviendo de habitacion á la inteligencia humana sólo formará como la milésima parte de la duracion total del globo : es un instante en la eternidad, un punto en el espacio. Y en este instante, en este punto, quieren nuestros contradictores encerrar el infinito!!.... cuando millones de soles brillan, brillaban ántes que existiera nuestra Tierra, y brillarán siempre en la inmensidad sideral, y cuando nosotros recibimos hoy solamente la luz que ellos emitian ántes que existiera nuestra humanidad!

Tal es nuestro mundo exiguo, sencillamente, matemáticamente considerado. Ya lo hemos dicho poco ha, su organización dista mucho de ser perfecta, y en las rudas condiciones de existencia que le han sido deparadas, la vida terrestre no alcanzará jamás el grado de elevación que alcanza la de los mundos superiores.

Y sin embargo ¡qué lección nos da aquí la naturaleza! La Tierra es estéril, es pequeña, está cerca del Sol, sufre funestas alternativas de temperatura, se halla cubierta de agua é inhabitable en las tres cuartas partes de su superficie, etc.; y á pesar de esta situación de insuficiencia y de mediocridad, no sólo está ella habitada, sino que lo está aún mas allá de toda expresión. El suelo, las aguas, el aire, están plagados de seres vivientes. No es posible analizar un litro de aire, á cualquier hora del día ó de la noche, en cualquiera estación del año en que fuere, sin hallar en los residuos mil testimonios de la vida, seres microscópicos vivos ó muertos, gérmenes animales ó vegetales, restos, despojos de toda especie (que sin cesar respiramos). Los naturalistas habían declarado el Océano desprovisto de vida á partir de un escaso nivel bajo la superficie de las aguas, y los reconocimientos hechos poco ha con la sonda han encontrado la vida, vegetal y animal, en todas sus profundidades. Desde el hondo seno de los valles hasta las nieves perpetuas en la cima de las montañas, desde los oscuros abismos de los mares hasta la llanura de sus playas, desde el ecuador hasta las regiones polares, en todas partes, en el suelo, en el agua, en la atmósfera, do quiera abunda la vida, en todos los grados, bajo todas formas, en todas las condiciones: ella palpita en la Naturaleza como el polvo fino en un rayo de sol; todo lo llena, todo lo cubre, nace de la muerte misma, y se amontona en estado parásito sobre los seres vivientes, consumiéndose por decirlo así ciegamente ella misma ántes que hacer alto en su expansión infinita. La Tierra es una copa harto pequeña para contener tal superabundancia de actividad, y la vida rebosa de ella por todas partes, perdiéndose en inútil oleaje. Tal es nuestro planeta, aunque pobre y desheredado por muchos conceptos, aunque improductivo, aunque imperfectamente desarrollado.

Y no sólo rebosó él hoy de existencias, en las condiciones de tranquilidad que actualmente disfruta, sino que también, en condiciones de otra especie, muy distintas, ménos propicias á la conservacion de los séres, en medio de las llamas de la época primaria, en las aguas hirvientes y tumultuosas, bajo una atmósfera densa, pesada y envenenada, ántes de la formacion de la tierra firme, ya se habia ella cobijado con una cubierta de séres vivientes, vegetales y animales, desarrollándose y sucediéndose para obedecer á la LEY DE VIDA y de Progreso, que está inscrita con caracteres indelebles en el fróntis del templo de la creacion.

Tal es, tal ha sido, tal será la Tierra, astro mediocre, lanzado en medio de los mundos de la gran república solar. El espectáculo que ella nos presenta nos enseña á juzgar el de las otras tierras del Cielo, que no vemos tan de cerca, y su inferioridad orgánica realza aún la conclusion que él nos inspira, conduciéndonos á ver en esas otras tierras una creacion vital en armonía con su magnitud, su importancia y su belleza.

Pero basta ya de ocuparnos de la Tierra. Prosigamos nuestro viaje uranográfico, deteniéndonos un instante en nuestra inseparable compañera la Luna, que nos mira desde las alturas de la noche, atrayendo simpática nuestros pensamientos hácia su plácida figura y su celestial candor.

CAPITULO II

LA LUNA SATELITE DE LA TIERRA. — LA LUNA EN EL CIELO.
SU DISTANCIA. — SU DIAMETRO. — SU VOLUMEN.

Reina misteriosa de la noche, tú cuya blanca luz desciende como un ensueño delirante sobre la adormida Naturaleza: tú que te deslizas en el seno de las ondas etéreas mas suavemente que la góndola en las olas de Venecia, y que permaneces suspendida entre Cielo y Tierra como un punto de interrogacion que atrae nuestras miradas hácia los celestes enigmas; ¡ cuánto desearia yo conocer los misterios que oculta tu graciosa aureola! Ora te enseñorees solitaria en las celestes alturas; ora admires tu blonda imágen en el mar trasparente; ora reposes, globo inmenso y purpúreo, entre los vapores del horizonte terrestre, te distingues siempre de todos los demas astros por tu magnitud aparente y por tu luz, y te ciernes como una dulce melodía sobre el atento silencio de la noche. ¿Perteneces por ventura al Cielo, ó á la Tierra? ¿Marcas mas bien el limite entre ambas esferas, como lo suponía la divinacion de nuestros padres? ó acaso ¿ te meces en ese intervalo para hacernos comprender que eres á la vez terrestre y celeste, y que no hay dos naturalezas en el Universo? Permitenos elevarnos hácia tí, ó bien, desciende tú de tus alturas, y déjanos cóntemplar mas de cerca tu cuerpo,

velado, hasta ahora, á fin de que podamos avanzar un paso mas en la admiracion de las obras del eternal Arquitecto.

Estudiar este astro centinela de la noche, apénas es dejar la Tierra : ningun otro globo celeste está tan cerca de nosotros; ninguno nos pertenece tan íntimamente. Es de la familia. Ella sola acompaña en su curso á la Tierra; sólo ella está indisolublemente ligada á nuestros propios destinos. ¿Qué es, en efecto, esa breve distancia de 96 000 leguas que la separa de nosotros? Es un paso en el Universo.

Un despacho telegráfico llegaría allá en segundo y medio; el proyectil de la pólvora volaría durante 9 dias solamente para alcanzarla; un tren éxpress nos conduciría allí en 8 meses y 26 dias. No es sino la 400ª parte de la distancia que nos separa del Sol, y sólo la cien-millonésima parte de la distancia de las estrellas mas próximas á nosotros! Muchos hombres han andado, á pié, en la Tierra todo el camino que nos separa de la Luna.... Y un puente de treinta globos terrestres bastaría para unir los dos mundos entre sí.

Merced á esta grande proximidad, la Luna es, de todas las esferas celestes, la mas y mejor conocida. Se ha dibujado su mapa geográfico, — ó mejor dicho, selenográfico — hace mas de dos siglos, primero como un vago bosquejo, despues con mas detalles, hoy ya con una precision comparable á la de nuestros mapas geográficos, ó terrestres. Todas las hectáreas del hemisferio lunar que mira hácia nosotros estan medidas y designadas con sus nombres; la altura de sus montañas es tambien conocida, con la diferencia de algunos metros solamente; toda su topografia está hecha; y áun puede decirse con certeza que ese hemisferio lunar es mas conocido que la esfera terrestre, puesto que existen en nuestro globo cientos y áun miles de leguas cuadradas que el hombre no ha visto jamas, siéndonos tan desconocidas como si pertenecieran á un astro muy distante de nosotros. La Luna ha sido tambien admirablemente fotografiada. En las fotografias estereoscópicas que se deben á Warren de la Rue, y de las cuales acaba de enviarme este astrónomo várias pruebas magníficas, se percibe bien claramente la esfericidad, ó por mejor decir, la elipticidad de su forma, prolongada en el sentido de la Tierra.

Fácil será comprender la posibilidad de todos estos progresos, si se tiene presente lo que hemos dicho en el libro primero de esta obra. En efecto, ¿no hemos visto allí que un telescopio capaz de aumentar 2000 veces el objeto acerca la Luna á 48 leguas de nosotros? Pues bien, un globo de 870 leguas de diámetro, visto á esa corta distancia, se halla extraordinariamente aproximado al observador. Y sobre todo, si se cuida bien de examinar sus diferentes comarcas, sus montañas, sus cráteres, sus valles, sus llanuras, en la época en que el Sol de levante las va alumbrando sucesivamente y proyectando sus sombras en perfiles gigantescos, ningun detalle de la superficie se pierde de vista, y aun los mas leves accidentes del terreno se distinguen perfectamente.

El diámetro angular de la Luna es de $31'24''$, ó un poco mas de medio grado. Puesto que la circunferencia entera del cielo está dividida en 360° , hay 180° desde un punto cualquiera del horizonte al punto diametralmente opuesto, y 90° desde el horizonte al zenit. Se necesitarian por consiguiente casi 360 lunas, tocándose unas á otras, para llenar una semicircunferencia de la esfera celeste partiendo de un punto cualquiera del horizonte para ir á parar al punto diametralmente opuesto, bien sea pasando por el zenit, ó siguiendo cualquiera otra via.

Nótese que este diámetro aparente es casi lo mismo que el del Sol; pero varía algo, porque la Luna no describe una circunferencia perfecta alrededor de la Tierra, hallándose unas veces algo mas léjos, otras algo mas cerca de nosotros. Lo mismo sucede, segun lo hemos visto, con el diámetro del Sol, á causa de la elipticidad de la órbita terrestre. Por eso cuando la Luna pasa por delante del Sol, y le eclipsa, unas veces es ella mas grande que el astro del dia, y produce un eclipse total que dura cinco, seis y aun siete minutos, y otras es mas pequeña, y sólo produce un eclipse anular, desbordando el Sol ó sobresaliendo todo en derredor de su disco como un anillo deslumbrador. Esta igualdad enteramente fortuita de ambos discos ha sido muy útil á la astronomía; pues si, en los eclipses totales de Sol, fuera la Luna mucho mas grande que él, no habria ella permitido descubrir las

DIMENSIONES DE LA LUNA.

protuberancias y los curiosos detalles de la atmósfera solar. Y aún podemos hacer observar aquí que nuestro planeta es el único que goza de este privilegio en todo el sistema solar; pues los satélites de Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno son mucho mas voluminosos en apariencia para ellos que el Sol, y producen los mas largos eclipses totales.

Este diámetro aparente de la Luna corresponde á una línea de 3475 kilómetros; es casi los tres undécimos ó algo mas de la cuarta parte del diámetro de la Tierra. De aquí se ha deducido que la circunvolucion ó la vuelta al mundo lunar es de 40925 kilómetros, y que su superficie total es de 38 millones de kilómetros cuadrados; lo que viene á ser como cuatro veces la superficie de la Europa, ó la décimotercia parte de la del globo terrestre. De esa superficie conocemos algo mas de la mitad: 21 883 000 kilómetros cuadrados, ó 4 368 000 leguas cuadradas; lo que equivale á 41 veces la extension de la Francia.

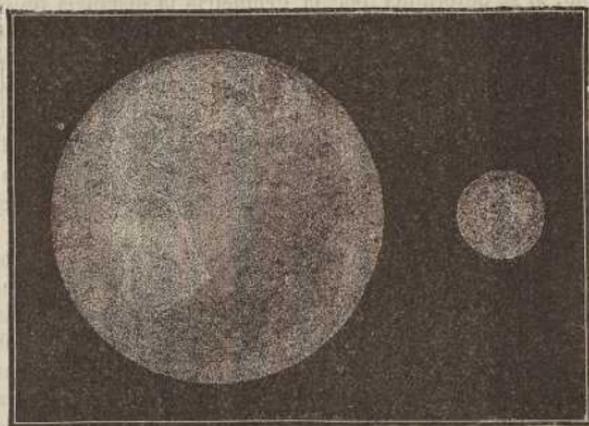


FIG. 53. — Tamaños de la Tierra y de la Luna comparados.

La Luna es 49 veces mas pequeña que la Tierra, mientras que el Sol es 4 279 000 veces mas voluminoso: nada ménos se necesitaria que 70 millones de lunas para formar un globo del tamaño del astro del día! Si sus discos nos parecen igua-

les, es porque la Luna se halla muy próxima á nosotros, mientras que el Sol está cerca de 400 veces mas léjos.

El cálculo de las dimensiones de nuestro satélite no es sino un simple problema de trigonometría, cuando se conoce su distancia. Pero ¿cómo ha sido esta medida? Este es indudablemente uno de los puntos mas interesantes de la astronomía, y el que mas importa comprender bien aqui; pues el método para medir las distancias celestes está fundado en el mismo principio, bien sea que se trate de la Luna, del Sol ó de las estrellas. Examinémos pues este método.

Sabido es que las medidas de las grandes distancias y de las distancias inaccesibles no se toman directamente, pasando un metro, ó un decámetro, sobre su largo, sino geoméricamente, por medio de la formacion de triángulos. Este último método de medicion, que pudiéramos llamar teórico, es tan exacto como el primero, que podría llamarse práctico y usual. Y aún debemos decir que es mas exacto, porque disminuye los errores en las observaciones. Por ejemplo, si se determina por la geometría la distancia de un punto de la fachada del Observatorio de Paris á otro punto de la del palacio del Luxemburgo, puede hallarse un guarismo exacto, con la diferencia tal vez de un centímetro, bien que la distancia sea de mas de 1 kilómetro; resultado que no se obtendria tendiendo directamente una cadena de agrimensor á lo largo de la avenida del Observatorio. Por lo demas, inútil es añadir que sería imposible emplear el método práctico en los casos de distancias inaccesibles.

Cuando en un triángulo cualquiera se conoce uno de sus lados y dos ángulos, la longitud de los otros dos lados se determina por medio de fórmulas algebraicas. Todos los puntos principales de Francia y de Europa se hallan hoy determinados por medio de operaciones astronómicas. Además, las medidas trigonométricas son las únicas empleadas oficialmente, y nadie puede poner en duda su exactitud. Ahora bien, el mismo procedimiento es el que sirve para determinar las distancias celestes. Por consiguiente, sería hoy un injustificable escepticismo el poner en duda la sinceridad y la exactitud de las medidas astronómicas, por mas que estas medidas nos asombren por la audacia de sus resultados.

Siendo la Luna el cuerpo celeste mas próximo á nosotros, su distancia es la primera que ha sido calculada. *Dos mil años* ha ya que se la conoce con una aproximacion notable. Aristarco de Sá-

mos, que vivió en el siglo III^o ántes de nuestra era, la valuó en 35 ó 40 diámetros terrestres. Dos siglos despues, el astrónomo Hiparco la estimó en 32 diámetros. En realidad, es de 30. A mediados del siglo anterior, en 1752, fué cuando quedó definitivamente establecida por dos astrónomos que hicieron sus observaciones en dos puntos muy lejanos entre sí, uno en Berlin y el otro en el Cabo de Buena-Esperanza. Estos astrónomos eran dos Franceses, Lalande y Lacaille. Supongamos que Paris esté en A (fig. 54) y Berlin en B : el ángulo ALB será tanto mas pequeño cuanto mas distante se halle la Luna, y del conocimiento de este ángulo se deducirá cuál es el diámetro aparente que ofrece la Tierra vista desde la Luna.

El ángulo bajo el cual se vería desde la Luna el *semidiámetro* de la Tierra se llama la paralaxi de la Luna. Se ha hallado que esta paralaxi es de 57'. Como lo hemos visto al estudiar las relaciones que ligan á los ángulos con las distancias, resulta que la distancia correspondiente es de $\frac{3438}{57}$, ó de 60 radios terrestres.

— Esta distancia de la Luna es tan exactamente conocida como la de Paris á Marsella.

Por consiguiente, el globo terrestre aparece desde la Luna con un diámetro de dos veces 57', ó de 114'. Es casi cuatro veces mas ancho, en diámetro, de lo que nos aparece el plenilunio.

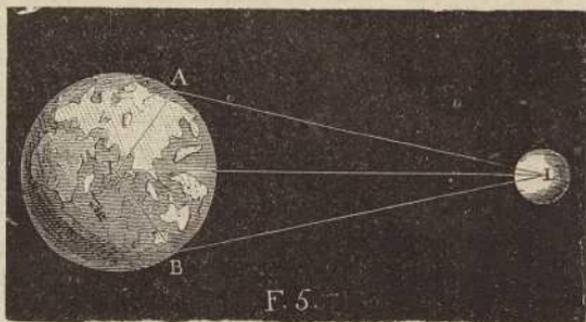


FIG. 54. — Medida de la distancia de la Luna.

Demostrando así el cálculo que la distancia média de la Luna es de 60 radios terrestres (enguarismo exacto, 60, 273), y siendo el radio de la Tierra de 6 366 198 metros, esta distancia es por consiguiente de 96 109 leguas de á 4 kilómetros. Varía ligeramente de un día á otro, porque nuestro satélite

nó sigue una circunferencia perfecta en derredor nuestro, sino una elipse, cuya excentricidad es $= 0,054908$. Tomando la distancia média por unidad, se halla la diferencia siguiente entre su mayor y su menor distancia :

Distancia máxima, ó apogea....	1,0549	ó, en leguas,	101 385
Distancia média.....	1,0000	—	96 109
Distancia mínima, ó perigea....	0,9451	—	90 833

La diferencia es bastante considerable. Así pues la órbita de la Luna no es enteramente circular.

CAPITULO III

MOVIMIENTO DE LA LUNA ALREDEDOR DE LA TIERRA Y ALREDEDOR DEL SOL. — EL DIA Y LA NOCHE EN LA LUNA. — AÑOS. — ESTACIONES. — FORMA DE LA LUNA. — SU PESO, Y LA PESANTEZ EN SU SUPERFICIE.

A esa distancia que acabamos de calcular, gira la Luna alrededor de la Tierra, describiendo una elipse que mide como unas 600 000 leguas de largo, y que ella recorre en 27 días 7 horas 43 minutos y 11 segundos. Su velocidad marchando por esa órbita es pues de mas de un kilómetro por segundo.

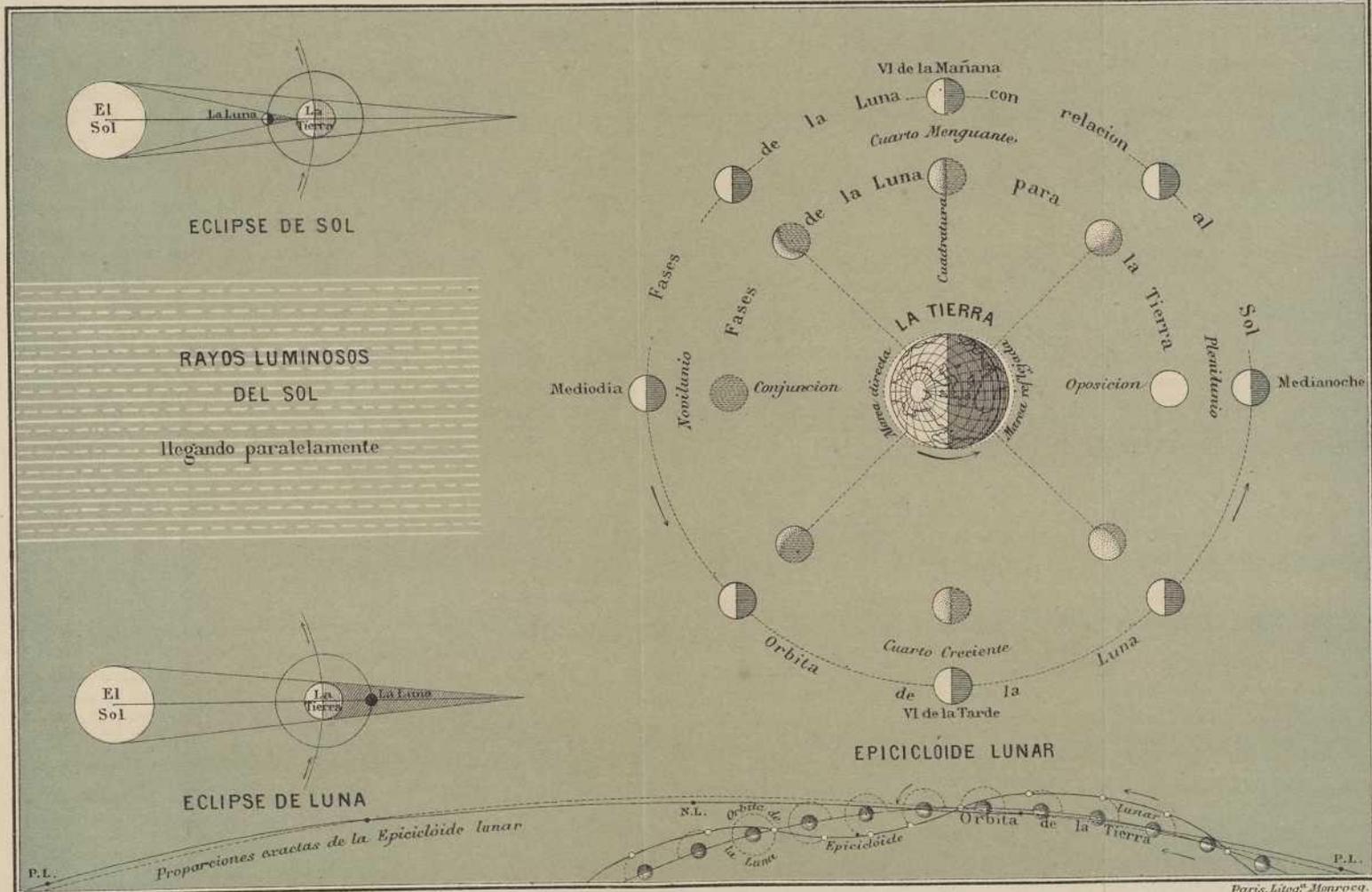
La duracion que acabamos de inscribir es la de la *revolucion sideral* de la Luna alrededor de la Tierra, es decir, del tiempo que ella emplea para volver al mismo punto del cielo. Si la Tierra estuviera inmóvil, esa duracion sería tambien la de sus fases. Pero nuestro planeta cambia de lugar en el espacio, y por un efecto de perspectiva, el Sol parece cambiar tambien, pero en sentido contrario. Cuando la Luna vuelve al mismo punto del cielo al terminar su revolucion, el Sol ha cambiado de sitio, en cierta cantidad, y en el mismo sentido; y para que la Luna vuelva á colocarse entre él y la Tierra, es menester que ella marche aún por espacio de mas de dos dias; resultando de aquí que la lunacion, ó el intervalo entre dos novilunios, es de 29 días 12 horas 44 minutos y 3 segundos. Esto es lo que se llama el *mes lunar*¹.

1. La velocidad de la Luna, en su órbita, comparada con su distancia de la Tierra, es la que hizo descubrir á Newton la identidad de la pesantez y de la fuerza que

Superfluo sería añadir aquí, para inteligencia de nuestros lectores, que la Luna carece de luz propia, lo mismo que la Tierra, y que no es visible para nosotros en el cielo sino porque está alumbrada por el Sol. Sus fases resultan de su posición con respecto á este astro. Cuando ella pasa entre él y nosotros, no la vemos, porque entónces nos presenta de frente su hemisferio no alumbrado : es el primero ó el último cuarto de Luna. Cuando está ella en el lado opuesto al Sol, vemos todo su hemisferio alumbrado, y á medianoche brilla el plenilunio ó la Luna llena en nuestro cielo. Fácilmente puede cada cual explicarse estas fases, examinando nuestra lámina IV, la cual contiene al mismo tiempo las principales circunstancias del movimiento de la Luna.

Girando alrededor de la Tierra, la Luna *nos presenta siempre la misma cara*. Nunca verémos el otro hemisferio, á ménos de descubrir el punto de apoyo *fuera de la Tierra* que pedía Arquímedes. Nunca le verémos, en efecto, porque la Luna no se ha separado completamente de la atracción terrestre, como la Tierra se ha separado del Sol; no habiendo por lo tanto adquirido la libertad de girar sobre sí misma con una velocidad mayor que la de su revolución, y limitándose simplemente á girar alrededor del globo terrestre, como lo haríamos nosotros si nos pusiéramos en marcha para dar la vuelta al mundo. A la manera que nosotros tenemos siempre los piés contra la Tierra, así sus piés, ó su hemisferio inferior, están siempre vueltos hácia nuestro globo. Un aerostático dando vuelta al mundo nos da la imágen exacta del movimiento de la Luna en derredor de la Tierra; pues va él dando lentamente una vuelta sobre sí mismo durante su viaje, puesto que, cuando él pasa por los antípodas, su situación es diametralmente contraria á lo que era en el punto de partida, lo mismo que nuestros antípodas tienen una posición diametralmente opuesta á la nuestra. Así que la Luna verifica una rotación sobre sí misma jus-

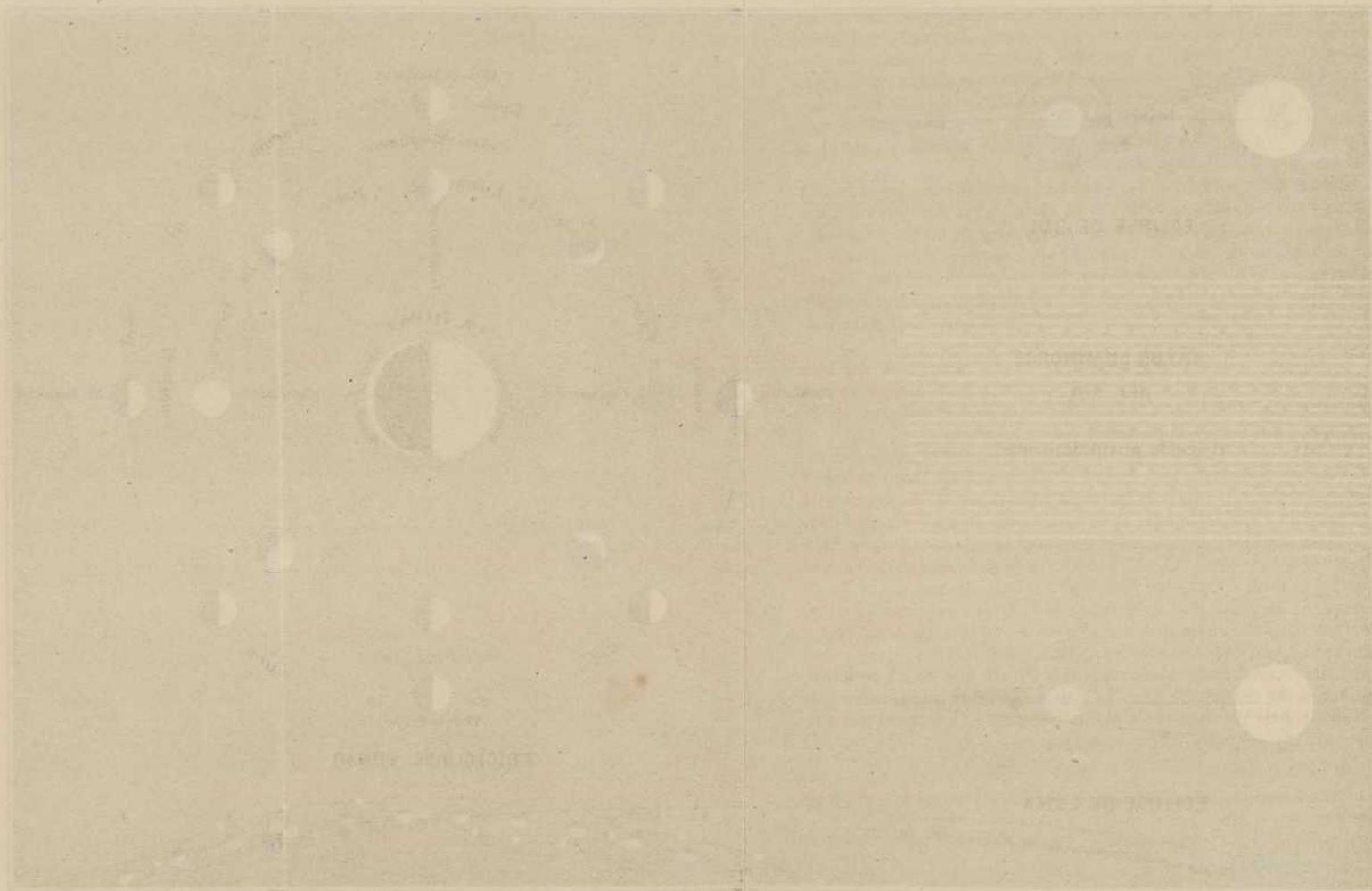
sostiene los cuerpos celestes en el espacio. A la distancia de la Luna, la intensidad de la pesantez terrestre está reducida á $4^{\text{mm}} \frac{1}{2}$; es la cantidad con que caería una piedra si se la pudiera llevar á aquella altura y dejarla caer; es también la cantidad con que la Luna cae en cada segundo hácia la Tierra, bajo la tangente que ella seguiría si nuestro globo cesara de atraerla. Por último, también es la cantidad con que ella tiende á alejarse en virtud de la fuerza centrífuga. Yo he calculado que si esa fuerza centrífuga quedara suprimida, si se pudiera detener á la Luna en su curso, caería sobre la Tierra con una velocidad igual á su revolución sideral dividida por el número 5 656 856. Por consiguiente, esta caída sería de 4 días 19 horas y 55 minutos.



Grabado por E. Morieu.

LA LUNA Y SUS FASES.

Paris. Edog. Monroey.



tamente en el tiempo que ella emplea en su revolucion orbitaria. De lo contrario, si no girase sobre si misma¹, veriamos sucesivamente todas sus caras durante su revolucion.

De este hecho de presentarnos siempre la Luna la misma faz, han deducido algunos que es prolongada, como un huevo, en el sentido del radio vector. Uno de los astrónomos que mas se han ocupado de la teoría matemática de la Luna, Hansen, llegó hasta concluir que el centro de gravedad debe estar situado á la distancia de 59 kilómetros mas allá del centro de figura; que el hemisferio que de ella vemos está en la condicion de una alta montaña, y que « el otro hemisferio puede muy bien poseer una atmósfera y todos los elementos de la vida vegetal y animal, » porque está situado bajo el nivel medio.

Hemos dicho poco ha que la Luna nos presenta siempre la misma cara; pero esto sólo se entiende en globo, pues nos deja ver unas veces algo de su lado izquierdo, otras un poco de su lado derecho, otras tambien algo mas allá de su polo superior, otras en fin un poco mas allá de su polo inferior. De sus variadas libraciones resulta que la parte siempre oculta es á la parte visible como 420 á 580. (La valuacion de Arago, 430 á 570, es bastante débil: nosotros vemos algo mas.)

La topografía lunar es la misma en estos 8 centésimos del otro hemisferio que en toda la superficie de éste. Por consiguiente, es probable que aquel otro hemisferio no difiera esencialmente de este que vemos, bajo el punto de vista geológico.

Mientras que la Luna gira alrededor de la Tierra, gira ésta alrededor del Sol en un año. Luego la Luna circula como nosotros alrededor del Sol. ¿Cuál es la figura precisa de la curva que ella así describe? Generalmente se la representa de un modo erróneo. Para concebirla, es preciso tener cuenta exacta de la distancia de la Tierra al Sol, de la de la Luna á la Tierra, y del número de vueltas que da la Luna en un año. Esta curva difiere apénas de la de la Tierra. Se aleja ella tan débilmente de la órbita terrestre, la sigue casi tan paralelamente, que siempre es — curiosa observacion — aún en la época de la Luna nueva, *cóncava hácia el Sol*, y jamas convexa. La hemos representado exactamente (lo que nunca se habia hecho) al pié de nuestra lam. IV, en la escala de 1 milímetro por 100 000 leguas: el arco de la órbita terrestre está trazado con una abertura de compas de 37 centímetros.

1. Como lo sostienen varios astrónomos, entre otros mis amigos Barnout y Tremeschini.

Siendo la traslacion anual de la Luna alrededor del Sol la misma que la de la Tierra, parece que su *año* debiera ser exactamente de igual duracion que el nuestro, es decir, de 365 dias y $1/4$. Pero una particularidad que afecta muy ligeramente al año terrestre y le disminuye en 20 minutos, en cuanto al curso real de las estaciones, sobre la duracion precisa de la revolucion alrededor del Sol, afecta mucho mas al año lunar (tambien tocante al curso de las estaciones, es decir, al año civil), y le disminuye en 19 dias, de modo que no es sino de 346 dias ($346^d 14^h 34^m$). El movimiento retrógrado del eje terrestre exige 25 765 años para efectuarse; el del eje lunar se efectúa en 18 años y 7 meses.

De aquí resulta que en el curso del año lunar no hay doce lunaciones enteras.

Por lo demas, las estaciones apénas se marcan distintamente. Así el invierno no se diferencia allí del verano, bajo el punto de vista de la temperatura, mas de lo que el 16 de marzo difiere del 26, ó el 27 de setiembre del 19 en nuestros climas.

Puesto que la rotacion de la Luna sobre sí misma se efectúa exactamente en el mismo tiempo que la lunacion, es decir, en 29 dias y medio, tal es igualmente la *duracion del dia y de la noche* en la superficie de nuestro satélite. De un mediodía á otro, no se cuentan ménos de 708 horas. El verdadero dia, ó la duracion de la presencia del sol sobre el horizonte, es por consiguiente de la mitad de este ciclo, es decir, de cerca de quince veces 24 horas, y tal es tambien la duracion de la noche. Es la rotacion mas lenta que se conoce en todo el sistema solar.

El año de la Luna no se compone pues sino de *doce dias* lunares. Cada una de sus cuatro estaciones sólo dura tres dias.

Para un mundo tan próximo á la Tierra, es éste un calendario que difiere singularmente del nuestro. Añádase que aún difiere él mas con respecto á la distribucion de las temperaturas. Las estaciones, como el año, apénas están marcadas, miéntras que existe una grande diferencia entre la temperatura del dia y la de la noche. En efecto, en seguida

verémos que los verdaderos inviernos de la Luna son sus noches, largas, glaciales, que todos los meses se renuevan; y que sus verdaderos estíos son sus días, tan largos y tan ardientes. Dos veces en cada mes se pasa allí de un calor superior al del agua hirviendo á un frío incomparablemente mas intenso que el de nuestras nieves polares.

Conocidos ya el volúmen, la distancia y la órbita de la Luna, réstanos calcular su masa, ó su peso, para completar este primer bosquejo.

El peso de la Luna se determina por la análisis de los efectos atractivos que ella produce sobre la Tierra. El primero y el mas evidente de estos efectos le ofrecen las mareas. Las aguas de los mares se elevan dos veces al dia, respondiendo al llamamiento atrayente y silencioso de nuestro satélite. Estudiando con precision la altura de las aguas así elevadas, se halla la intensidad de la fuerza necesaria para levantarlas, y por consiguiente, la potencia, el peso (es idéntico) de la causa que produce tal efecto. — Otro método se funda en la influencia que la Luna ejerce en los movimientos de nuestro globo : cuando ella se halla delante de la Tierra, atrae á ésta, haciéndola marchar mas aprisa; cuando se halla detras, naturalmente, la retarda. Este efecto se conoce en el primero y en el último cuarto de Luna por la posicion del Sol, el cual parece haber cambiado de lugar en el cielo, desviándose como las tres cuartas partes de su paralaxi, ó sea, la 290ª parte de su diámetro aparente. Por este cambio de lugar se calcula de la misma manera la masa de la Luna. — Un tercer método se funda en la atraccion que la Luna ejerce en el ecuador, y que produce la nutacion y la precesion. — Estos varios métodos se verifican y comprueban unos por otros, *concordando* todos ellos para probar que la masa de la Luna es 81 veces menor que la de la Tierra.

De modo que *la Luna pesa 81 veces ménos que nuestro globo* : su peso es de unos 78 000 trillones de kilógramos. Los materiales que la componen son ménos densos que los que constituyen la Tierra, como unos 6 décimos de la densidad de los nuestros.

La *pesantez* en la superficie de la Luna es la mas débil que se conoce : si se representa por 1000 la que hace adherir los objetos en derredor del globo terrestre, la de la Luna estará representada por 164. Por consiguiente, los cuerpos todos

pesan allí seis veces ménos que aquí, siendo allí atraídos seis veces ménos fuertemente. Una piedra que pese 1 kilogramo, trasladada á la Luna, no pesaría allí sino 164 gramos. Un hombre que pesara 70 kilógr. en nuestro planeta, pesaría en la Luna 11 kilógr. y medio. El menor esfuerzo muscular bastaría para saltar á prodigiosas alturas, ó correr con la velocidad de un tren express. Mas adelante veremos el papel considerable que esta debilidad de la pesantez ha desempeñado en la organizacion topográfica del mundo lunar, permitiendo á los volcanes aglomerar montañas gigantescas sobre circos ciclópeos, y lanzar con manos titánicas Pelion sobre Ossa.

A propósito de esto haré notar un hecho curioso : que si la Luna, teniendo la misma masa, fuera tan voluminosa como la Tierra, disminuyendo la atraccion en razon inversa del cuadrado de la distancia, y siendo el radio de la esfera lunar casi cuatro veces menor que el del globo terrestre, la atraccion disminuiria cerca de 16 veces, y en vez de reducirse solamente á la sexta parte de la pesantez terrestre, ya no sería sino la 90ª. 1 kilogramo no pesaría allí mas de 11 gramos. Un hombre del peso de 70 kilogramos terrestres sólo pesaría como libra y média ! El esfuerzo muscular que hacemos para saltar sobre un taburete nos haria alcanzar de un voleo la cima de una montaña, y la menor fuerza de proyeccion volcánica lanzaria los materiales bastante léjos en el cielo lunar para no volver á caer jamas en su suelo.....

¡Qué diversidad tan maravillosa debe de existir por este solo hecho de la pesantez entre los varios mundos que pueblan el infinito !

CAPITULO IV

ASPECTO GENERAL DE LA LUNA. — SU LUZ. — SUS MANCHAS PRINCIPALES. — LAS LLANURAS GRISES Ó MARES. — GEOGRAFIA DE LA LUNA, Ó SELENOGRAFIA.

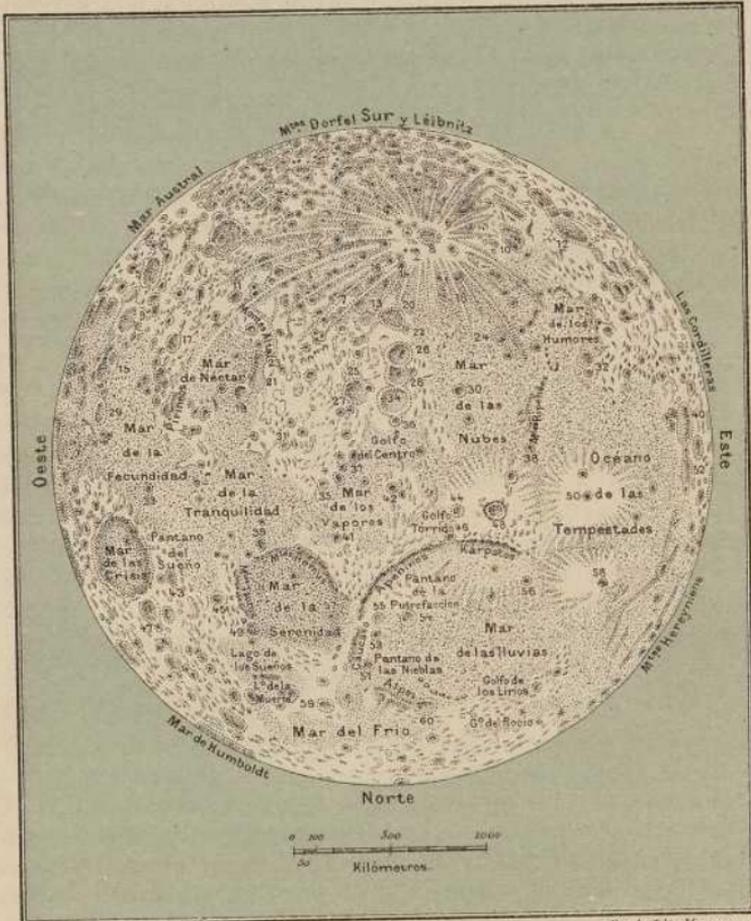
La primera mirada humana que se elevó hácia el cielo en la hora silenciosa en que el astro solitario de la noche esparce su luz fria, no pudo contemplar ese globo suspendido en el espacio sin notar el singular colorido que le marca con un diseño enigmático. La astronomía empezó por la observacion de la Luna : muchos miles de años ha ya que los hombres fijaron su atencion en esa extraña figura de Febé mirando á la Tierra, y se convencieron de que permanece fija y constante, sin que sea producida por nubes ó nieblas en aquel astro, sino causada por el estado del mismo suelo lunar, que es invariable. El primer mapa de la Luna fué seguramente una representacion grosera de la cara del hombre, porque la posicion de las manchas lunares corresponde suficientemente á la de los ojos, la nariz y la boca para justificar tal semejanza. Así que en todas partes y en todos los siglos vemos reproducido el rostro humano representando la Luna. Esta rara semejanza sólo es debida á la casualidad de la configuracion geográfica de nuestro satélite. Por lo demas, es ella bastante vaga, desapareciendo enteramente tan pronto como se examina la Luna al telescopio. Otras imaginaciones han visto, en vez de una cabeza, un cuerpo entero, que segun unos re-

presentaba á Júdas Iscariote, y segun otros á Cain llevando un manojo de espinas, quienes habrian sido encarcelados en el disco de la Luna por castigo de sus crímenes. Nuestros antepasados, los Aryas, veían allí un corzo ó una liebre (los nombres sanscritos de la Luna son *mrigadhara*, que significa « portadora del corzo », y *sa'sabhrít*, « portadora de la liebre »). Pero es evidente que, de todas las semejanzas imaginadas, la del rostro humano es la mas natural.

Para distinguir bien, á la simple vista, el conjunto del disco lunar, se ha de escoger con preferencia la época del plenilunio. Ante todo, se necesita orientarse bien. Supongamos, al efecto, que observamos la Luna en dicha época, á medianoche, es decir, en el momento en que ella pasa por el meridiano, y se ensiorea en pleno sur. Los dos puntos extremos del diámetro vertical del disco dan los puntos norte y sur de la Luna; hallándose el Norte arriba y el Sur abajo. A la izquierda está el punto Este, y á la derecha el Oeste. Si se la observa con un antejo astronómico, la imágen está vuelta, es *inversa*; hallándose entónces el Sur arriba y abajo el Norte; el Oeste á la izquierda y el Este á la derecha. Esta última orientacion es la de todos los mapas de la Luna, y del nuestro en particular.

Nuestra lámina V presenta un dibujo muy exacto de la geografia lunar. Rogamos al lector que le examine con atencion y se penetre bien de él. Las grandes llanuras grises se designan en él con los nombres de mares, con que se las conoce desde hace mas de dos siglos, y las principales montañas están marcadas con guarismos que corresponden á los nombres que se hallarán mas adelante.

Examinémos rápidamente esta superficie general. Notémos desde luego que las grandes manchas grises y opacas ocupan sobre todo la mitad boreal del disco, miéntras que las regiones australes son blancas y montañosas; sin embargo, por un lado, este color luminoso se halla de nuevo en el borde Noroeste, como tambien hácia el centro; y por otra parte, las manchas invaden las regiones australes del lado del oriente, al mismo tiempo que descienden, pero ménos profundamente al Oeste. Sigámos primero en el mapa la distribucion de las



Grabado por E. Morieu.

Paris. Lit. Mourcq.

MAPA GEOGRÁFICO DE LA LUNA
O
SELENOGRÁFICO.

llanuras grises ó mares, y tracémos la geografía lunar, ó mejor dicho, la *selenografía* (σεληνια, luna).

Empecémos nuestra descripción por la parte occidental del disco lunar, que es la primera alumbrada después del novilunio, cuando se diseña por la tarde en el cielo un segmento delgado, que va creciendo después cada día, hasta que llega á ser el primer cuarto, el séptimo día de la lunación. Allí, no léjos del borde, se distingue una manchita, de forma oval, aislada por todas partes en medio de un fondo luminoso, á la cual se ha dado el nombre de *Mar de las Crisis*.

Ningun sentido especial debe darse á este nombre de *Mar*, que no es sino la denominación común con que los primeros observadores designaron todas las grandes manchas parduseas de la Luna, tomando aquellos espacios por grandes extensiones de agua. Pero hoy ya sabemos que no hay allí mas agua que en todas las demas regiones lunares. Son vastas llanuras, y nada mas.

La situación del mar de las Crisis, en el contorno occidental de la Luna, permite reconocerle desde las primeras fases de la lunación, y hasta el plenilunio : por la misma razón, es él también el primero en desaparecer, desde el principio del decrecimiento ó menguante.

A la derecha del mar de las Crisis, algo al Norte, se diseña una mancha mas grande y de forma irregularmente oval, que también se reconoce fácilmente á la simple vista : es el *Mar de la Serenidad*.

Entre estas dos llanuras grises, arriba, se distingue otra, cuyas orillas son ménos regulares, que se llama el *Mar de la Tranquilidad*, el cual arroja hácia el centro del disco un golfo que ha recibido el nombre de *Mar de los Vapores*.

El mar de la Tranquilidad se divide en dos ramales que representaban las piernas del cuerpo humano en el concepto de los que le imaginaron. El ramal mas próximo al borde forma el *Mar de la Fecundidad*; el mas inmediato al centro es el *Mar del Néctar*.

Mas abajo del mar de la Serenidad, y en las cercanías del polo boreal, distínguese aún una mancha estrecha, y prolongada del Este al Oeste, conocida bajo el nombre de *Mar del Frio*.

Entre los mares de la Serenidad y del Frio se extienden el *Lago de los Sueños* y el *Lago de la Muerte*. Las *Lagunas de la Putrefacción* y de las *Nieblas* ocupan la parte occidental del *Mar de las Lluvias*, cuya orilla septentrional forma un golfo redondeado y designado bajo el nombre de *Golfo de los Iris*.

Toda la parte del disco lunar situada al Este es uniformemente opaca. Los bordes de la inmensa mancha desaparecen, confundíendose con las partes luminosas del astro. La parte norte de esta mancha está formada por el *Mar de las Lluvias*, el cual da origen á un golfo que desemboca en el *Océano de las Tempestades*, donde brillan dos grandes cráteres, KÉPLER y ARISTARCO. Las partes mas meridionales de este océano mal limitado se designan, hácia el centro, bajo el nombre de *Mar de los Nublados*, y hácia el borde, con el de *Mar de los Humores*.

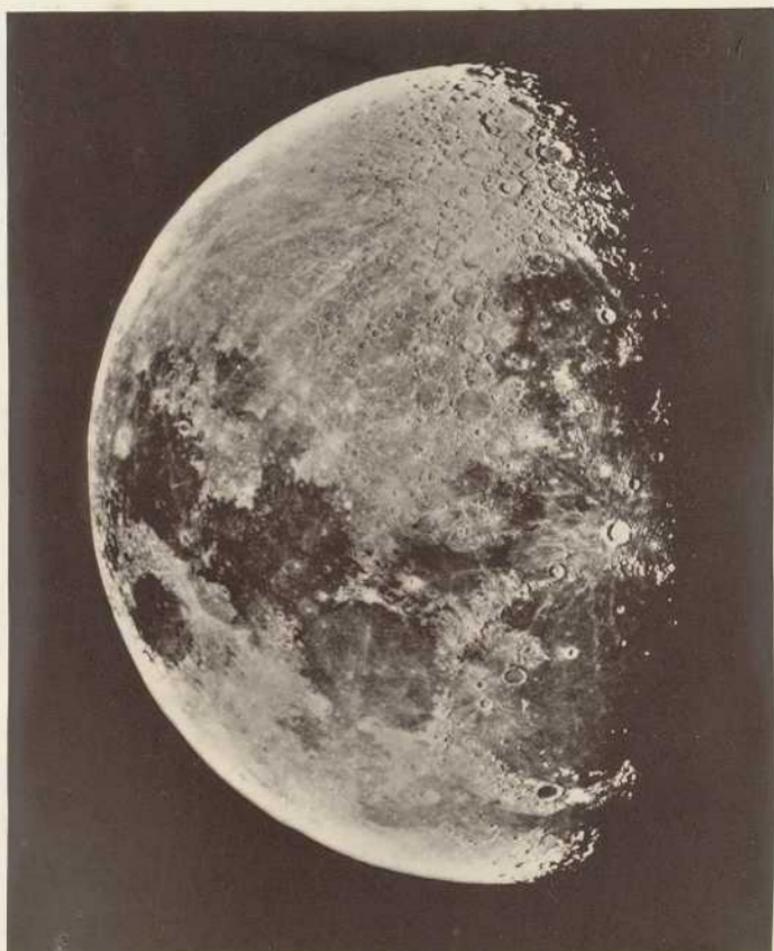
Es muy curioso observar que la mayor parte de estas llanuras tienen contornos redondeados : como el mar de las Crisis, el mar de la Serenidad, y áun el vasto mar de las Lluvias, orlado al Sur por los Karpathos, al Sudoeste por los Apeninos, al Oeste por el Cáucaso y al Noroeste por los Alpes.

Fuera de estas manchas, que ocupan como la tercera parte del disco lunar, no distingue el observador, á la simple vista, sino puntos luminosos y confusos. Sin embargo, en la region superior, puede verse sin anteojo la principal montaña de la Luna : el cráter de ТУСНО, que brilla con una viva luz blanca, enviando sus rayos á una grande distancia en derredor suyo.

No olvidemos la recomendacion hecha anteriormente : los mapas de la Luna están dibujados en sentido inverso, como se vé el astro en un anteojo. Por consiguiente, para comparar la Luna mirada á la simple vista con la de nuestro mapa, es preciso dar vuelta á éste, poniendo el Norte arriba y el Oeste á la derecha.

Todos esos terrenos lunares han sido medidos exactamente. La superficie del hemisferio que vemos en el momento de un plenilunio es de 4 730 000 leguas cuadradas. La parte montañosa, que es la mas general, mide 3 320 000 leguas cuadradas, y la region ocupada por las manchas grises que acabamos de examinar comprende 1 410 400 leguas cuadradas. Hé aquí la extension relativa de las grandes llanuras calificadas con el nombre de mares :

Océano de las Tempestades.....	328 300 leguas cuadradas.
Mar de los Nublados.....	184 800
Mar de los Humores.....	44 200
Mar de las Lluvias.....	193 000
Mar del Frio y Lago de la Muerte.	76 000
Mar de Humboldt.....	6 500
Mar de la Serenidad y lago de los Sueños.....	86 400



Photoglyptie

Goupil et C^{ie}.

FOTOGRAFIA DIRECTA DE LA LUNA.

El 10.^o día de la lunación.

Mar de las Crisis.....	34 600
Mar de la Fecundidad.....	219 500
Mar de la Tranchidad.....	121 500
Mar del Néctar.....	28 800
Mar de los Vapores y Golfo del Centro.....	62 000
Mar Austral.....	25 000

Total..... 1 410 400 leguas cuadradas.

Los nombres que han recibido las llanuras lunares se resienten de la época (siglo XVII) en que fueron imaginados; por eso reflejan ellas las diversas influencias que la astrología atribuía al astro de la noche: lago de los Sueños, mar de la Fecundidad, lago de la Muerte, mar de los Vapores, laguna de la Patrelacion, mar de las Crisis, del Néctar, etc. Por lo que hace á las montañas, excepto algunos nombres, como los Alpes y los Apenninos que recuerdan los de la Tierra, hanse convenido en dárles los de los astrónomos y de los sabios. Puede decirse que la Luna es el cementerio de los astrónomos. Allí es donde los enterran: cuando dejan nuestro globo, se inscriben sus nombres en los terrenos lunares como en otros tantos epitafios.....

Hé aquí los nombres de las principales montañas lunares, con los números que les corresponden en nuestro mapa:

1. FABRICIUS.	16. WALTER.	31. DELAMBRE.	46. ERATOSTENES.
2. CLAVIUS.	17. FRAGISTOR.	32. GASSIODE.	47. GLEBERGOS.
3. MAUROLICUS.	18. PILATOS.	33. TARANTHIUS.	48. COPÉRNICO.
4. MAGINUS.	19. TEOFILO.	34. PROLBORO.	49. POSIDONIO.
5. VERSTERIUS.	20. PURBACH.	35. AGRIPPA.	50. KÉPLER.
6. LINDSHONTAUS.	21. CYRILLE.	36. HERSCHEL.	51. CASSINI.
7. ALIACENSIS.	22. THÉRIE.	37. BISHOPUS.	52. GOULACHE.
8. TYCHO.	23. CATHARINA.	38. LANGHEIRE.	53. ASTOLONI.
9. PITHAGOR.	24. DOLIALDUS.	39. PLINIO.	54. ANCIANDES.
10. HAINES.	25. FARRAY.	40. CRINALDI.	55. ARISTARCO.
11. PICCOLIORTO.	26. ARZACHEL.	41. MANLIUS.	56. ECLIP.
12. SCHICARDUS.	27. ACUATEONICUS.	42. PALLAS.	57. LINDO.
13. VEANER.	28. ALFOXSD.	43. MACROBIO.	58. ANISTARCO.
14. LIXELL.	29. LANGRENER.	44. STARCH.	59. ARISTOTELAS.
15. VENDORINUS.	30. GURBERE.	45. HERMIS.	60. PLAPUS.

En el capítulo siguiente nos ocuparemos de las montañas. Comenzaremos nuestra descripción de la superficie lunar.

Créese generalmente que esta superficie es mas blanca y mas luminosa que la de la Tierra. Es un error que importa mucho desvanecer.

Nadie se imagina, por lo general, que la Tierra, vista desde



Photoglyptis

Goupil et C^o.

FOTOGRAFIA DIRECTA DE LA LUNA.

El 10.^o día de la lunación.

Mar de las Crisis	34 600
Mar de la Fecundidad.....	219 300
Mar de la Tranquilidad.....	121 500
Mar del Néctar.....	28 800
Mar de los Vapores y Golfo del Centro	62 000
Mar Austral.....	25 000

Total..... 1 410 400 leguas cuadradas.

Los nombres que han recibido las llanuras lunares se resienten de la época (siglo XVII) en que fueron imaginados; por eso reflejan ellos las diversas influencias que la astrología atribuía al astro de la noche: lago de los Sueños, mar de la Fecundidad, lago de la Muerte, mar de los Vapores, laguna de la Putrefacción, mar de las Crisis, del Néctar, etc. Por lo que hace á las montañas, excepto algunos nombres, como los Alpes y los Apeninos que recuerdan los de la Tierra, ha convenido en darles los de los astrónomos y de los sabios. Puede decirse que la Luna es el *cementerio de los astrónomos*. Allí es donde los entierran: cuando dejan nuestro globo, se inscriben sus nombres en los terrenos lunares como en otros tantos epitafios.....

Hé aquí los nombres de las principales montañas lunares, con los números que les corresponden en nuestro mapa :

1. FABRICIUS.	16. WALTER.	31. DELAMBRE.	46. ERATOSTENES.
2. CLAVIUS.	17. FRACASTOR.	32. GASSENDI.	47. CLEOMÉDES.
3. MAUROLYCUS.	18. PILATOS.	33. TARUNTIUS.	48. COPÉRNICO.
4. MAGINUS.	19. TEOFILO.	34. PTOLOMEO.	49. POSIDONIO.
5. FURNERIUS.	20. PURBACH.	35. AGRIPPA.	50. KÉPLER.
6. LONGOMONTANUS.	21. CYRILLE.	36. HEUSCHEL.	51. CASSINI.
7. ALIACENSIS.	22. THÉDIT.	37. RHETICUS.	52. HEVELIUS.
8. TYCHO.	23. CATHARINA.	38. LANDSBERG.	53. AUTOLIGUS.
9. PETAVIUS.	24. BULIALDUS.	39. PLINIO.	54. ARQUÍMEDES.
10. HAINZEL.	25. PARROT.	40. GRIMALDI.	55. ARISTILLES.
11. PICCOLOMINI.	26. ARZACHEL.	41. MANLIUS.	56. EULER.
12. SCHICKARDUS.	27. ALBATEGNIUS.	42. PALLAS.	57. LINNEO.
13. VERNER.	28. ALFONSO.	43. MACROBIO.	58. ARISTARCO.
14. LEXELL.	29. LANGRENUS.	44. STADIUS.	59. ARISTÓTELES.
15. VENDÉLINUS.	30. GUERICKE.	45. ROEMER.	60. PLATON.

En el capítulo siguiente nos ocuparemos de las montañas. Continuemos nuestro exámen de la superficie lunar.

Créese generalmente que esta superficie es mas blanca y mas luminosa que la de la Tierra. Es un error que importa mucho desvanecer.

Nadie se imagina, por lo general, que la Tierra, vista desde

lêjos, pueda brillar con tanta claridad como la Luna llena. Y sin embargo, nada es mas cierto. El suelo lunar no es mas blanco que el suelo terrestre. Muchas veces he comparado yo à la Luna, de dia, con una pared gris alumbrada por el Sol, y siempre he hallado la pared mas brillante. Lo que produce el brillo de nuestro satélite durante la noche es, por una parte, la noche misma, y por otra, la condensacion de todo el hemisferio lunar en un pequeño disco. Ensanchando este disco por medio del telescopio, desaparece ese brillo.

Cuando se compara la luz de la Luna con la de las nubes, se la halla siempre ménos brillante. Además, colocando piedras en un cuarto oscuro, y haciendo caer sobre ellas un rayo solar, ó bien, mirando al traves de un tubo ennegrecido un campo alumbrado por el Sol, se vé que todo esto brilla con tanta intensidad como la Luna. Los principios de la óptica prueban que en estas comparaciones no se han de tener en cuenta las diferencias de distancia.

La Luna no es blanca, sino de un gris amarillo. Parece blanca de dia, à causa del contraste del color azul del cielo. De los experimentos especiales que yo he hecho, en los años 1874 y 1875, resulta que el verdadero color de la luz de la Luna es el del cobre amarillo, ó *laton*.

Si se representa por 1000 la blancura absoluta de una superficie mate que refleje en totalidad la luz que recibe, el valor reflectante de la Luna sólo será de $\frac{1}{6}$. Hé aquí los guarismos que resultan de las experiencias hechas :

Nieve pura, acabada de caer.....	0,783
Papel blanco.....	0,700
Arena blanca.....	0,237
La Luna.....	0,174
Marga arcillosa.....	0,156
Tierra mojada.....	0,079

Como valor total, segun los experimentos de Zöllner, que son los mas precisos de cuantos se han hecho hasta aqui para verificar esa medida, la Luna llena refleja la 618000ª parte de la luz del Sol; ó dicho en otros términos, la antorcha de la noche es 618000 veces ménos brillante que el astro del dia. Segun las experiencias del mismo fisico, la luz que nos envia nuestro satélite es mucho

mas fuerte que la que nos enviaria un globo mate y liso, é igual á la que emanase de un globo cubierto de escabrosidades, de una altura cualquiera, pero cuya declividad média fuera de 52 grados. Así pues, la Luna, no sólo es ménos clara que la nieve, sino que áun es inferior á la arena, y casi igual al colorido de las rocas grises.

Tal es el valor reflectante del conjunto de la superficie lunar. Pero esta superficie es muy variada, presentando regiones áun mas opacas, tales como el suelo del circo de Platon y el de Grimaldi, que son muy oscuros, y cráteres luminosos, como el de Aristarco, cuya blancura es seguramente igual á la de la nieve.

Por lo demas, la luz solar que nos envia la Luna es suficiente para permitir que obtengamos su fotografia directa, exactamente lo mismo que se hace la de una persona ó de un monumento. Desde cerca de treinta años ha que se emprendieron los primeros ensayos de fotografias lunares, se ha llegado hoy ya á obtener pruebas de una nitidez admirable, donde para todo el mundo son visibles los menores accidentes del terreno y los detalles de los paisajes, pudiéndose aumentar aún sus dimensiones considerablemente. Nuestra lámina VI reproduce una de las mejores fotografias de la Luna que se han obtenido, debida á la habilidad del astrónomo americano Rutherford, y tomada por medio del grande ecuatorial de New-York, del cual hemos hablado en el libro I°. Nuestro satélite está en ella representado en el primer cuarto, y sin haber sufrido el menor *retoque*: el astro solo se ha exhibido y se ha dibujado él mismo.

En las fotografias de la Luna, las diferencias del colorido entre los mares y las regiones montañosas están mucho mas marcadas que á la simple vista: las regiones montañosas son muy blancas, y los mares casi negros. En vista de esto, es indudable que la superficie de estas llanuras no es fotogénica, y que absorbe fuertemente los rayos luminosos. Mucho ántes de la invencion de la fotografia, el astrónomo Hooke habia ya notado esta absorcion, análoga á la que produciria el musgo, y la atribuyó á la existencia de vegetales. La mayor parte de los astrónomos del siglo anterior, desde Cassini hasta William Herschel, opinaron que eran bosques. Pero como no se

ha podido reconocer ni aire ni agua en la superficie de la Luna, todo el mundo está hoy dispuesto á negar la existencia de esos vegetales. Sin embargo, aún no son suficientes las observaciones para autorizar esta negacion; y los astrónomos contemporáneos que mas se han ocupado de las fotografías lunares, Warren de la Rue y Secchi, profesan, por el contrario, personalmente la opinion de que las diferencias fotogénicas deben provenir de una reflexion *vegetal*; y creen que muchas de aquellas llanuras opacas están cubiertas de selvas. Añádase á esto que, en el mar de las Crisis, en el de la Sereñidad y en el de los Humores, se deja ver el color verdoso. Warren de la Rue ha escrito, entre otros, que « la Luna debe estar rodeada de una atmósfera poco elevada, pero relativamente densa, y que debe haber vegetacion en las llanuras designadas con el nombre de mares ». Tal es tambien la opinion que yo he llegado á formar despues de la atenta observacion de esas regiones por espacio de cerca de veinte años.

Y áun añadiré, á propósito de esto, que he observado y dibujado mas de cien veces, una region singular situada en las márgenes orientales del mar de la Tranquilidad, en el estrecho que le une al pequeño mar de los Vapores. Allí hay un valle largo, profundo y tortuoso, llamado la ranura de Hyginus, que principia al pié de las montañas de Agripa, descende del Sudoeste al Nordeste, y concluye por un lago ovalado. Mide 160 kilómetros de largo y 1 500 metros de ancho (á veces sólo 1 200 y 1 000). Al Noroeste de esta ranura he distinguido siempre un *paisaje raro*, extremadamente difícil de dibujar y notable por su color ahumado. La primera vez que fijé en él la vista, recibí la impresion de una nube de humo difundiendo sobre un campo. Pero como aquel color es permanente, claro es que pertenece al terreno. Varía algo, á veces, como el de la llanura de Platon. Aquel terreno debe estar cubierto de vegetales. — Mas adelante volveremos á tratar esta interesante cuestion.

No dejaremos de ocuparnos de la luz lunar sin recordar que la *luz cinérea* que se muestra en la parte oscura de la Luna, en el

interior del segmento, no es otra cosa que la luz terrestre que va á reflejarse en la Luna, es decir, « el reflejo de un reflejo ». Por lo demas, la luz que la Tierra envia á la Luna es 13 veces y média mas intensa que la que de ella recibe; siendo tal su fuerza, que aún despues de una segunda reflexion, podemos todavia apreciarla. Esta luz cinérea permite reconocer, al telescopio, las manchas principales y las montañas mas blancas.

El estado meteorológico de nuestra atmósfera modifica la intensidad de la luz terrestre que efectúa la doble travesia de la Tierra á la Luna y de la Luna á nuestra vista. Así que, seria posible, con los instrumentos que hoy poseemos, leer en cierto modo en la Luna el estado medio de transparencia de nuestra atmósfera. Observando con cuidado la intensidad de esta luz cinérea, podemos deducir cuál es la region de la Tierra que la produce: cuando el Océano es el que está vuelto hácia la Luna, esta luz es muy débil; cuando la Luna tiene de frente regiones claras de nuestro globo, como el Sahara, ó las nieves del invierno, ó las nubes, es mas viva. Harémos notar tambien que Castelli, el amigo de Galileo, adivinó la existencia de la Australia por la observacion de esta claridad mucho tiempo ántes que aquel continente fuera geográficamente descubierto.

CAPITULO V

GEOLOGIA LUNAR, Ó SELENOLOGIA. — TOPOGRAFIA DE NUESTRO SATELITE. — MONTAÑAS. — VOLCANES. — CRATERES. — RADIACIONES. — RANURAS. — PAISAJES LUNARES. — NACIMIENTO DE LA LUNA Y SU HISTORIA.

En el capitulo anterior hemos pasado en revista el conjunto de la superficie lunar, y hemos hecho notar ya que esta superficie está plagada de numerosas montañas. Seguramente que ningun lector atento, al examinar nuestro pequeño mapa de la Luna, habrá dejado de extrañar *la forma* de dichas montañas. En efecto, no se parecen á las de la Tierra; exceptuando sólo las sierras ó cordilleras. El relieve de aquel globo no ha sido esculpido por la misma mano que el nuestro: la armazon no es la misma. El tipo general de las montañas lunares es el *anillo*.

Nada mas curioso que las montañas de la Luna vistas al telescopio. Hacia la época del primer cuarto sobre todo, el Sol, que las alumbra oblicuamente, hace resaltar su relieve, y proyecta tras ellas fantásticas sombras negras. Antes del primer cuarto, las molduras del creciente Lunar parecen plata flúida suspendida en el cielo de la tarde. Aunque hace ya muchos años que observo sin cesar el astro de la noche para conocerle bien, nunca veo sin conmovirme y sin gozo esas mágicas iluminaciones de nuestro satélite, esos cráteres argentados, esas sombras festoneadas, esas llanuras grises, esas ruinas, y esas hendiduras que atraviesan el campo del telescopio... ¡Oh! cuán deliciosas veladas pasarían los hom-

bres ociosos y aún los trabajadores mas fatigados, *si supieran!*

Formemos en seguida una idea exacta de esta forma tan curiosa de la topografía lunar, por el atento exámen de la figura siguiente, que es una miniatura de un esmerado dibujo lunar hecho por Nasmyth. Es, por decirlo así, una viva imágen del carácter orográfico de nuestro satélite.

Anillos, grandes y pequeños, delgados ó espesos, enormes ó microscópicos, parecen como arrojados con profusion por todo el suelo lunar, circulares todos, pero que parecen elípticos cuando se hallan hácia el contorno del globo, y los vemos

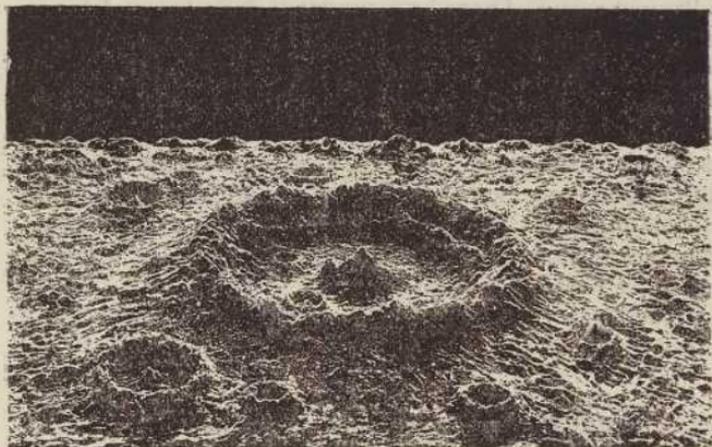


FIG. 55. — Tipo de las montañas lunares.

contraídos ó en escorzo. Esta forma anular es tan extraña, que los primeros astrónomos que la observaron, en el siglo XVII, despues de la invencion de los anteojos, no podian dar crédito á lo que veian, y no atreviéndose á atribuirla á la naturaleza, suponian que eran otras tantas construcciones artificiales exigidas por el clima y debidas á los habitantes de la Luna. El mismo Képler creyó en este origen artificial. Entónces no se tenian en cuenta las dimensiones enormes de estas construcciones¹.

1. Hojeando poco ha un librito de una larga coleccion intitulada : *Historia de las obras de los sabios*, hallé en él, con la fecha del mes de Mayo de 1695, un curioso

Si, todas las montañas de la Luna son huecas. Supongamos un viajero que atraviesa los campos lunares y se acerca á una de ellas. Lo primero que halla es una serie de escarpas y de murallas que se elevan unas sobre otras; trepa sobre estos contrafuertes, y llega, no sin gran trabajo, á sus altas cimas, desde donde goza de una vista sin igual; pero si quiere atravesar la cumbre de la montaña para volver á bajar por el lado opuesto al de la subida, no le es posible: la montaña no tiene cumbre! En vez de hallarse coronada por una meseta, está hueca, descendiendo su cráter aún *mas bajo* que lá llanura vecina. Luego es menester, ó bien bajar al fondo del cráter (que suele tener mas de 100 kilómetros de diámetro), subir el gigantesco declive por el lado opuesto, y volver á bajarle hácia afuera; ó bien dar la vuelta por la muralla escarpada y erizada de picos desmantelados. Aunque los músculos se fatigan seis veces ménos en la Luna que en la Tierra, tales excursiones deben ser incomparablemente mas difíciles que las de los héroes mas temerarios de las tan peligrosas ascensiones alpinas: ni el mismo Joanne se atreveria sin duda á redactar la *Guia*.

Recorrámos con una ojeada general las mas importantes de estas montañas.

resúmen de la *Dióptrica* de Hartsoeker publicado en 1694. Trátase en él del gran cráter lunar de Tycho. Según el autor, « es una especie de pozo redondo, de enorme anchura y de una inmensa profundidad. En medio de su fondo existe una elevacion que excede en altura sus bordes, y que nos aparece en forma de cúpula. Desde el borde de este pozo se vén partir varios como ramales ó regueros blancos é iluminados, cuya mayor parte se van estrechando á medida que se alejan de él, y se extienden hasta otros pozos de una construcción semejante, pero cuya anchura y profundidad son mucho menores. Algunos de estos pozos parece que no tienen la mencionada cúpula. Puedé suponerse que los habitantes de la Luna, han excavado aquel pozo, para guarecerse contra los fuertes ardores del Sol durante sus dias que equivalen cada uno á 15 de los nuestros, y que han elevado la cúpula á la altura en que la vemos, con los materiales extraídos del pozo al hacer la excavacion. Y si las conjeturas pueden hallar aquí cabida, creeríase que han abierto ellos dentro de aquella cúpula y en la circunferencia de aquel pozo cavernas y oquedades, á la manera de nuestros conejos, para ocultarse allí y guarecerse contra el frio durante sus largas noches, de medio mes nuestro cada una de ellas: de modo que, siendo todos los pozos que se descubren en la Luna sus habitaciones ordinarias, vendrian á considerarse como otras tantas villas ó ciudades; y áun pudiera creerse entónces que esos ramales blancos é iluminados, que van desde la ciudad cuya descripción acabamos de hacer á otras que están situadas alrededor, no son otra cosa que grandes carreteras niveladas por los habitantes; y que tal vez aquella ciudad es la capital de todas las otras. »

En medio de la region austral domina la grandiosa montaña de Tycho (8), la cual ocupa, con los eslabones ó sierras que de ella irradian en todos sentidos, el centro de aquella parte del disco lunar, es decir, la region mas accidentada del astro. Es la mas colosal y majestuosa de todas las montañas anulares de la Luna. Tycho encierra, en su centro, una vasta cavidad en forma de circo, que mide cerca de 23 leguas de diámetro.

Del fondo de esta cavidad, se eleva un grupo de montañas muy interesantes: la principal de ellas tiene una altura de 1 560 metros sobre el nivel del circo interior. Las montañas que forman sus murallas anulares tienen, al Este y al Oeste, una elevacion de mas de 5 000 metros sobre la llanura. En la parte de afuera se vé un gran número de cráteres, casi todos circulares, ruinas de volcanes extinguidos. Por lo demas, esta montaña parece ser el gran centro donde mayor intensidad ha tenido la accion volcánica, pues conserva, petrificados, gigantescos y fantásticos recuerdos de esa época.

En el momento del plenilunio, Tycho se ostenta circundado de una aureola luminosa tan resplandeciente, que ofusca la vista, impidiendo observar las curiosidades geológicas del cráter.

Despues de Tycho, la mas notable de las montañas lunares es sin duda la de Copérnico (48). Visto durante el plenilunio, Copérnico es, como Tycho, un foco brillantísimo; pero esta redundancia de luz desaparece tan pronto como el Sol deja de alumbrarle de lleno; y entónces se pueden distinguir las altas cimas centrales que se elevan del fondo de su cráter, y las dos vertientes de la montaña anular que forma su recinto. Este volcan depende de la cordillera de los Karpathos lunares. El cráter está rodeado de un doble recinto: el exterior, que es el mas bajo, tiene un diámetro medio de 87 kilómetros; el del interior, que forma los bordes del cráter, mide 69 kilómetros.

El interior del cráter, bastante escarpado, presenta tambien un triple recinto de rocas despedazadas y un gran número de enormes fragmentos amontonados junto á un declivio, como si fueran masas desprendidas y rodadas de la cumbre de la montaña hasta su base. El terreno de alrededor está plagado de miles de cráteres pequeños, como nuestro Vesubio.

Son dos tipos muy curiosos de las montañas lunares. Señalemos aún el circo de Clavius (2), al sur de Tycho. Su diámetro es de cerca de 12 leguas, y está rodeado de un recinto de enormes masas plutónicas de muchos kilómetros de espesor y presentando como especies de terrados: una cima situada al Sudoeste de este re-

cinto domina en unos 5400 metros el punto mas bajo del circo.

Clavius dista mucho de tener las dimensiones de algunos de los principales circos de la Luna : el de Teófilo mide cerca de 25 leguas de diámetro, y Piccolomini mas de 23. Pero lo que constituye la originalidad de Clavius son los numerosos cráteres de todas dimensiones (mas de ciento) que ocupan el trastornado suelo de su circo, y las revueltas montañas de su recinto. La parte oriental de este recinto, guarnecida de un terradó irregular, se eleva sobre el fondo á una altura por lo ménos igual á la del Monte-Blanco (4810 metros).

Képler (50) y Aristarco (58) son dos montañas blancas como la nieve, que, como Tycho, proyectan irradiaciones luminosas en derredor suyo. Arquimedes (54), Antolyeus (53) y Aristillus (55), se recortan admirablemente de perfil en la época del primer cuarto, lo mismo que Ptolomeo (34), Alfonso (28) y Arzachel (26).

En los Alpes lunares, montañas que ceden en altura al Cáucaso y á los Apeninos del mismo astro, hay un valle transversal notablemente ancho, que corta la cordillera en la direccion del Sudeste al Noroeste. Este valle está orlado de montañas rocosas colosales, murallas ciclópeas de 3 á 4000 metros de altura, que le desploman en sentido vertical, gigantes negros y terribles á cuyos piés se desliza el pobre valle mas siniestro que los de los de Pfeiffer ó del Saint-Gothard.

Tales son las principales montañas lunares; pero aún hallaremos otras en nuestro viaje.

Las alturas de todas las montañas de la Luna están medidas, con algunos metros de diferencia. (No podria decirse otro tanto de las de la Tierra.) Hé aqui las mas elevadas :

Montes Leibnitz.....	7 610 metros.
Montes Dœrfel.....	7 603
Cráter de Newton.....	7 264
Cráter de Clavius.....	7 091
Cráter de Casatus.....	6 956
Cráter de Curtius.....	6 769
Cráter de Calippus.....	6 216
Cráter de Tycho.....	6 151
Monte Huygens.....	5 560

Los montes Leibnitz y Dœrfel se hallan junto al polo sur de nuestro satélite. Estas dos cordilleras se vén algunas veces de perfil durante los eclipses de Sol : así los observé yo y los dibujé du-

rante el eclipse del 10 de octubre de 1874¹. La montaña anular de Newton es tan elevada, que nunca se halla alumbrado su fondo, ni por el Sol ni por la Tierra, á causa de su posicion.

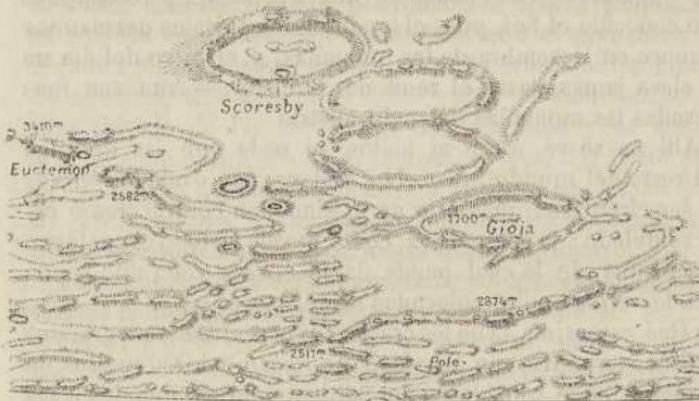


FIG. 56. — El polo boreal de la Luna, y LAS MONTAÑAS DE LUZ PERPETUA (plano topográfico).

Los polos de la Luna ofrecen un carácter físico digno de una atención particular. En virtud de la posición del globo lunar en el espacio, el Sol no desciende nunca bajo el horizonte del uno y del otro polo sino 1 grado y medio (inclinación del ecuador de la Luna), es decir, que se desliza justamente por el horizonte. Ahora bien, á causa de la pequeñez del globo lunar, una elevación de 595 metros basta para ver desde 1 grado y medio por bajo del horizonte verdadero. Así que, como hay en el sitio mismo del polo norte, montañas de 2800 metros, y justamente en el sur picos de 4000 metros, resulta que las cimas de estas montañas están siempre alumbradas por el Sol.

La figura anterior representa el plano topográfico de las cercanías del polo boreal de la Luna. Allí se vé, junto al polo, una montaña que mide 2874 metros, y no léjos de ella, á algunas leguas unas de otras, montañas cuya altura varía de 2500 á 4000 metros, que podemos llamar las *montañas de*

1. Véase el Acta de la Academia de Ciencias, del 7 de diciembre de 1874.

luz perpetua. Allí no se pone el Sol jamás, y el reflejo de aquellos alturas brillantes debe esparcir siempre una claridad intensa por los valles y las llanuras de alrededor. Aquellos valles singulares no han conocido nunca la noche, pero tampoco han conocido el Sol, pues el fondo de los paisajes permanece siempre en la sombra de las montañas, y el astro del día no se eleva jamás hasta el zenit de su cielo. — Aun son más elevadas las montañas del polo austral.

Allí no se vé nieve ni hielos, ni nada que las distinga del resto del mundo lunar. Los cráteres son ovalados en vez de ser circulares; mas esto no es sino una contracción ó escorzo debido á la perspectiva, como sucede en todo el contorno de la Luna, de lo cual puede darse cuenta cada uno suponiendo varios anillos colocados sobre una esfera ¹.

¡Qué extensión, la de los cráteres lunares! Los más grandes volcanes terrestres en actividad no llegan á 4 000 metros de diámetro. Si se consideran los antiguos circos debidos á las erupciones anteriores, se vé que en el Vesubio, el circo exterior de la Somma mide 3 600 metros, y que en el Etna, el del valle del Bove mide 5 500. Algunos circos, formados por volcanes extinguidos, ofrecen mayores dimensiones: tales son, por ejemplo, el circo del Cantal, cuya anchura es de 10 000 metros; el del Oisans, en el Delfinado, que no mide ménos de 20 000 metros, y por último, el de la isla de Ceilan, el más vasto del globo, cuyo diámetro está valuado en 70 000 metros.

Pero ¿qué viene á ser aún tal extensión, comparada con la de varios circos lunares? El circo de Clavius presenta un diámetro de 210 000 metros, el de Schickard de más de 200 000, el de Sacrobosco de 160 000; el de Petau pasa de 150 000, etc. En nuestro satélite se cuentan unos 20 circos cuyo diámetro excede de 100 000 metros. Y sin embargo la Luna es 49 veces más pequeña que la Tierra!

1. Siendo muy poderosa la atracción que la Tierra ejerce sobre la Luna, podría creerse que ella ha desempeñado en la formación de las montañas lunares un papel análogo al de las mareas, y que los más altos relieves del terreno se hallan hacia la región central del disco, donde la atracción terrestre es más directa. Pero no sucede así; sino que es hacia el polo austral, entre los dos hemisferios, donde se alzan las cumbres de mayor elevación.

Por lo que hace á la altura de las montañas, es verdad que las mas elevadas del satélite son inferiores en 1 000 metros á las del planeta; pero esta corta diferencia hace prodigiosas las montañas lunares, á causa de las pequeñas dimensiones del astro que las soporta. Guardando la debida proporcion, el satélite es mucho mas montañoso que el planeta, y los gigantes plutónicos son mucho mas numerosos allí que aquí. Si nosotros tenemos picos tales como el Gaurisankar, el mas elevado de las cordilleras del Himalaya y de toda la Tierra, cuya altura, de 8 837 metros, es igual á la 1440ª parte del diámetro de nuestro globo, en la Luna se hallan picos de 7 600 metros, como los de Dœrfel y de Leibnitz, cuya altura equivale á la 470ª parte del diámetro lunar¹.

Detengámonos ahora á considerar un aspecto singular de ciertas montañas lunares, las *montañas radiantes*.

En el plenilunio, como hemos dicho ya, caen de frente los rayos del Sol sobre el hemisferio lunar, desapareciendo por consiguiente toda especie de sombra, sin que se distinga el menor relieve en las montañas.

Cuando en ese momento se examina el astro con un anteojó de alguna potencia óptica, hállase la vista irresistiblemente atraída por el espectáculo de ciertas montañas resplandecientes, circundadas de aureolas cuyos rayos se extienden á larga distancia en todas direcciones. Estas montañas

1. Aquí harémos sin embargo una observacion importante, y que ningun tratado de astronomía ha señalado aún, si bien parece que la idea ha debido ocurrir fácilmente á los Herschel y á los Arago. Es costumbre tomar el nivel del mar por base de la altura de las montañas terrestres, y aplicar la comparacion á la altura de las montañas de la Luna. En esto se comete una falta de analogía. Las situaciones de las dos topografías son muy diferentes una de otra. Para que la comparacion sea exacta, debemos suponer que el agua de los mares desaparece, y tomar el relieve de los terrenos á partir del fondo de los mares: la altura de los Alpes sobre el fondo del Mediterráneo, ó la de los Pirineos sobre el fondo del Atlántico se halla así singularmente acrecida. Segun las exploraciones marítimas de la sonda, se puede calcular que las mas elevadas cimas del globo duplican su altura. El relieve del Himalaya sobre el fondo del lecho de los mares representa por consiguiente, no la 1440ª, sino la 720ª parte del diámetro del globo.

Aun hecha esta correccion, no impide ella que las montañas lunares sean relativamente mucho mas elevadas que las montañas terrestres. Para que nuestras montañas estuviesen en la misma relación de altura, sería menester que las cimas del Himalaya se elevasen á una distancia vertical de 13 Kilómetros. Luego debe causar tanto asombro el ver en la Luna cimas de mas de 7 kilómetros de elevacion, como causaria el verlas en la Tierra de una altura de 3 leguas y aún mas.

radiantes parecen reproducir en pequeño la imagen del Sol.

Dichos rayos aparecen como grandes regueros de luz cuya longitud es considerable, excediendo á veces de 1 000 kilómetros. Como estas proyecciones luminosas no dan sombra, no es posible que sean contrafuertes de montañas. Con igual intensidad de luz corren por las llanuras y por los montes, llegando á alturas de 3 000 metros, sin borrar nunca los contornos de los accidentes del terreno por donde pasan.

Las principales montañas radiantes de la Luna son Tycho, Copérnico, Képler y Aristarco; pero la mas importante de todas y la mas admirable es *Tycho*, la cual hemos dado ya á conocer.

Desde esta grandiosa montaña parten en todas direcciones los inmensos radios, en número de mas de ciento, que forman á Tycho una especie de aureola y se extienden casi sobre la mitad del hemisferio sur. Uno de ellos, perceptiblemente dirigido hácia el oeste, llega al circo de Neandro á una distancia como de 300 leguas. Mas abajo se desliza un radio de longitud prodigiosa, que recorre toda la region de las montañas, se extiende sobre el mar del Néctar, y va á extinguirse al pié de los Pirineos, despues de haberse desplegado sobre una extension de 375 leguas (véase nuestro mapa).

¿Cuál es la naturaleza de estas listas ó bandas radiantes? Despues de haberlas observado largo tiempo y con la mayor atencion, por medio de instrumentos de diversas potencias ópticas, he llegado á creer que representan hendiduras del globo lunar que ha cedido á una fuerte presión interna, principalmente alrededor de los focos de cráteres mas importantes; no hendiduras que se hayan llenado de lava procedente del interior, como lo supone Nasmyth, sino sólo rayas que han servido de via para pasar por ella el calor y los gases que habrán vitrificado y blanqueado el terreno en su tránsito. Siendo esto así, sólo quedan meras huellas, un simple dibujo del fenómeno. Es una operacion mas bien química que mecánica. Estas hendiduras no forman grietas, ni boces, pues no son en relieve.

Si las radiaciones de que acabamos de hablar constituyen uno de los caractéres especiales de la selenología, hay aún

otros aspectos de terreno que pertenecen en propiedad á la constitucion de nuestro satélite : tales son especialmente las *ranuras* ó *grietas* que á veces cortan vastas llanuras.

Estas ranuras presentan formas desconocidas en la Tierra. Son unas especies de zanjas, estrechas y bastante largas, que se extienden en línea recta, ó con ligeras curvaturas, entre bordes paralelos muy pendientes, por lo general sin antemuro alguno. En la época del plenilunio, muéstranse las ranuras como otras tantas líneas blancas muy ligeras; mientras que en las demas fases lunares aparecen negras, porque entónces sólo se vé la sombra de uno de los bordes. Con frecuencia atraviesan cráteres, ó pasan junto á ellos; algunas tambien terminan en estos cráteres. Otras muchas se extienden por las llanuras, sin que nada revele el punto donde terminan. Su anchura es la misma, ó por lo ménos, varía muy poco, en toda su longitud. Várias de ellas están orladas de montañas á cada lado, pero nunca atraviesan estas montañas. La mayor parte están aisladas, un corto número se unen como venas ó se cruzan. Su longitud varía desde 4 hasta 50 leguas. Su anchura no pasa de 1 000 á 1 500 metros, y en varios parajes es mucho mas estrecha; su profundidad suele ser de algunos cientos y á veces algunos miles de metros.

Si sus dimensiones exactas hubieran sido siempre conocidas, nunca se habria imaginado nadie seriamente que esas ranuras pudiesen ser rutas, canales ú otras obras del arte de los habitantes de la Luna¹. Datan ellas de la última época de la geología lunar. La formacion de las grandes montañas circulares, y la de los cráteres medianos, se hallaba ya terminada cuando tomaron ellas origen, de fuerzas puramente locales.

A pesar de ciertas analogias, es difícil ver, en aquellos surcos, rios, ó lechos desecados de rios lunares que habrian existido allí en los tiempos primitivos. Seguramente, no puede negarse que, en otros tiempos, haya podido correr agua por aquellos lechos, áridos ahora, pues nuestra misma Tierra ha estado en otras épocas enteramente cubierta de agua; y en la actualidad, mas de la cuarta parte de su superficie está compuesta de tierra firme; y la masa de las aguas continúa disminuyendo. Sin embargo, un exámen mas detenido de la naturaleza de estas ranuras conduce á una ex-

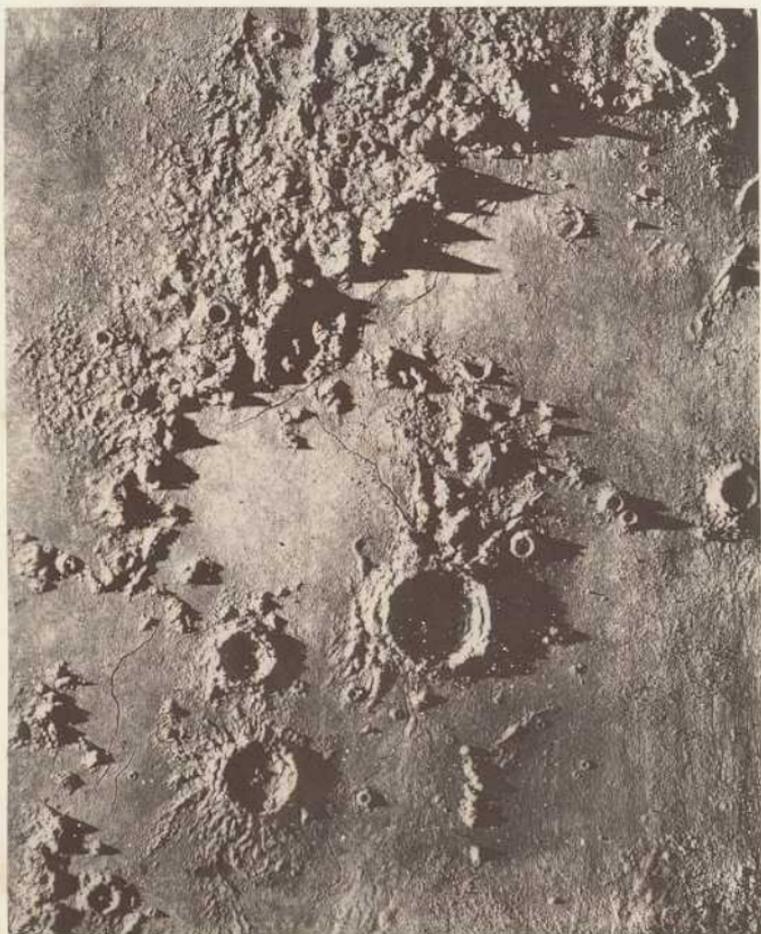
1. Schroeter opinaba que eran canales abiertos por los Selenitas para subvenir á las necesidades de sus relaciones comerciales, y áun creia distinguir una ciudad al norte del cráter Marius. Gruithuysen veía en las ranuras rutas nacionales. Schve, de Bessau, habia creído reconocer en ellas grandes hileras de árboles corpulentos.

plicacion contraria. Muchas recorren parajes de montañas sin llegar á las llanuras : otras nacen y terminan en una llanura, ó se extienden de una montaña á otra atravesando un suelo bajo. Casi todas tienen un ancho constante, ó son en el medio mas anchas que en las *dos* extremidades. Es raro ver varias reunidas entre sí. Un gran número de ellas se extienden en línea directa y todas miden una profundidad considerable. No es verosímil que aguas corrientes hayan podido excavar semejantes canales, con tanta mas razon, cuanto que la pesantez es $6 \frac{3}{5}$ veces ménos intensa en la Luna que en la Tierra. Por consiguiente, si, en un tiempo cualquiera, hubiera habido agua en aquellos canales, no por eso ha de creerse ménos que no es á ella á quien deben ellos su existencia. Mas de cien veces tal vez he dibujado yo una de ellas (la de Hygynus), sin poder hallar una explicacion plausible de esas singulares formaciones.

Son, como hemos dicho, accidentes geológicos peculiares de nuestro satélite, y los últimos nacidos de la topografía lunar. Han supuesto algunos que esas grietas anuncian el futuro fraccionamiento de nuestro satélite y el postrer estado de los mundos; hipótesis que parece contraria á la ley de atraccion y no es fácil de justificar.

El lector podrá formar una idea exacta de la naturaleza de los terrenos lunares por la admirable fotografía que reproducimos en nuestra lámina VII, debida á los talentos y á la infatigable perseverancia del astrónomo inglés Nasmyth, y sacada de la magnífica obra que acaba de publicar consagrada á nuestro satélite¹. ¿No se diría, al ver esa reproduccion fotográfica, que se halla uno trasportado en globo, sólo á algunas leguas sobre el suelo lunar, y que desde allí percibe y distingue en todos sus detalles aquel relieve tan extraño? Cada circo, cada cráter, cada cúspide de las cordilleras, cada roca, por decirlo así, es ahí visible, no sólo por sí mismo, sino hasta por la sombra que proyecta al lado opuesto al que alumbra el Sol. El astro del dia, elevado poco ha sobre el horizonte por el lado izquierdo, alumbra el relieve del suelo por este lado, y las sombras se proyectan por la derecha extendiéndose sobre el terreno, como lo vemos aquí en el sol

1. THE MOON, considered as a Planet, a World, and a Satellite, by J. Nasmyth and J. Carpenter. London, John Murray, 1874.



Photoglyptie

Goupil et C^{ie}.

MONTAÑAS LUNARES FOTOGRAFIADAS

CORDILLERA DE LOS APENINOS.

del orto y en el del ocaso. La grande cadena de montañas que se extiende por la region superior y todo el ángulo izquierdo de la fotografía, es la mas elevada y la mas accidentada de las cordilleras lunares: son los Apeninos, que miden nada menos que 720 kilómetros de longitud, y cuyas mas altas cimas pasan de 6 000 metros de elevacion. Como se vé en la lámina, el terreno va subiendo insensiblemente, á partir del noroeste, y va alcanzando de montaña en montaña esas formidables alturas que se desploman como verticalmente sobre la llanura donde se vén prolongar sus sombras. Indudablemente es ésta una de las escenas mas grandiosas y sublimes de la naturaleza lunar. . . . Cuantas veces me he quedado yo, horas enteras, en las veladas próximas al primer cuarto de luna, con los ojos pegados al telescopio, en contemplacion y casi en éxtasis ante esa maravilla fascinadora, apareciéndose-me precisamente tal cual se la vé ahí fotografiada, y atravesando invenciblemente mi vista y mi pensamiento hácia ese grande espectáculo, visto aún demasiado lejos!

Al norte de los Apeninos, el grande y anchuroso cráter que domina es Arquimedes (54° de nuestro mapa), cuyo diámetro es de 83 kilómetros y la altura de 1 900 metros. A su lado se distinguen otros dos cráteres: el primero, al oeste (el superior), es Aristillas; el segundo, mas abajo, es Autolyeus (comparar esta region en nuestro mapa de la Luna).

Esa misma fotografia muestra las caprichosas ranuras que se han abierto al traves de ciertas llanuras lunares. Una principia en la muralla sur de Arquimedes y se extiende á cerca de 150 kilómetros, primero con una anchura de kilómetro y medio, y estrechándose despues: la otra empieza en el otro lado del mismo cráter y prosigue correspondiendo hácia el norte. Estas huetras tienen pocas semejanzas de regularidad, y en ciertas partes se halla interrumpida su linea por las bombas de las montañas que en ciertos sitios elevan sus cumbres hácia la boca de los Apeninos, al sur y á la izquierda de los Apeninos, etc. — Ninguna parte de nuestra fotografía del pequeño grupo de montañas situado al lado de los cráteres Aristillas, Autolyeus y la llanura para, muestra semejanzas con las ranuras que se abren por el norte de Arquimedes con el objeto de dirigirse hácia el cráter Eratóstenes que orla el ángulo derecho de nuestra fotografia. Véase ahí detenido súbi-



Photoglyptic

Goupil et C^o.

MONTAÑAS LUNARES FOTOGRAFIADAS

CORDILLERA DE LOS APENINOS.

del orto y en el del ocaso. La grande cadena de montañas que se extiende por la region superior y todo el ángulo izquierdo de la fotografía, es la mas elevada y la mas accidentada de las cordilleras lunares: son los Apeninos, que miden nada ménos que 720 kilómetros de longitud, y cuyas mas altas cimas pasan de 6 000 metros de elevacion. Como se vé en la lámina, el terreno va subiendo insensiblemente, á partir del noroeste, y va alcanzando de montaña en montaña esas formidables alturas que se desploman como verticalmente sobre la llanura donde se vén prolongar sus sombras. Indudablemente es ésta una de las escenas mas grandiosas y sublimes de la naturaleza lunar... ¡Cuántas veces me he quedado yo, horas enteras, en las veladas próximas al primer cuarto de luna, con los ojos pegados al telescopio, en contemplacion y casi en éxtasis ante esa maravilla fascinadora, apareciéndose-me precisamente tal cual se la vé ahí fotografiada, y atrayendo invenciblemente mi vista y mi pensamiento hácia ese grande espectáculo, visto aún demasiado léjos!

Al norte de los Apeninos, el grande y anchuroso cráter que domina es Arquímedes (54° de nuestro mapa), cuyo diámetro es de 83 kilómetros y la altura de 1900 metros. A su lado se distinguen otros dos cráteres: el primero, al oeste (el superior), es Aristillus; el segundo, mas abajo, es Autolycus (comparar esta region en nuestro mapa de la Luna).

Esa misma fotografía muestra las caprichosas ranuras que se han abierto al traves de ciertas llanuras lunares. Una principia en la muralla sur de Arquímedes y se extiende á cerca de 150 kilómetros, primero con una anchura de kilómetro y medio, y estrechándose despues: la otra empieza en el otro lado del mismo cráter y descendiendo serpenteando hácia el norte. Estas fisuras tienen varios kilómetros de profundidad, y en ciertos parajes se halla obstruido su fondo por los hundimientos: su declive es casi vertical. Otras dos ranuras considerables desfilan á lo largo de los Apeninos, al sol y á la sombra de las montañas, etc. — Supongamos que un viajero, llegando del pequeño grupo de montañas situado al oeste de estos dos cráteres, quiere atravesar la llanura para, marchando entre ellos, continuar su camino por el norte de Arquímedes con el objeto de dirigirse hácia el cráter Eratóstenes que orla el este (la derecha) de nuestra fotografía. Vedle ahí detenido súbi-

tamente por un abismo de 1300 metros de ancho! ¡Qué rodeo tendria que hacer para circundarle! ¡Y qué otra vuelta tendria que dar aún, cuando, al llegar al norte de Arquímedes, hallaria á sus piés otro precipicio no ménos formidable!

Por lo demas, fácil será juzgar la importancia de todos estos accidentes del suelo lunar por la escala kilométrica colocada al pié de nuestra fotografia.

¿Cómo se han formado los volcanes lunares?

Los astrónomos y los geólogos que se han ocupado de la topografia de la Luna suelen decir que ella nos presenta exactamente el aspecto originario de la Tierra, despues del período plutónico primitivo, y ántes que los períodos secundario, terciario y cuartenario modificaran su superficie por los agentes meteorológicos y los terrenos de sedimento. Paréceme que esta opinion no es legítima. Hé aquí las razones en que me fundo para no admitirla :

1ª Los volcanes son la excepcion en la Tierra, y la regla general en la Luna, la cual se halla literalmente cubierta de cráteres. Los hay por todas partes, de todas dimensiones, y en ciertas regiones, hasta se amontonan unos sobre otros. Sólo en derredor del monte Copérnico, hay muchos miles de ellos. No sucede así en la Tierra. En toda la Francia, no tenemos mas terreno de formacion volcánica que el de la Auvernia. Los Alpes, los Pirineos, son sierras ó cordilleras de montañas, pero no aglomeraciones de volcanes. Echemos una ojeada sobre un planisferio terrestre, y pasaremos en revista toda la Europa, toda el Asia, toda el Africa y toda la América, sin descubrir en ellas, salvo raras y muy especiales regiones, levantamientos volcánicos como se hallan á cada paso en la Luna. De modo que el globo terrestre, aún cuando se viera despojado de la vestimenta vital con que le han cubierto los últimos períodos geológicos, presentaria siempre un sistema orográfico enteramente distinto del que la Luna nos presenta.

2ª Las fuerzas que han operado para formar el suelo lunar no son, de ningun modo, lo mismo que las que aquí se han puesto en accion. Miétras que aquí, una atmósfera pesada, llena de agua, y sobrecargada de ácido carbónico, gravitaba sobre el suelo y obraba de consuno con las erupciones, las

lluvias y las tempestades para modelar la superficie, en la Luna la presión ha sido siempre muy débil, y las materias en fusión lanzadas por los cráteres debían precipitarse en el espacio con una velocidad prodigiosa. Por otra parte, siendo allí la intensidad de la pesantez seis veces más débil que aquí, las explosiones podían elevarse ó extenderse sin obstáculo alguno, y proyectar sus materiales á las mas grandes distancias.

3ª Las sustancias de que se compone la Luna no son lo mismo que las que constituyen la Tierra, y por consiguiente, las combinaciones químicas y las conflagraciones han sido allí de muy distinta naturaleza. El vapor de agua, entre otras, no ha desempeñado allí el papel importante y capital que desempeña en nuestras erupciones volcánicas. Independientemente de la diferencia de constitución química, existe también la diferencia de densidad. Es preciso no olvidar que la densidad de los materiales lunares apenas es igual á las dos terceras partes de la de los minerales terrestres. Todas estas diferencias han producido necesariamente modos de formación geológica muy diversos de los que han presidido á la organización de la superficie terrestre.

Así pues, aún en su esqueleto geológico, nuestro satélite es un mundo muy diferente del que nosotros habitamos.

Pero, por otra parte, la Luna es hija de la Tierra, y no puede ménos de interesarnos vivamente el conocer las circunstancias que han acompañado á su nacimiento.

Muchos millones de siglos ha que nuestro planeta, en vez de ser sólido y esférico, era gaseoso, tenía la forma de un inmenso lente de fuego, y ocupaba todo el espacio que comprende la órbita actual de la Luna. Luminosa y ardiente, aunque vaporosa, la nebulosa terrestre giraba sobre sí misma en 27 días, 7 horas y 43 minutos, cuando un anillo gaseoso, desprendido de su ecuador por la fuerza centrífuga, se escapó fuera de ella.

Este anillo gaseoso, formado de las materias terrestres superiores, y por consiguiente, las mas ligeras, continuó gravitando alrededor de la Tierra en 27 días y 7 horas, pero sin permanecer en el estado de anillo, porque no era homogéneo, sino que se condensó en un globo, que es el globo lunar, el cual era entonces también candente, líquido y luminoso por sí mismo.

La temperatura del espacio es 270 grados mas fria que la del hielo fundible. Todo objeto colocado en el espacio se enfria por consiguiente, más ó ménos pronto, segun su calor primitivo, su naturaleza y su volúmen. En virtud de esta irradiacion, la Luna se enfrió mas pronto que la Tierra; primero, porque sus materiales

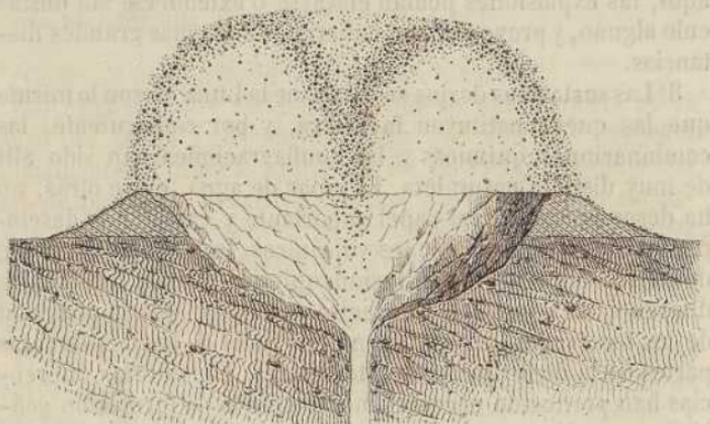


FIG. 57. — Seccion geológica de un volcan lunar en su período maximum.

constitutivos son ménos densos que los nuestros, y ademas, á causa de la diferencia de su volúmen. Todo globo empieza á enfriarse naturalmente por su superficie exterior. El volúmen de la Tierra es 49 veces mayor que el de la Luna, pero su superficie no es sino 13 veces mayor.

Luego, bajo este concepto, la Luna tiene un poder de emision ó de enfriamiento casi cuatro veces mayor que el de la Tierra. De modo que la Luna se enfrió mas pronto que la Tierra: *es una hija mas vieja que su madre.*

La Luna ha continuado girando alrededor de la Tierra, á la distancia en que ella se formó, en 27 días, 7 horas y 43 minutos. Como su enfriamiento empezó por su superficie, ésta se ha condensado y solidificado ántes que el interior. En cierta época de aquellos tiempos primitivos, podemos comparar á la Luna con un globo de vidrio muy delgado, lleno de un líquido hirviendo.

La intensidad de la pesantez es allí seis veces mas débil que aqui; la disipacion de su calor cósmico ha sido mas rápida que la de la Tierra, y la energía volcánica ha sido tanto mayor tambien. Finalmente, las materias proyectadas, no hallando resistencia atmos-

térica, han quedado libres para proseguir sus tiradas hasta enormes distancias. Hé aquí pues grandes y bien marcadas diferencias entre la Luna y la Tierra.

El punto inicial de todo volcan es un chorro líquido que se abre paso de abajo hácia arriba, al traves de la corteza exterior, y que, al llegar afuera, forma un cono pequeño. Si la fuerza eruptiva es violenta, lanza los materiales que encuentra á su paso á una grande altura, y los dispersa en derredor de ella, formando un cráter circular. La continuidad de esta accion ensanchará la cavidad primitiva, y determinará poco á poco la elevacion de una muralla más ó ménos vasta alrededor de la boca volcánica. Tal es la teoría muy razonable expuesta por Nasmyth. Nuestra figura 57 representa una seccion vertical de un cráter lunar en este periodo de su desarrollo.

Durante todo el tiempo en que cada erupcion sea mas violenta que la precedente, la excavacion se ensanchará y el muro anular se irá extendiendo cada vez mas. Pero cuando esta violencia haya cesado, y que á las primeras erupciones sucedan otras posteriores mas débiles, los materiales lanzados volverán á caer sobre la misma boca volcánica, y formarán un cono central más ó ménos elevado. Nuestra figura 58 representa una seccion vertical de este tipo de volcan.

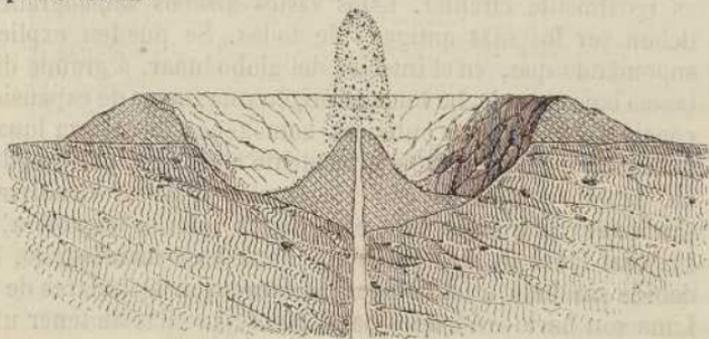


Fig. 58. — Sección geológica de un volcan lunar en su último periodo.

Supongamos ahora que, con posterioridad á ese último efecto, la lava volcánica se abre un camino, bien sea al traves de la boca primitiva, ó por el flanco del cono, y venga á inundar el fondo del cráter; este fondo quedará formado por una loma ó capa horizontal que ocupará todo el interior del cráter. Un gran número de volcanes lunares ofrecen este aspecto.

Várias dislocaciones y hundimientos han debido producirse cuando, por ejemplo, en el curso de las erupciones volcánicas, la base del cono central se ha hallado ser demasiado débil para soportar la acumulacion de los materiales amontonados unos sobre otros, ó bien cuando, perdiendo su cohesion estos materiales, la pesantez ha hecho derribar picos y murallas. Esto se puede observar en un gran número de cráteres.

Tal ha sido el modo de formacion de la superficie lunar. Que sus cráteres son volcánicos, no admite duda alguna, y sus picos centrales, visibles aún, suministran una prueba incontestable de esta verdad. Ahora bien, esos cráteres presentan todas las dimensiones, desde algunos cientos de metros hasta 124 kilómetros. Pero en la Luna se vén numerosas formaciones circulares cuya extension excede á esa, y que carecen de pico en su centro, tales como Ptolomeo, Grimaldi, Schickard, Schiller y Clavius, que miden todos mas de 160 kilómetros de diámetro. Aun se puede ir mas adelante, y señalar ciertas llanuras, como el mar de las Crisis, y también los de la Serenidad y de las Lluvias, cuya formacion es igualmente circular. Estos vastos diseños selenográficos deben ser los mas antiguos de todos. Se pueden explicar suponiendo que, en el interior del globo lunar, á grande distancia bajo el suelo, ha tomado origen una fuerza de expansion considerable. Siendo entónces homogénea la corteza lunar, toda fuerza de expansion procedente de cierta profundidad ha debido romper la cubierta siguiendo líneas circulares. Cualquiera que haya sido esta fuerza interior explosiva, y sea cual fuere la manera cómo ella se haya manifestado, ha debido sin duda existir; pues las formaciones anulares de la Luna son harto evidentes para que dejen ellas de tener una causa general de produccion.

Pero ¿es que no habia, en esas épocas como hoy, ni aire, ni viento, ni nubes, ni lluvias, ni agua, en la superficie de la Luna? Ciertos cráteres medio sepultados en las orillas de los mares parece que hablan aún hoy con elocuencia desde el fondo de su pasado, y atestiguan que ciertas nivelaciones posteriores á su formacion han debido ser producidas, bien sea por aluviones, ó por sedimentos, en una fase mas meteo-

rológica que geológica. Considerad, por ejemplo, nuestra figura 59, hecha conforme á un dibujo enviado á M. Guillemin por nuestro malogrado Chacornae, mi antiguo colega del Observatorio de Paris : ¿no parece que las ruinas de ese cráter han sido inundadas en su pié, y que su área como sus alrededores han sido sepultados bajo un diluvio de lodo, ó bajo una invasion de arenas lanzadas por el viento?

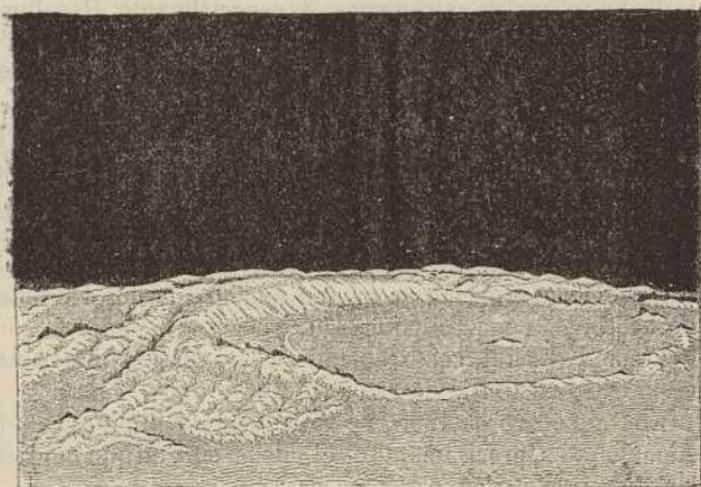


Fig. 59. — Circo lunar sepultado en las márgenes del Océano de las Tempestades.

Réstanos ahora preguntarnos si esas operaciones selenológicas han terminado, si no hay ya movimiento eruptivo en esos terrenos, y si los volcanes lunares están todos apagados.

El cráter que primero se presenta para responder á esta pregunta es el de Aristarco. A veces parece tan luminoso, aún cuando la luz del Sol no ha llegado hasta él, que se le distingue á primera vista. Frecuentemente brilla en la parte oscura de la Luna como una estrella de sexta magnitud, algo nebulosa. Así encuentro, entre otras cosas, en mis registros de observacion, que en los dias 6 y 7 de mayo de 1867, habia en aquel paraje del disco lunar, en el lado izquierdo de Aristarco, un punto luminoso muy brillante, que ofrecia la

apariencia de un volcan. Le observé durante muchas horas en aquellas dos noches : la luz del Sol le apagó despues. Aunque poco inclinado á admitir la existencia de volcanes actualmente inflamados en la Luna, he guardado siempre sin embargo, desde aquella observacion, la impresion de haber asistido á una erupcion volcánica lunar, si no de llamas tal vez, por lo ménos de materia fosforescente.

Por lo demas, es este un punto tan notable, que desde el siglo XVIII, varios astrónomos, y especialmente Hevelius y Herschel, le han considerado como un verdadero volcan en ignicion. Tal era la conviccion de Herschel sobre su realidad, que el 20 de abril de 1787 escribia lo siguiente : « El volcan arde con una grande violencia. » El diámetro real de la luz volcánica era de unos 5000 metros. Su intensidad parecia muy superior á la del núcleo de un cometa que á la sazón se hallaba sobre el horizonte. El ilustre astrónomo añadia : « Los objetos situados cerca del cráter son débilmente alumbrados. Esta erupcion se parece mucho á la del 4 de mayo de 1783, de la cual fui yo testigo. »

Como Herschel, como Lalande, como Maskelyne, Laplace creia en la existencia de estos volcanes.

El 1º de enero de 1865, se vió un punto luminoso en los Alpes lunares, precisamente en el mismo sitio en que Schrœter señaló un volcan en 1788.

Sin embargo, á pesar de ciertas observaciones aisladas que parecen acreditar la opinion favorable á esas erupciones volcánicas, hoy estamos todos de acuerdo para dudar de ellas. La Luna está, de medio siglo acá, constantemente espiada por ojos ejercitados é infatigables, y ningun astrónomo ha llegado á comprobar con seguridad, ni una sola vez, una erupcion incontestable.

Es preciso sin embargo observar que si no está uno seguro de haberlas visto bien, no es esto una razon suficiente para afirmar que no existen. Pero hay mas aún : apenas puede ponerse en duda que tengan lugar hoy en la superficie de nuestro satélite acciones geológicas.

Beer y Mädler, estos laboriosos selenógrafos cuyo magnífico mapa hace aún hoy autoridad, estaban poco inclinados, en 1840, á

considerar como probables trasformaciones actuales del suelo lunar. « Confesamos, decian, que tal hipótesis tiene muy poca probabilidad. Si las observaciones que se han hecho hasta ahora no la excluyen de un modo absoluto, se adhieren ellas sin embargo á la hipótesis contraria. El globo lunar parece, como la Tierra, actualmente *terminado*; y es difícil creer que tengan aún allí lugar ahora violentas trasformaciones. »

En la actualidad, los observadores están divididos en sus opiniones acerca de esta cuestion interesante. Así, en Inglaterra, mientras que Nasmyth cree que la accion volcánica debe haber cesado en la Luna desde miles de siglos acá, Webb y Birt señalan muchos hechos que parecen demostrar la continuidad de esa accion.

Por ejemplo, al examinar el cráter Marius y sus cercanías, situado en medio del Océano de las Tempestades, estos dos observadores descubrieron dos pequeños cráteres que Beer y Mädler no habian visto. Del mismo modo, al comparar los dibujos de Cichus, dados por Schröeter, les pareció evidente que las diferencias que ofrecen las dimensiones de un cráter mas pequeño situado sobre las murallas de Cichus, son debidas á ciertos cambios ó *trasformaciones reales* acaecidas despues de 1792, época en que observaba Schröeter.

Por otra parte, M. Webb ha estudiado en el mar de la Fecundidad, junto al ecuador, dos cráteres (los de Messier). Estos cráteres, muy próximos entre sí, eran, en la época en que Beer y Mädler construyeron su mapa, notables por la regularidad de su forma y por la igualdad de sus dimensiones. El astrónomo inglés, al observarlos de nuevo, halló que el cráter oriental parecia mayor que el otro. Cinco meses despues, notó ya, no sólo la diferencia de tamaño entre los dos cráteres, sino la deformacion del cráter occidental, que permanecia siendo el mas pequeño. En efecto, en vez de afectar una forma oval de norte á sur, su diámetro aparecia mayor del este al oeste. Ahora bien, Beer y Mädler los examinaron mas de 300 veces, desde 1829 hasta 1837, sin consignar cambio alguno : la multiplicidad de estas observaciones no permite dudar de la perfecta exactitud de su dibujo. Luego es probable que las modificaciones observadas *se han producido realmente* despues de 1837.

En 1866, varios astrónomos llegaron á convencerse de que un pequeño cráter, situado en el mar de la Serenidad, habia sufrido un cambio de aspecto muy pronunciado. Este pequeño cráter de Linneo diferia en efecto entónces de los dibujos que de él se

Aquí reproduzco (fig. 60) una reducción del dibujo muy detallado que publiqué entonces sobre esta región. Este dibujo da una idea exactísima de la topografía lunar, del suelo arenoso del mar de la Serenidad, del relieve de los cráteres grandes y pequeños, y de los numerosos detalles que, esparcidos en esa llanura, muestran á primera vista que su suelo dista mucho de ser liso y uniforme. En las orillas se vé, al este, la cúpula blanca formada por Linneo; ya no se distingue cavidad ninguna en el centro, como en todos los demás cráteres.

Otro punto en discusión es el fondo del anchuroso circo plano de Platon. Este fondo, muy oscuro siempre, se oscurece aún más á medida que el Sol se eleva sobre él. El hecho está probado por las observaciones de M. Birt, laborioso selenógrafo. Como el brillo de las regiones blancas que le rodean aumenta con la elevación del Sol, es posible que el contraste entre por algo en los efectos observados. Esta explicación sin embargo no parece suficiente, y varios astrónomos, admitiendo que las variaciones son reales y efectivas, las atribuyen á ciertos hechos de vegetación que se renovarían en cada lunación bajo la influencia del Sol.

Aunque cada uno de los hechos que preceden no esté matemáticamente probado en sí mismo, sin embargo, el conjunto de estas observaciones conduce á la conclusión de que *la Luna no es un astro muerto*, aún bajo el punto de vista geológico, y que es sumamente probable que en la actualidad se efectúan ciertos cambios en su superficie; y esta conclusión debe aún resaltar más, si se tiene en cuenta que nuestros instrumentos de óptica, aún los más perfeccionados, no nos muestran todavía pequeños detalles en la superficie de la Luna, sino sólo extensiones considerables; y que la desaparición de las pirámides de Egipto pasaría allí seguramente desapercibida para nosotros. Por lo demás, si consideramos las condiciones de la superficie lunar, llegaremos á concluir que no puede ella ménos de cambiar, lo mismo que la superficie terrestre. Es verdad que en nuestro planeta tenemos aún violentas erupciones volcánicas y desastrosos terremotos; tenemos las olas del Océano que, corroyendo las márgenes bajo las rocas escarpadas y penetrando por las desembocaduras de los ríos, modifican sin cesar los contornos de los continentes (como yo, con mis propios ojos, lo he comprobado por espacio de

ménos de quince años de observacion solamente en las costas francesas); tenemos los movimientos del suelo, que se eleva y desciende bajo el nivel del mar, como todo el mundo puede verlo en Puzzoles (Italia) y en los malecones de los Países-Bajos; tenemos el sol, los hielos, los vientos, las lluvias, los rios, las plantas, los animales y los hombres, que de continuo modifican la superficie de la Tierra. Sin embargo, en la Luna hay dos agentes que bastan ellos solos para operar modificaciones aún mas rápidas : tales son el calor y el frio. En cada lunacion, la superficie de nuestro planeta sufre contrastes de temperatura que bastarian para descomponer vastas comarcas, y con el tiempo, derrumbar las mas altas montañas. Durante la larga noche lunar, bajo la influencia de un frio mas que glacial, todas las sustancias que componen el suelo deben contraerse más ó ménos, segun su naturaleza. Despues viene un calor que, segun los experimentos termométricos hechos hasta ahora, debe llegar á cerca de 300 grados¹, y todos los minerales que, quince dias ántes, estaban reducidos á su mas pequeña dimension deben dilatarse en diversas proporciones. Si consideramos los efectos que el invierno y el verano producen en la Tierra, comprenderémos los que deben producirse centuplicados en la Luna por ese contraste de 300 grados y aún mas, por esa sucesion de condensaciones y dilataciones de unos materiales que son ménos coherentes, ménos compactos que los de la Tierra. Y si añadimos que esos contrastes son repetidos, no año por año, sino mes por mes, y que todas las circunstancias que los acompañan deben exagerarlos aún, no parecerá extraño seguramente que *en la actualidad se produzcan trasformaciones topográficas* en la superficie de la Luna, y que, léjos de renunciar á la esperanza de reconocerlas, podamos, al contrario, esperar que las comprobaremos algun dia.

Por lo demas, no podemos afirmar que, independientemente

1. La Luna nos envia algo de este calor; la luz lunar no es enteramente fria. Segun los experimentos hechos por M. Marié-Davy en 1869, en el Observatorio de Paris, por medio de una pila termo-eléctrica, el calor que recibimos de la Luna llena, es igual que se recibiria de un disco de hierro de su dimension aparente calentado á 400 grados y colocado á 35 metros. En la cima del pico de Tenerife halló Piazzi Smyth aquel calor igual á la tercera parte del de una bujia colocada á 4^o.75.

de los cambios debidos al reino mineral, no haya otros que puedan ser debidos á un reino vegetal, y hasta á un reino animal, y — ¿quién sabe? — á ciertas formaciones vivientes cualesquiera, que ni sean vegetales ni animales.

CAPITULO VI

LA ATMOSFERA DE LA LUNA.

Ninguna cuestion ha sido mas vivamente ni mas diversamente debatida que la de la existencia de una atmósfera en derredor de la Luna. Su solucion debia sin duda dar á conocer si nuestro satélite puede ó no hallarse habitado por séres animados y dotados de una organizacion análoga á la nuestra.

Desde luego podemos afirmar que, si existe una atmósfera alrededor de la Luna, esta atmósfera no produce nunca ninguna nube, como las produce esta otra en medio de la cual vivimos; pues las nubes nos ocultarian seguramente ciertas porciones de la superficie del astro, resultando continuas variaciones de su aspecto, manchas blancas más ó ménos extensas y dotadas de diversos movimientos. Pero aquel disco nos presenta siempre el mismo aspecto, sin que nada se oponga nunca á que distingamos constantemente en él los mismos detalles.

Así, pues, sabemos ya que la atmósfera de la Luna, si existe, permanece siempre enteramente trasparente. Pero aún podemos avanzar mas. Toda atmósfera produce crepúsculos. Como una mitad de la Luna recibe directamente la luz del Sol, los rayos solares que alumbraran las alturas de su atmósfera sobre las regiones sumergidas en la noche, esparcirian cierta claridad á lo largo del borde oscuro, acre-

ciendo gradualmente hasta el hemisferio alumbrado. Vista desde la Tierra, la Luna debería por consiguiente presentar una degradacion insensible de luz á lo largo del círculo terminal. Pues bien, nada de esto sucede. La parte iluminada y la parte oscura de la Luna están separadas una de otra por una linea bien marcada y neta. Esta linea es más ó ménos tortuosa é irregular, á causa de las montañas; pero no presenta señal ninguna de esa degradacion de luz. Vése pues que, si la Luna tiene una atmósfera, debe ser ésta muy débil, puesto que el crepúsculo que ella forma es enteramente imperceptible para nosotros.

Pero aún existe otro medio mas preciso de apreciar la existencia de esta atmósfera. Cuando la Luna, en virtud de su movimiento propio en la esfera celeste, llega á pasar por delante de una estrella, se puede comprobar con la mayor exactitud el instante preciso de la desaparicion de la estrella, y del mismo modo el instante preciso de su reaparicion, y deducir así cuánto dura la ocultacion de la estrella. Por otra parte, se puede determinar perfectamente por el cálculo cuál es la linea que sigue la estrella detras del disco lunar durante su ocultacion, y deducir el tiempo que la Luna emplea avanzando en el cielo una distancia igual á esta linea. Ahora bien, si los rayos de luz fueran desviados de su camino, por poco que fuese, á causa de la refraccion de una atmósfera, en vez de desaparecer en el instante preciso en que la Luna viene á tocar el rayo que le envia la estrella, permanecería ésta visible aún algun tiempo despues, porque los rayos serian refractados por la atmósfera lunar; por la misma razon la estrella empezaria á reaparecer por el lado opuesto del disco lunar algun tiempo ántes de haber cesado completamente esta interposicion de la Luna : necesariamente disminuiría por esta causa la duracion de la ocultacion. Pero generalmente se halla una igualdad completa entre el cálculo y la observacion. Por esto se ha podido reconocer que la atmósfera de la Luna, si existe, es ménos densa en el borde visible del hemisferio lunar que el aire que queda en el recipiente de nuestras mejores máquinas neumáticas, cuando en ellas se ha hecho el vacío.

Ademas, cuando la Luna pasa por delante del Sol y le eclipsa, su contorno se presenta siempre absolutamente neto y sin penumbra.

La análisis espectral ha sido aplicada con particular esmero para investigar la huella de una atmósfera lunar. Si esta atmósfera existe, es evidente que los rayos solares la atraviesan primero antes de llegar al suelo, y despues, una segunda vez, reflejándose hácia la Tierra. El espectro formado por la luz de la Luna debería por consiguiente presentar las rayas de absorcion añadidas al espectro solar por esta atmósfera. Pues bien, todas las observaciones hechas prueban que la Luna despide simplemente la luz solar como un espejo, sin que la menor atmósfera perceptible la modifique en lo mas mínimo.

Otro medio de descubrir la existencia de una atmósfera cualquiera de vapores, nieblas, etc., en los bordes de la Luna, es el de examinar el espectro de una estrella en el momento de su ocultacion. El menor gas modificaria el color de este espectro, y tambien ciertas líneas, y no desapareceria él instantáneamente sin haber experimentado la mas ligera modificacion. Pues bien, una observacion de esta especie se presentó el 4 de enero de 1865: la Luna pasaba por delante de la estrella ϵ de Piscis. M. Huggins examinó el espectro con la mas minuciosa atencion en el momento de entrar la estrella detras del disco de la Luna. El espectro desapareció, no instantáneamente, sino como si una pantalla opaca de igual longitud se hubiera pasado rápidamente por delante de él en la direccion de su anchura: ninguna alteracion se produjo, ni en el azul, ni en el rojo, ni en las rayas. Nueva prueba de que, si la atmósfera lunar existe, no es perceptible en los bordes de la Luna.

Tales son los hechos que se aducen contra la existencia de una atmósfera lunar. Una vez expuestos, importa ahora declarar que no son ellos suficientes para *probar la total ausencia de aire* en la superficie de nuestro satélite, y dar á conocer tambien ciertas observaciones que tienden, por el contrario, á demostrar que pudiera muy bien existir allí alguna atmósfera, baja y tenue, pero real y efectiva. Gene-

ralmente se creen los astrónomos autorizados para enseñar que no puede haber allí ni sombra siquiera de una atmósfera, y por consiguiente, que no es posible se produzca ninguna manifestacion vital análoga á las de nuestro planeta. Esta proposicion es demasiado general y absoluta.

A fines del siglo anterior, Schrœter observó ya que las cimas de las montañas lunares que se presentan en el borde no alumbrado como puntos destacados, son tanto ménos luminosas cuánto á mayor distancia se hallan de la línea de separacion de sombra y de luz, ó lo que es lo mismo, segun que los rayos alumbrantes han rasado el suelo lunar en una extension mayor.

Cuando estaba él una tarde observando el tenue segmento de la Luna, dos días y medio despues del novilunio, se le ocurrió investigar si el contorno oscuro de aquel astro, el que no podia recibir otra luz que la claridad cinérea, se mostraria todo á la vez, ó sólo por partes, ante la debilidad de nuestro crepúsculo: notó pues que el limbo oscuro se mostró primero en la prolongacion de cada uno de los dos cuernos del segmento, en una longitud de 1, '20" y un ancho como de 2", con un color pardusco muy débil, que iba perdiendo gradualmente su intensidad y su anchura á medida que avanzaba hácia el este. En el mismo instante, las otras partes de limbo oscuro eran totalmente invisibles, y sin embargo, como mas distantes de la porcion resplandeciente del disco, se las habria debido ver en primer lugar. Una claridad reflejada desde la atmósfera de la Luna sobre la porcion de este astro que los rayos solares no tocaban aún directamente, una verdadera vislumbre ó resplandor crepuscular, parece sólo poder explicar este fenómeno.

Schrœter halló por el cálculo que el arco crepuscular de la Luna, medido en la direccion de los rayos solares tangentes, es de 2° 34', y que las capas atmosféricas que alumbran la extremidad de este arco deben estar á 452 metros de altura.

Una observacion del mismo género han hecho recientemente, en 1876, en el Observatorio de Paris, MM. Paul y Prosper Henry, quienes han comprobado que una claridad

crepuscular continúa los cuernos del segmento alumbrado y permanece visible fuera del disco oscuro, claridad muy débil en verdad, pero cuya presencia efectiva han consignado en particulares condiciones de transparencia atmosférica.

Por otra parte, discutiendo detenidamente 295 ocultaciones con grande esmero observadas, el astrónomo Airy concluye diciendo que el semidiámetro lunar disminuye $2''$ en la desaparición de las estrellas detras del lado oscuro de la Luna, y $2'',40$ en su reaparición también por el limbo oscuro. Las observaciones relativas á las ocultaciones junto al limbo luminoso dan valores mas fuertes para el semidiámetro de lo que hubiera de esperarse á priori, tanto á causa de la extrema delicadeza de estas comprobaciones como de la irradiación del borde lunar, que extingue la luz de la estrella ántes del contacto. Airy concluye diciendo que no se cometerá error sensible admitiendo que el semidiámetro deducido de las ocultaciones es inferior en $2''$ al semidiámetro telescópico.

Este exceso del diámetro telescópico se atribuye generalmente á la irradiación, que le agranda á la vista. « Sin embargo, nada prueba que la atmósfera lunar no entre por algo en la diferencia, dice con razon M. Neison; y si se compara el diámetro tan seguro determinado por Hansen con el que se deduce de las ocultaciones observadas desde 1861 hasta 1870, se halla una corrección de $-1'',70$, que no parece deber ser razonablemente atribuida á la irradiación. Mas satisfactorio sería admitir que la refracción horizontal de una atmósfera lunar entra en este efecto por $1''$. Los semidiámetros lunares, calculados en los eclipses totales de Sol, en que la irradiación de la Luna es nula, y al contrario, en que la luz solar disminuye el ancho de la Luna negra, se concilian con esta hipótesis, mostrando que el efecto de la irradiación no es superior á medio segundo. » Tal es también la opinión del director del Observatorio real de Inglaterra.

Por otra parte, la ausencia de refracción que hemos expuesto poco ha no es absoluta. Que en las ocultaciones se hayan visto estrellas proyectarse sobre el disco de la Luna, es un hecho incontestable, y la mejor explicación es la que atribuye este hecho á una atmósfera existente sobre todo en

el hemisferio que no vemos, y que de vez en cuando seria conducida hácia el borde de la Luna por la libracion: en este caso, y sólo en este caso, se produciria la proyeccion de las estrellas ocultadas. Hé aquí varios ejemplos:

Cuando tuvo lugar la ocultacion de la estrella ϵ de Taurus, el 28 de marzo de 1868, el astrónomo Plummer esperó el fenómeno especialmente con ese objeto, y quedó él mismo maravillado de su observacion. El lado oscuro de la Luna, dice, era visible, por la claridad recibida de la Tierra; llegó la estrella en contacto con el borde, entró en el disco y permaneció allí por lo ménos 5 segundos, á una distancia sorprendente del borde. La libracion era, aquel día, de 8° , $16'$.

El 14 de octubre de 1870, la misma estrella quedó ocultada por el borde luminoso de la Luna, y se proyectó igualmente en el interior del disco lunar. Observador: M. Christie, en Greenwich. La libracion era de 5° , $3'$.

El 4 de abril de 1854, Castor fué ocultado tambien por el borde brillante, se proyectó en la Luna, quedando allí 4 segundos. Observador: M. Dunkin, en Greenwich. Libracion = 4° , $6'$.

El 19 de marzo de 1866, la estrella β de Aries quedó ocultada por el borde oscuro. M. Talmage la observó proyectada en el disco. La libracion era de 3° , $27'$.

En la ocultacion de Régulus, acaecida el 19 de mayo de 1858, dos observadores vieron esta brillante estrella proyectada durante 5 segundos en el interior del disco lunar. La libracion era de 7° , $10'$.

El 24 de mayo de 1860, Júpiter quedó ocultado por la Luna. El capitán Noble, que le observó atentamente en Inglaterra, notó, á la reaparicion del planeta, que por espacio de varios segundos, una sombra opaca orlaba exteriormente el borde lunar en el sitio por donde él salia. Júpiter habia efectuado ya los dos tercios de su emersion. El mismo astrónomo habia observado ya un hecho análogo, en una ocultacion de Marte, acaecida el 13 de octubre de 1857. Era en plena luz solar, á las cinco de la tarde. Distinguianse las bandas de Júpiter, cuyos satélites eran invisibles.

La misma observacion fué hecha independientemente por M. Thomas Gaunt, quien vió la línea oscura doble, en anchura, de las bandas de Júpiter durante los dos últimos tercios del tiempo de la emersion. A la entrada, parecia que Júpiter alumbraba el borde oscuro de la Luna por detras, pues se distinguia este borde hasta la distancia de unos 3 diámetros de Júpiter.

El 12 de mayo de 1874, hallándose la Luna totalmente eclipsada, una estrella de 8ª magnitud, que fué ocultada por ella, se proyectó ligeramente en el limbo ántes de desaparecer.

Es mas natural suponer que estos hechos son causados por una atmósfera, que imaginar que haya habido precisamente valles lunares ahondados en el borde del disco, en los puntos en que estas proyecciones han tenido lugar.

Entre las excepciones á las desapariciones instantáneas de estrellas tras el borde de la Luna, en las ocultaciones, se pueden aún señalar las siguientes, que me sugieren las observaciones hechas por M. John Tebbutt, en Windsor (Nueva Gáles del Sur) :

9 de mayo de 1867.....	Desaparicion no enteramente súbita.
2 de marzo de 1868.....	Desaparicion gradual.
27 de abril de 1868.....	Gradual.
28 de abril de 1868.....	Gradual.
1º de junio de 1868.....	Casi gradual.
26 de setiembre de 1868...	Gradual.
22 de octubre de 1868.....	No enteramente instantánea.
27 de octubre de 1868.. ..	No enteramente instantánea.
6 de diciembre de 1868.. ..	Gradual.
10 de diciembre de 1868...	No instantánea.
4 de julio de 1870.	Gradual.

Ahora bien, ¿cuál sería la extension de una atmósfera lunar que produjera una refraccion horizontal de 1" ? Nuestro satélite se halla en una condicion singular de densidad, de pesantez y de temperatura. Su superficie pasa alternativamente de un calor tórrido á un frio glacial, como lo hemos visto. El máximo de su temperatura en el borde occidental llega hácia el octavo dia de la lunacion, y el minimum unos dos dias despues del plenilunio; miéntras que la temperatura máxima del borde oriental llega el dia siguiente al último cuarto, y su temperatura mínima dos dias ántes del plenilunio.

La altura de la atmósfera lunar podria ser de unos 32 kilómetros, segun los cálculos de M. Neison : su densidad, en la superficie, á 0 grados de temperatura, y á la presion ordinaria, sería de $\frac{25}{10\ 000}$ comparativamente á la densidad de la atmósfera terrestre al nivel del mar y á cero. Esta atmósfera daría en el borde lunar las refracciones siguientes :

LA ATMOSFERA DE LA LUNA.

Temperatura de la superficie.	Refraccion horizontal.	
- 30° C,	1,27	} Temperatura del borde no alumbrado.
0	1,03	
+ 25	0,88	} Temperatura del borde alumbrado.
+ 100	0,59	
+ 200	0,39	



Tal estado de cosas se conciliaría con las diferentes observaciones hechas en las ocultaciones, y ningun hecho contradice esta hipótesis. La extension de esta atmósfera se comprenderá mejor si notamos que su peso, sobre una superficie de una milla cuadrada (1 609 metros de lado), sería de unos 400 millones de kilogramos. En proporcion á la masa de la Luna, sería un octavo de lo que es la atmósfera terrestre en proporcion á la Tierra.

Tal atmósfera no es insignificante, y es *posible* que ella exista.

Por último, añadirémos que la Luna pudiera tambien poseer una especie de atmósfera enteramente diferente de la nuestra.

Nuestro aire es una *mezcla* de oxígeno y de ázoe, no una combinacion química de estos gases, y ninguna necesidad hay de que la proporcion de la mezcla sea precisamente tal cual es. Esta proporcion pudiera ser muy distinta en la atmósfera de un cuerpo celeste. Aun puede concebirse tambien una atmósfera compuesta de otros gases. El ácido carbónico, por ejemplo, que sólo existe en muy escasa cantidad en nuestra atmósfera, podria formar la mayor parte de la composicion de otra. Tampoco tendria nada de extraño que este gas, que se desprende de casi todas las operaciones de la química mineral, y en particular de los volcanes, existiera en la superficie de nuestro satélite y se corriese hácia los niveles bajos, como aquí sucede en las regiones volcánicas, tales como la gruta del Perro, junto á Nápoles. Este gas subsiste mucho tiempo despues de las erupciones, como lo vemos tambien en Auvernia. El color opaco y variable de algunos circos y de algunos valles, muy razonablemente atribuido á la existencia de vegetales, se explicaria así perfectamente. Tambien pudiera ser que hubiese allí gases enteramente desconocidos para nosotros.

Mas es preciso observar que la densidad del aire en un planeta cualquiera depende de la atraccion del planeta. El

peso de un objeto cualquiera en la Tierra duplicaria en el momento en que la atraccion terrestre duplicara; quedaria reducido á la mitad si la atraccion terrestre disminuyera en la mitad tambien, y así sucesivamente. Pues bien, este hecho se aplica, lo mismo á la atmósfera que á cualquiera otra sustancia. Si la gravedad terrestre quedara reducida á lo que es la de la Luna, la presion atmosférica y la densidad del aire se reducirian á la sexta parte de su estado actual: una cantidad dada de aire, al nivel del mar, ocuparia mas espacio, y la atmósfera entera se dilataria en una proporecion correspondiente: se elevaria seis veces mas alta. Luego si hubiera en la Luna una atmósfera constituida como la nuestra, esta atmósfera seria seis veces mas elevada que la nuestra: al nivel medio de las llanuras lunares, la presion seria igual á la sexta parte de la de nuestro aire al nivel del mar. De modo que, áun cuando los Selenitas tuvieran tanto aire por metro cuadrado como nosotros, tendrian sin embargo una atmósfera mucho mas rara: seria ademas una atmósfera irrespirable para nosotros. Si suponemos ahora que ella esté diferentemente constituida, y sea de una densidad seis veces mayor que la nuestra, no tendria, á causa de la debilidad de la pesantez lunar, sino la densidad de la que nosotros respiramos, y se elevaria tanto como ésta.

Muchas veces he observado yo, especialmente en la region tan removida que se extiende al norte de la ranura de Hyginus, de la cual he hablado ántes, un color gris variable que, si no es un simple efecto de óptica, podria ser producido, bien sea por una niebla, ó por vegetales. Ademas, con frecuencia me ha sucedido sentir la impresion de un efecto de crepúsculo al observar la vasta llanura oriental del mar de la Serenidad el sexto dia de la lunacion. Al norte, el circo ovalado irregular del Cáucaso, y al sur, la cordillera de Menelao, resaltan como dos puntas luminosas visibles con unos simples gemelos. El borde alumbrado de la llanura no termina brusca-mente por una linea bien marcada que separe con limpieza la luz de la sombra, sino que va decayendo gradualmente, *como si el nivel descendiera*. Es una verdadera penumbra. El cálculo muestra que el disco solar debe producir, por su

anchura, una penumbra de 32' de un arco de círculo máximo en la Luna; lo que da un ancho como de 16 kilómetros. Pero yo he visito allí varias veces una penumbra mucho mas ancha.

En resumen, pues, dirémos que puede (y aun debe) haber en la Luna una atmósfera muy poco densa, y probablemente, cuya composicion difiere mucho de la nuestra. Tal vez existen allí tambien ciertos líquidos, como el agua, pero en muy escasa cantidad. Si no hubiera aire absolutamente, no podria tampoco subsistir ni una sola gota de agua, puesto que la presion atmosférica es sólo la que mantiene el agua en estado líquido, y sin ella, el agua se evaporaria toda inmediatamente. Por último, es posible que el hemisferio lunar que nunca vemos sea mas rico en flúidos que el que siempre está vuelto hácia nosotros. Pero en todo caso, es evidente que sería contrario á la sincera interpretacion de los hechos el afirmar, como suele hacerse con harta frecuencia, que no hay absolutamente atmósfera ninguna, ni líquido, ni flúido, en la superficie de la Luna.

CAPITULO VII

LA VIDA EN EL MUNDO LUNAR. — LOS HABITANTES DE LA LUNA. — LOS SELENITAS APOCRIFOS. — DIFERENCIAS ESENCIALES ENTRE AQUEL MUNDO Y EL NUESTRO. — EL PROBLEMA DE SU HABITACION. — UNA ESTANCIA EN NUESTRO SATELITE. — EL CIELO Y LA TIERRA VISTOS DESDE LA LUNA.

El que consagra su vida á estudiar los cielos, no ya sólo como astrónomo, sino tambien, y principalmente, como filósofo, y que, por espacio de muchos años, no ha dejado pasar ninguna circunstancia propia para realzar y poner en evidencia todas las pruebas y testimonios que la ciencia contemporánea aduce en favor de la doctrina de la vida ultra-terrestre; el hombre cuya única ambicion sería el ver á todos los seres inteligentes convencidos de las sublimes verdades que la astronomía nos revela, tendria una inmensa satisfaccion en poder presentar aquí, acerca de este astro nuestro vecino, documentos incontestables que demostraran á la vista de todo el mundo que la vida existe en esa tierra celeste, lo mismo que en la nuestra. Desgraciadamente esta grande satisfaccion no le es concedida. Y sin embargo; atraemos ya el astro de la noche tan cerca de nosotros! ¡distinguimos tan admirablemente todos sus detalles! ¡conocemos hoy ya tan exactamente toda su topografía! ¿Por qué ha de ser precisamente este globo vecino el que mas difiera del nuestro en todo el

sistema solar? En todos los planetas hallamos y comprobamos la presencia de una atmósfera : en casi todos ellos, á la existencia del aire, ha añadido el espectróscopo las pruebas de la existencia del agua; en casi todos adivinamos estaciones y un régimen meteorológico más ó ménos análogo al nuestro; pero en la Luna es todo tan diferente de aquí, que las deducciones por analogía nos faltan enteramente.

¿Por qué no habria de ser mas bien el planeta Marte el que se hallara tan al alcance de nuestros telescopios? Entónces si que la perfeccion actual de los instrumentos de óptica nos permitiria reconocer allí, no solamente los polos cargados de nieve, los continentes, los mares, la configuracion geográfica de las naciones, las nubes y las corrientes atmosféricas; sino que tambien podriamos distinguir los grandes rios, las montañas, los valles, las llanuras, los bosques, las campiñas, con sus aspectos vegetales variados y multicolores. Pero Marte está muy léjos de nosotros, miéntras que la Luna se deja por decirlo así tocar con el dedo!

Hemos visto que el globo lunar no ofrece ninguna variacion sensible en su superficie, que ninguna nube se forma en él, que ningun rio surca sus áridas llanuras, que ningun soplo de aire acaricia sus estériles collados, sus campos invariables. Si alguna atmósfera envuelve la superficie de ese globo, es ella extremadamente tenue y ligera; resultando de aquí que las bases de la *analogía* nos faltan absolutamente, sin que nos sea posible imaginar de modo alguno cómo y por qué especie de seres pudiera estar la Luna habitada.

No quiere esto decir que debemos *negar* que lo esté, pues no tenemos ningun derecho para imponer límites al poder de la Naturaleza. Pero no podemos alegar aquí ya en favor de esta hipótesis las razones de verosimilitud que nos inspiran en nuestras deducciones relativas á los demas planetas.

¿Habrá seres que puedan vivir sin comer y sin respirar? ¿Podrán formarse tejidos orgánicos cualesquiera, sin líquidos y sin gases? ¿Pueden estar contruidos ciertos organismos de tal manera, que se trasformen en ellos los sólidos en líquidos y en gases? ¿Podrán tal vez emplearse en la Luna ciertos procedimientos químicos desconocidos en nuestro

planeta, para hacer viviente lo que nos parece muerto, sensible lo que nos parece inerte, móvil lo que nos parece sepultado en la inmovilidad mineral? Para resolver estas cuestiones, sería preciso haber descubierto todos los secretos de la Naturaleza. No nos hallamos en este caso. Pero, no interrogarnos sobre ello siquiera, y *afirmar* desde luego que la Luna es un astro muerto, porque no pueda estar habitada por seres organizados como nosotros, sólo sería propio de inteligencias limitadas, que se imaginan saberlo todo, y no vacilan en asegurar que la ciencia ha revelado ya su última verdad, y que ésta no es otra que la que ellos han aprendido!...

Los progresos de las ciencias infligen sin embargo cada día á esos sabios asaz presuntuosos sendos mentis y severas lecciones que deberian corregirlos é ilustrarlos. Sin citar mas que un ejemplo, que ya mencionamos en otro lugar, dirémos que, algunos años ha solamente, los naturalistas afirmaban unánimes que la vida animal cesaba en cierto limite, muy corto, bajo el nivel del mar, y que las profundidades del Océano se hallaban por consiguiente privadas de toda especie y forma de vida. En apoyo de esta opinion daban ellos razones muy plausibles, siendo las principales y mas concluyentes la completa *oscuridad* que reina en dichas profundidades y se opone á la fijacion del ácido carbónico, y por consiguiente á la formacion de toda planta, y la *presion* espantosa que pesa en esas regiones, y que sería capaz de dejar aplastados los mas sólidos y robustos elefantes. ¿Qué especie de animales podrian pues vivir en medio de esa noche eterna, sin tener nada que comer, sin ver siquiera lo que tocara á sus cuerpos, y no pudiendo removerse bajo los millones de kilogramos que pesarian sobre ellos? — Pues bien! las perseverantes é intrépidas investigaciones que acaban de hacer los marinos ingleses que han explorado con la sonda las profundidades del Océano, desde la Europa hasta la América, y desde el ecuador hasta los círculos polares, han probado que la vida animal existe en esos pavorosos abismos, como existe en nuestras playas. *Por todas partes* ha recogido la sonda seres vivientes, que están organizados para alimentarse con el agua misma del mar, absorbiendo y asimilándose los principios

que ella tiene en disolucion, que crean ellos mismos la luz suficiente para dirigirse, hallar su presa y reconocerse, pues son fosforescentes, poseen ojos submarinos, y léjos de ser triturados por la enorme presion que sufren, son séres delicados, graciosos, de brillante colorido, ligeros, diáfanos, y tan sensibles, que la presion del dedo puede destrozarlos! Y sin embargo no sienten las 60 atmósferas que gravitan sobre ellos, porque esta presion se equilibra perfectamente en el seno mismo de sus frágiles tegidos flotantes... Seguramente que á nosotros, tales cuales estamos organizados, nos sería tan difícil vivir en esas regiones como habitar en la Luna.

Toda persona acostumbrada á las mas generales y elevadas contemplaciones del pensamiento está invenciblemente convencida de que la existencia de las cosas tiene un objeto, y que el destino general de los astros es el de estar habitados, — no simultáneamente, pues son de diversas edades y se van escalonando á lo largo de la Eternidad, sino sucesivamente, en la época de la plenitud de su vitalidad. — No obstante los variados servicios que puede ella prestar á la Tierra, la creacion de la Luna, como la de todos los demas mundos, ha tenido un objeto en si misma, y este objeto ha sido la existencia de la vida¹.

Esta vida lunar no ha podido ser formada sobre el mismo plan que la vida terrestre; puesto que líquidos, gases, densidad, pesantez, temperatura, han sido allí siempre muy diferentes de lo que son aquí. Todo lo que podemos asegurar hoy sobre esta tan antigua y tan debatida cuestion de los habitantes de la Luna, es que *nuestro satélite no puede estar habitado por séres organizados segun el tipo de los séres terrestres*. Si está habitado, es por séres absolutamente diferentes de nosotros respecto á la organizacion y á los sentidos, y sin

1. No podemos por consiguiente suponer, de ninguna manera, con ciertos astrónomos, con Proctor, por ejemplo, que el objeto principal de la existencia de la Luna sea el de « producir mareas para utilidad de los puertos de mar, para botar al agua los buques, para hacerlos entrar y salir de los puertos, ó remover las aguas del Océano, ó alumbrar, en el tiempo de la siega y recoleccion de las mieses, á los cultivadores ocupados en las faenas del campo, ó finalmente tambien para suministrar á los navegantes un medio de calcular la longitud en el mar ». (*The Expanse of Heaven*, p. 27.)

duda alguna, mucho mas diferentes de nosotros aún por su origen de lo que lo son los habitantes de Vénus ó de Marte, — por mas que se haya inventado en los numerosos viajes apócrifos que hemos examinado en una obra anterior.

Las fuerzas de la Naturaleza obran constante y necesariamente, segun el objeto de la creacion universal, objeto que nos es desconocido. Así como ellas destacaron la Tierra del ecuador gaseoso del Sol, así han destacado la primera planta, la primera alga, del fondo del mar primitivo. Lentamente se ha ido formando el reino vegetal, lentamente surgieron los zoófitos, las *plantas animadas*, lentamente ha ido desarrollándose el reino animal, siempre segun las condiciones de los medios, de la temperatura, la humedad, la pesantez y la densidad. Siendo estas condiciones enteramente diferentes en la Luna, no han podido producirse allí los séres sino bajo formas y con organizaciones absolutamente diversas de las que conocemos en la Tierra.

El suelo lunar no ha estado siempre seco, árido, inviable, desnudo como parece estarlo ahora. Enormes é innumerables cráteres se han formado allí en medio de espantosas conflagraciones. Mas adelante, otros cráteres, posteriores á aquellos, han venido, en otra época selenológica, á romper los primeros y á soldarse sobre sus ruinas. Despues aún han tenido lugar nuevos trastornos, que han sepultado cráteres enteros é inmensos circos en ruinas bajo los raudales de una nivelacion general. ¡Dichosos tiempos aquellos para el observatorio terrestre! ¡Cuán maravilloso espectáculo no habria sido para nosotros el asistir á esas revoluciones lunares, y observar desde aquí los combates titánicos de los elementos enfurecidos sobre aquel mundo que habian de dejar muerto y desolado para nuestro siglo, llegado tan tarde!

Durante esas épocas seculares, pudo formarse la vida en la superficie de la Luna, como se ha formado en la superficie de la Tierra. En los tiempos del ictiosáuro y del plesiosáuro, en los del iguanodo y del pterodáctilo, sufría tambien nuestro planeta esos dolores de la vida naciente, y se estremecía sin cesar, agitado por intermitentes y espantosas convulsiones. La onda hirviendo bramaba en la tempestad; los volcanes vo-

mitaban hasta las nubes sus lavas abrasadoras; el eco del trueno retumbaba en las conmovidas rocas de las playas; la Tierra entera retemblaba hasta en sus entrañas. Y en medio de todas estas revoluciones, se iban multiplicando las formas de la vida, variando con las variaciones de la misma superficie terrestre, y desarrollándose principalmente durante los largos periodos de calma que sucedian á los levantamientos de las montañas y á la depresion del lecho de los mares.

Hay mas probabilidades en favor de la antigua existencia de la vida lunar que en favor de su existencia actual, discutiendo segun las nociones que hemos adquirido sobre la vida terrestre. Tal vez esos terrenos lunares que observamos desde aqui con tanta ansiedad, para ver si podemos sorprender alli algunos indicios de movimiento vital, encierran en su seno, como nuestras capas geológicas, esqueletos y cadáveres petrificados de los seres que en otro tiempo vivieron en aquel mundo. Quizas tambien la vida, organizada de un modo enteramente diferente del nuestro, se ha ido modificando alli lentamente, con las variaciones seculares de la superficie y de la atmósfera, y persiste ella aún hoy, en tipos de animales y de hombres absolutamente diferentes de nosotros. Constituidos para vivir en medio de un aire muy enrarecido, y obligados sin duda á trabajar, no sólo para alimentarse, como aqui, sino tambien para respirar lo suficiente, nuestra atmósfera terrestre seria para ellos un verdadero liquido; y el Selenita que, por una circunstancia cualquiera pudiera elevarse sobre el suelo lunar, alcanzar la esfera de atraccion de la Tierra y descender sobre nuestro planeta, quedaria ahogado aún mucho ántes de llegar á esas regiones atmosféricas inhospitalarias para nosotros, donde mis infortunados colegas Sivel y Crocé-Spinelli hallaron la muerte en su memorable ascension aerostática de 1875, y de donde mi sabio y simpático amigo Tissandier no volvió vivo sino por un milagro de la naturaleza.

Es bastante curioso el pensar que, aunque la Luna es mucho mas pequeña que la Tierra, los habitantes de nuestro satélite, si existen, deben ser de una estatura mas elevada que la nuestra, y sus edificios, si los han construido, de mayores dimensiones que

los nuestros. Séres de nuestra talla y de nuestra fuerza, trasportados á la Luna, pesarian allí seis veces ménos, siendo al mismo tiempo seis veces mas fuertes que nosotros; serian de una ligereza y de una agilidad prodigiosas; llevarian diez veces su peso y removerian masas que pesaran 1000 kilógr. sobre la Tierra. Luego es natural suponer que, no hallándose clavados al suelo como nosotros y retenidos por la argolla de la pesantez, se hayan elevado á dimensiones que les den al mismo tiempo mas peso y mas solidez. Sin duda que si la Luna se hallara rodeada de una atmósfera bastante densa, los Selenitas volarian en ella como aves; pero es seguro que su atmósfera es insuficiente para este hecho orgánico. Además, no sólo seria *posible* á una raza de Selenitas igual á las razas terrestres en fuerza muscular, construir monumentos mucho mas elevados que los nuestros, sino que áun les seria *necesario* dar á tales construcciones proporciones gigantescas, y asentarlas sobre bases anchurosas y macizas, para asegurar su solidez y su duracion.

Ahora bien, aunque los mas hábiles observadores, tales como William Herschel, Schröeter, Gruithuisen y Littrow, hayan creido distinguir, con sus propios y penetrantes ojos, huellas de construcciones « hechas por manos de hombres », un exámen mas detenido, con el auxilio de instrumentos mas potentes y eficaces, ha probado que esas construcciones (muros, zanjas, canales y carreteras), no son artificiales, sino de formacion puramente natural. En realidad, el telescopio no nos muestra rastro ni signo alguno de habitacion. Y sin embargo, una gran ciudad se reconoceria hoy allí sin duda fácilmente.

Harémos notar, no obstante, que seria fácil reconocerla *si es semejante á las nuestras*. Pero nada prueba que los séres ni las cosas lunares se parezcan en nada á los séres y á las cosas terrestres: al contrario, todo nos induce á creer que existe la mas grande desemejanza entre los dos mundos vecinos. Por lo tanto, pudiera suceder muy bien que tuviéramos ante nuestros ojos pueblos y habitaciones lunares, construcciones obra de sus propias manos — si tienen manos — en medio de aquellos campos, sin que pueda ocurrirsenos la idea de suponer, de ninguna manera, que tales objetos y tales obras sean producto de la inteligencia y del trabajo de los Selenitas.

Por lo demas, no hemos de exagerar tampoco ni dar mayor importancia y valor del que realmente tiene la vision telescópica aplicada á los paisajes lunares. Hemos dicho que el aumento máximo que puede suponerse á los mas poderosos instrumentos de óptica construidos hasta hoy es de 2000, y que este aumento nos acerca

la Luna á 48 leguas. Pero, en la práctica, la Luna, vista bajo esas enormes potencias ópticas, pierde una gran parte de la luz y de la nitidez que ella presenta con aumentos ménos fuertes, y sus *detalles* no son mas claramente perceptibles que con un aumento mitad menor, ó de 1000. En los mas poderosos instrumentos, no se distinguen mejor los detalles del suelo lunar con el primero que con el segundo de estos aumentos. Por consiguiente, podemos afirmar, por la práctica, que la menor distancia á que nos es dado hoy ver el suelo lunar con toda claridad, es á cien leguas, en número redondo.

Luego aunque se declare que la Luna está inhabitada, porque nada se vé allí remover, es ilusionarse singularmente sobre el valor del testimonio telescópico. A 5 ó 6 kilómetros de altura, en globo, con un cielo puro y un sol hermoso, se distinguen á la simple vista las poblaciones, los bosques, los campos, las praderas, los ríos, las carreteras; pero tampoco se vé remover nada, y la impresión directa que se siente es la del silencio, de la soledad y de la ausencia de vida. Ya no se distingue ningun sér viviente; y si no supiéramos que en estos campos hay cultivadores, rebaños en estos prados, aves en los bosques, peces en las aguas, nada podria hacérnoslo sospechar siquiera. Así pues, si la Tierra es un mundo muerto, vista solamente á la distancia de 5 ó 6 kilómetros, ¿cuál no será la ilusión humana al afirmar que la Luna es realmente un mundo muerto, porque lo parece vista á 100 leguas, y aún mas! ¿Qué es lo que se puede distinguir, de la vida, á tal distancia? Nada, seguramente; pues las plantas, los bosques, las poblaciones, todo desaparece.

¿Qué deberémos opinar pues, en último resultado, del mundo de la Luna, ahora que estamos ya en posesion de todos los documentos que le conciernen?

¿Es por ventura un mundo que ha concluido? ¿Es por el contrario un mundo viviente en la actualidad? ¿Es un mundo por nacer aún? ¿Es pasado, presente, ó futuro?

Su aspecto, tan característico, nos responde afirmativamente que, sin duda alguna, las evoluciones de ese mundo no están por realizar. Lleva él en sí, de una manera asaz evidente, el estigma, las marcas de los volcanes que le han acribillado de cráteres, y las de los terrenos de diferentes composiciones químicas que se han sobrepuesto unos á otros, para que podamos admitir, ni por un solo instante, que sea

un astro nuevo, que no haya sido aún mansion de la vida, sino que deba ser habitado en el porvenir.

Su reinado no es futuro. Esa tierra vecina ha atravesado durante siglos, diversas fases de actividad consecutiva. Ahora descansa. Mañana tal vez quedará muerta.

Que en otros tiempos ha existido la vida en su superficie, lo creemos nosotros sinceramente, y lo admitimos sin la menor reticencia. Esos trastornos geológicos, esas evoluciones físicas, esas trasformaciones químicas, esas múltiples actividades cuyas huellas reconocemos actualmente en sus diferentes terrenos, no se han producido allí sin la manifestacion de formas vitales cualesquiera bajo la accion combinada del Sol y de los agentes de la fecundidad natural, jormas en relacion con el estado de temperatura, de climatología, de densidad, de pesantez y de constitucion química particular al mundo lunar.

¿Se ha desarrollado la vida lunar hasta un grado de progreso fisiológico suficiente para que haya nacido allí el pensamiento, como ha nacido en la Tierra, en la raza animal superior, y para que una humanidad, de una forma diferente sin duda de la nuestra, pero que tenga como la nuestra conciencia de su existencia, progresiva, intelectual, dotada de facultades más ó ménos análogas á las de las razas humanas terrestres, haya podido desarrollarse y reinar en el mundo lunar como reinamos nosotros en el mundo terrestre?

¿Han existido en ese astro vecino hombres que piensen, hablen, y estudien la Naturaleza, que hayan visto nuestra Tierra en su cielo, y que hayan cultivado allí las ciencias que nosotros aquí cultivamos : la astronomía, la geología, la fisiología, la física, la química, la historia, las artes, etc., etc.?

¡Cómo! pero ¿cuál es espíritu helado ó tímido que pudiera dudar de esto? ¿por qué inexplicable excepcion á las leyes de la Naturaleza habria sido condenado ese mundo á no ser otra cosa que un enorme é inerte pedrusco desde la época de su ardiente génesis hasta nuestros dias? Para sostener que la Luna no ha podido ser nunca habitada, sería preciso imaginar que es (perdónesenos la expresion) un mundo frus-

trado, sentenciado á interdiccion en su desarrollo, atrofiado, desdeñado y puesto fuera de uso por la madre universal : lo cual sería una novela fantástica y enteramente gratuita, que no puede fundarse en ninguna observacion. Por el contrario, la Luna nos presenta todos los testimonios de un mundo llegado muy bien á término. Sus destinos por consiguiente han debido cumplirse, tan bien como en este momento se cumplen los destinos de la Tierra; y el objeto final de la existencia de los mundos, la habitacion por el pensamiento, se ha logrado en nuestro satélite, como se ha logrado aquí, si bien en otras condiciones.

El apogeo de la vida lunar debió llegar en la época en que la Tierra era un pequeño Sol. La luz y el calor del astro-Tierra han debido desempeñar un gran papel entre los elementos de la vida lunar, y tal vez es á causa de esta coincidencia el parecernos hoy esos elementos reducidos á su última expresion.

Pero *¿es que existen hoy aún los habitantes de la Luna?* Ninguna observacion prueba lo contrario. Lo que mas nos sorprende sin duda en el atento exámen de la Luna, es la ausencia de nubes, por una parte, y por otra, la ausencia de variacion en los colores de sus terrenos. De aquí deducen que no hay allí agua, ni vegetales; pero estas conclusiones negativas son absolutamente prematuras, y no hemos de perder la esperanza de poder algun día descubrir esos vecinos problemáticos, con el auxilio de telescopios mas perfeccionados. Ya hemos visto que puede haber allí una atmósfera no insignificante, que ciertos parajes presentan colores oscuros á veces, y que su fotografia ha conducido á varios observadores contemporáneos á admitir la existencia probable de una vegetacion. Por último, hemos visto que, en el estado actual de la óptica, nos es imposible comprobar directamente la existencia de seres vivientes en la Luna. Por lo tanto, justo es que seamos reservados en nuestras negaciones⁴.

1. Es cierto que los volcanes de la Luna no están en actividad; pero los volcanes de la Tierra están tambien casi todos apagados, y un mundo no necesita, para estar habitado, volcanes en actividad. No es la potencia interior, ora sea el calórico ú otra

Hay sin embargo una grande probabilidad de que la vida lunar esté mas avanzada que la de la Tierra, y se halle actualmente en decadencia. La actividad no es allí ya lo que ha sido en otros tiempos. Aquel mundo está hoy en un estado de calma y de reposo de que no nos ofrece ejemplo ningun otro mundo de nuestro sistema. Este es un hecho incontestable. Pero esa calma en que parece descansa el mundo lunar, y cuya impresion, tan íntima, se recibe cuando observamos al telescopio sus paisajes inmóviles alumbrados durante la noche, si es un testimonio de reposo relativo de esa tierra, tan agitada en otras épocas, no es aún testimonio de su muerte. Sin duda que la vida lunar está en decadencia e pero probablemente no ha desaparecido aún, y tal vez se hallan allí todavía las últimas familias de la humanidad lunar, en el fondo de los valles, en la afelpada llanura de Platon, ó en el valle ondulado de Hyginus, ó bien en las orillas del mar de la Serenidad, contemplándonos desde su estancia, y preguntándose si será posible que un planeta tan agitado como el nuestro, y tan saturado de nieblas, esté habitado por seres delicados é inteligentes.

Tal cual es en la actualidad, ese mundo es bien interesante contemplándole al telescopio, y no deja de sorprender que sean tan pocos los hombres que le conozcan. ¡ Se distinguen tan admirablemente desde aquí toda su geografia y toda su geología! ¡ Oh! si, yo os lo ruego, á vosotros todos los que leéis estas líneas, no dejéis de dirigir, alguna noche serena y hermosa, hácia ese astro vecino, un instrumento astronómico que os permita observarle, sobre todo en la época del primer cuarto. Algunos minutos de observacion solamente, os dejarán maravillados. Gozaríais sin duda, y nada exagero, un placer anticipado de los espectáculos celestes que vuestra imaginacion podría soñar, y ocuparíais vuestra velada

cualquiera, de un globo la que en él mantiene la vida; pues el calor interior del globo terrestre no ejerce accion ninguna sobre los fenómenos vitales de la superficie. La Tierra podría estar desprovista de calor hasta en su centro, sin que cesara la vida de existir. Lo mismo sucede en la Luna.

Por consiguiente, si ésta no estuviera actualmente habitada, no sería á causa de la ausencia de su calor interior, sino porque no habria ya en su superficie los fluidos necesarios para sostener la vida. Ahora bien, una atmósfera puede existir, y sus terrenos no deben estar tan secos y tan áridos como se supone generalmente.

mucho mejor aún, de un modo incomparablemente mas agradable, que cuando las pasais oyendo las obras maestras mas bellas de la literatura en uno ù en otro idioma, las escenas teatrales mas conmovedoras, y aún los mas melodiosos acentos de la música sublime que tanto encanta y arrebató. Y no parais mientes, ni llegais á sospechar siquiera la pureza de ese espectáculo, y ménos aún su grandeza y su enseñanza! Tendréis ahí ante vuestra vista un mundo, muerto en apariencia, pero hermoso; silencioso, pero elocuente; frio, pero luminoso. Esos volcanes, esos cráteres, esos lagos, esos mares desecados, esas colinas, esos valles, los estais viendo; ellos os hablan de otras edades, de un tiempo en que las llamas surcaban aquellos campos, en que los volcanes vomitaban sus lavas, en que los cráteres arrojaban al viento sus entrañas, en que el aire, el agua, el fuego, el lodo, el polvo, la tempestad, barrian esas tierras hoy sepultadas entre millares de despojos visibles aún... Y os muestran el destino futuro de nuestro propio mundo.

Sea cual fuere el destino de la Luna, siempre es del mayor interes el representarnos esa estancia bajo el punto de vista de los placeres intelectuales que puede ofrecernos, y de las contemplaciones que allí pudieran sernos inspiradas. Por lo demas, el único género de viaje á la Luna que es posible hacer, no es otro que el viaje en espíritu, cuando el telescopio y el cálculo nos han indicado el verdadero camino. Hagamos pues, al terminar, este viaje.

¿ Qué espectáculos se revelan á nuestros ojos maravillados, cuando nos trasportamos con el pensamiento á la superficie de la Luna? Es el mundo que tenemos mas cerca, y el mas desemejante que pueda ofrecernos todo el sistema planetario. Probemos á representarnos las escenas y los paisajes que nos rodearian si habitáramos en la Luna, no escenas imaginarias como las que tantas veces han inventado los forjadores de viajes fantásticos, sino los cuadros reales y verdaderos que desde aqui nos muestra el telescopio, y que sabemos existen en ese globo extraño. Estos cuadros, los han visto ya los ojos del hombre, y el espíritu humano se ha paseado por aquellos campos; pues, cuando en el silencio de la

noche y en el olvido de toda agitacion terrestre, dirigimos nuestros telescopios hácia ese astro solitario, nuestra mente atraviesa con facilidad la corta distancia que de él nos separa, y se supone, sin un grande esfuerzo de imaginacion, instalada por un instante en medio de aquellos panoramas lunares que se desarrollan en el campo telescópico.

Ninguna comarca de la Tierra puede darnos una idea del estado del suelo lunar : jamas se vieron terrenos mas trastornados; nunca se ha visto globo alguno mas profundamente destrozado, hasta en sus entrañas. Las montañas presentan amontonamientos de rocas enormes caidas unas sobre otras, y en derredor de los cráteres horrorosos que se empalman ó encajan unos en otros, no se vé otra cosa que muros desmantelados, ó columnas de rocas puntiagudas, que parecen de léjos flechas ó capiteles de catedrales que salen de caos.

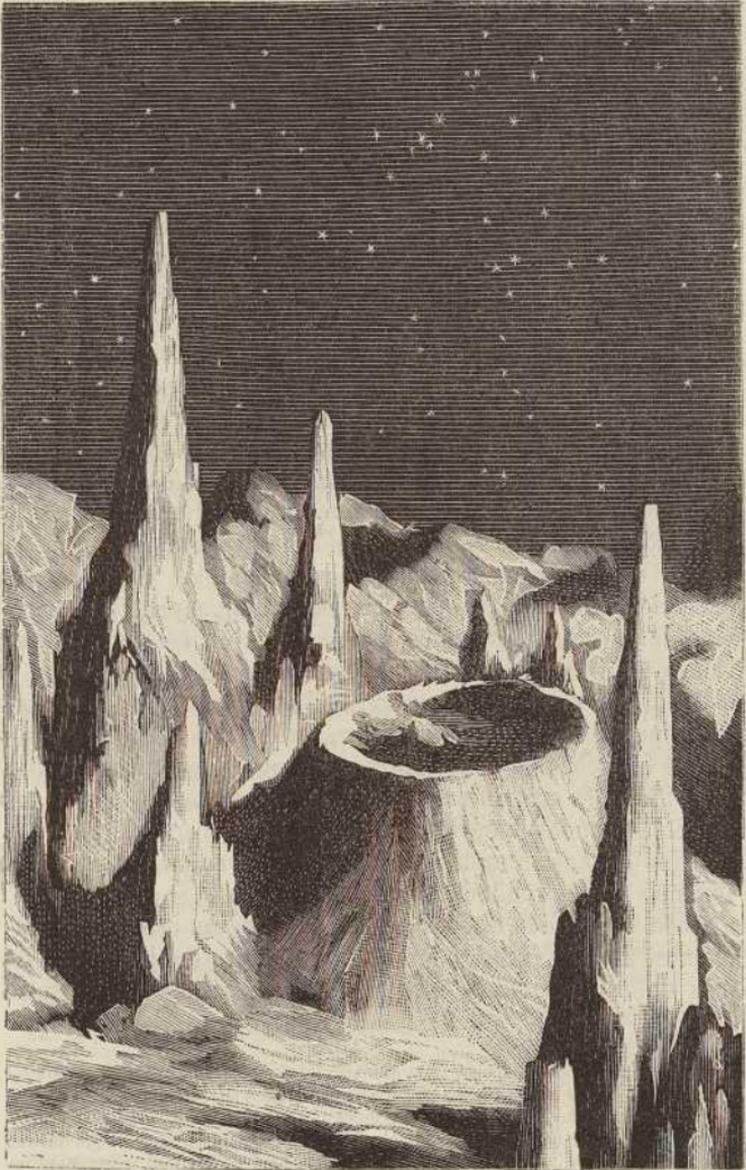
Supongamos que hemos llegado y nos hemos situado en medio de esas steppes ó inmensas llanuras salvajes al principiar allí el dia : el dia lunar es muy largo, pues nada ménos que 304 horas se cuentan allí desde que sale hasta que se pone el sol. Si llegamos ántes de salir el sol, no hay allá aurora que le anuncie, pues no habiendo atmósfera, no puede haber ninguna especie de crepúsculo : sólo la luz zodiacal, que tan rara vez se distingue en la Tierra, pero que es constantemente visible desde la Luna, es la precursora de la llegada del astro-rey. Lánzanse de improviso, del negro horizonte, las rápidas flechas de la luz solar, que van á iluminar las cimas de las montañas, miéntras que las llanuras y los valles permanecen sumidos en la oscuridad. La luz va aumentando lentamente, pues miéntras que en la Tierra, en las latitudes centrales, no emplea el Sol sino dos minutos y un cuarto para mostrarse en el oriente, en la Luna emplea cerca de una hora, y por consiguiente, la luz que envia es muy débil durante muchos minutos y no aumenta sino con una extrema lentitud. Es una especie de aurora, pero de corta duracion; pues cuando, al cabo de média hora, parece ya sobre el horizonte la mitad del disco solar, la luz aparece casi tan intensa á la vista como cuando se halla todo entero sobre el horizonte. Estas salidas del Sol en la Luna distan

mucho de igualar en esplendor á las nuestras. La iluminacion tan suave y tan tierna de las alturas de la atmósfera, la coloracion de las nubes de oro y de escarlata, los abanicos de luz que proyectan sus rayos al traves de los paisajes, y sobre todo, ese rocío luminoso que baña los valles con una claridad tan suave y delicada al nacer el día, son otros tantos fenómenos desconocidos en nuestro satélite. Pero, en cambio, el astro radiante se muestra allí con sus protuberancias y su ardiente atmósfera. Se va elevando lentamente como un dios luminoso en el fondo del cielo siempre negro, cielo profundo y sin forma, en el cual *continúan las estrellas brillando durante el día* como durante la noche, pues no están cubiertas con un velo atmosférico como el que nos las oculta á nosotros durante el día terrestre.

La perspectiva aérea no existe en los paisajes lunares. Los objetos mas lejanos se ven con tanta claridad como los mas próximos, y casi puede decirse que en tal paisaje no hay sino un solo plano. Nada de esos coloridos vaporosos que en la Tierra aumentan las distancias esfumándolas con una luz decreciente; ni tampoco esas claridades vagas y encantadoras que flotan sobre los valles bañados por el sol; ni ese azul celeste que va debilitándose desde el zenit al horizonte, y extiende un velo azul trasparente sobre las montañas lejanas: una luz seca¹, homogénea, brillante, alumbra rudamente las rocas de los cráteres; el aire ausente no se ilumina; todo lo que no está directamente expuesto á los rayos del Sol, permanece en la oscuridad. Ni el mismo Rembrandt imaginó jamas contrastes tan absolutos (pero tal vez es hoy la Luna su taller predilecto).

Cuando desde lo alto de las murallas de un cráter contemplamos, al salir el Sol, como desde la altura del Righi, las cimas de las montañas, que se van iluminando lentamente,

1. Para dar una idea exacta de esta ausencia de perspectiva aérea en los paisajes lunares, nada mejor hemos podido hacer que reproducir aquí (fig. 64) un dibujo especialmente compuesto con este objeto y publicado en nuestra obra LA ATMÓSFERA. Compárele el lector con los bellos paisajes terrestres cromolitografiados que ilustran esta misma obra, y así apreciará la diferencia radical de las dos naturalezas, terrestre y lunar.



F. c. 61.—Paisaje lunar en las montañas.

producen el efecto de multitud de puntos luminosos que van agrandándose aislados en el espacio. Todo es negro alrededor de esos puntos, lo mismo el pié de las montañas que el espacio celeste, y muy despacio, á medida que el Sol se eleva sobre el horizonte, á nuestra espalda, vemos las rocas luminosas agrandarse por la base, hasta que llegan á tocar el suelo, cuando el Sol se halla bastante alto para mostrarnos que aquel suelo existe. Lo blanco y lo negro no son sin embargo los únicos contrastes que allí se notan, pues los productos volcánicos deben de ofrecer gran variedad de colores, como se vé cuando, desde lo alto del Vesubio, se mira al interior del cráter: el azufre, el feldespato, el traquito, la obsidiana, las lavas, las puzolanas, forman curiosísimas y variadas combinaciones de colores, desde el topacio hasta la esmeralda, y hasta el rubí. No es ésta una de las menores curiosidades que esperan al *turista* en la cima de aquella admirable montaña. Lo mismo debe suceder sobre los cráteres lunares, y su espectáculo, bien que enteramente opuesto á los deliciosos y espléndidos cuadros del golfo de Nápoles, no por eso será él ménos imponente, en su rudeza salvaje, para la vista y para el pensamiento.

Al ponerse el Sol, el astro del día desciende lentamente hácia el horizonte, y las sombras negras de las montañas van prolongándose en silencio como otros tantos gigantes. Ninguna coloracion del cielo, ninguna gloria ó aureola, ninguna pompa acompaña á este ocaso. La luz zodiacal desciende á su vez con lentitud, dejando el imperio de la noche al ejército de las estrellas, á la Via láctea, y sobre todo, á la Tierra, cuyo esplendor ilumina desde lo alto de los cielos los paisajes adormidos.

Las constelaciones tienen las mismas configuraciones que vistas desde aquí, pero sus movimientos son lentos, porque la Luna no gira con la misma velocidad que la Tierra; su polo celeste está situado en la constelacion del Dragon, muy cerca de nuestro polo de la eclíptica. Las estrellas son incomparablemente mas numerosas y mas brillantes que vistas desde aquí; pero apenas centellean. Los planetas y las estrellas mas brillantes son visibles, aún cuando se hallen muy

cerca del Sol. Mercurio, entre otros, tan difícil de ver desde aquí, debe ser uno de los primeros que hayan sido descubiertos desde la Luna, puesto que le ven constantemente balanceándose del uno al otro lado del Sol.

Pero no sería nuestra vista la única que se apercibiera de la rareza de la atmósfera; esta tan singular naturaleza obraría también en los demás sentidos nuestros. Siendo las vibraciones del sonido de una debilidad extrema, ó no existiendo allí totalmente, la Luna debe ser un mundo mudo y silencioso, donde jamás se hará oír el menor ruido. Un silencio sepulcral reina como soberano en su superficie. En vano se removerían nuestros labios, y nuestras lenguas se esforzarían por hablar; pues seríamos forzosamente mudos de nacimiento é incapaces de turbar el fatal y eterno silencio del mundo lunar. Los habitantes de la Luna han debido ser sordo-mudos, hablando por signos.

Admírase desde la Luna un astro majestuoso, que no se vé desde la Tierra, y que ofrece allí la doble particularidad de hallarse inmóvil en el cielo, mientras que todos los demás pasan detrás de él, y ser de un tamaño aparente considerable. Este astro no es otro que nuestra propia Tierra, la cual ofrece á la Luna fases correspondientes á las que la Luna nos presenta, pero en sentido inverso. En el momento de la Luna nueva, el Sol alumbraba de lleno el hemisferio terrestre que mira hácia nuestro satélite, y entonces tienen allá la *plena-Tierra*; en la época de la Luna llena, al contrario, es el hemisferio no alumbrado de la Tierra el que está vuelto hácia nuestro satélite, y tienen la *nueva-Tierra*; cuando la Luna nos presenta un primer cuarto, la Tierra da su último cuarto, y así sucesivamente ¹.

1. Por término medio, la tierra presenta un creciente durante el día, un primer cuarto al ponerse el Sol, la plena-Tierra á medianoche, su último cuarto al salir el Sol, y su último creciente por la mañana. Así que sus fases son mas apropiadas para alumbrar á la Luna, que lo son las de la Luna para alumbrar á la Tierra; con tanta mas razon cuanto que la Tierra envia trece veces mas luz á la Luna de lo que la Luna nos envia, y que las noches lunares se hallan siempre magníficamente alumbradas, sin que jamás se cubra aquel cielo de nubes que impidan á la claridad-de-Tierra difundir su luz nocturna sobre nuestro satélite.

Nuestro planeta no está absolutamente fijo en el cielo lunar, sino que va girando lentamente en una pequeña elipse que mide 15° 8' de longitud y 13° 6' de latitud.

Un espectador que se hallara hácia el centro del hemisferio lunar que tenemos de frente, es decir, al norte de las

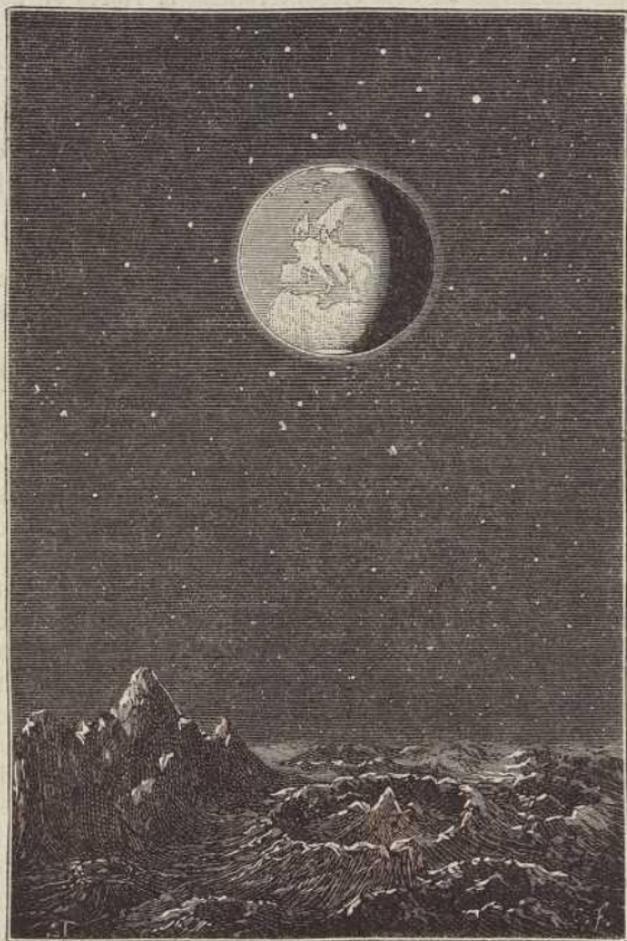


FIG. 62. — La Tierra vista desde la Luna.

montañas de Ptolomeo y de Hipparco, tendria á la Tierra en su zenit; el que se hallara colocado á alguna distancia de dicho centro, tendria ya á la Tierra algo mas abajo, y su altura

disminuiria segun que nuestro espectador se fuera aproximando á la circunferencia del disco lunar. Para los países situados á lo largo de esta circunferencia, la Tierra se halla constantemente en su horizonte : una ligera oscilacion la hace subir y bajar sobre las montañas. Pero si áun vamos mas allá, y consideramos las comarcas pertenecientes al hemisferio lunar que no vemos jamas, es indudable que, recíprocamente, desde aquellos países no han podido ver nunca nuestro mundo, ni han recibido jamas la hermosa luz nocturna de la claridad-de-Tierra.

En su curso de cada día, pasa el Sol al norte ó al sur de la Tierra estacionaria. A veces se desliza justamente detras de ella, y entónces el espectador lunar puede gozar del sublime espectáculo de un eclipse total de Sol, acompañado de circunstancias tales que hacen el fenómeno mucho mas imponente de lo que es ya en la Tierra. En efecto, nuestra Luna aquí no eclipsa nunca al Sol sino durante un brevísimo espacio de tiempo, que no puede exceder de siete minutos. Pero la Tierra es para nuestro satélite una Luna cuyo diámetro es cuatro veces mayor que el del Sol, y el astro del dia, ocultándose lentamente detras de ella, produce un eclipse total cuya duracion es de muchas horas. El pasaje del astro luminoso por detras de la Tierra da origen á la mas curiosa sucesion de fenómenos ópticos, por el juego de las refracciones y de las dispersiones producidas en la atmósfera terrestre. Nuestro globo se va rodeando poco á poco de un segmento de oro, que brilla en derredor de él como una aureola luminosa. A medida que el eclipse avanza y que la totalidad se aproxima, esa aureola se extiende alrededor del disco terrestre enteramente negro, produciendo un resplandor bastante grande para iluminar con una ligera luz naranjada todo el paisaje lunar cubierto con la sombra de la Tierra. Este anillo de luz resplandece principalmente en los bordes mismos de nuestro globo, donde adquiere un colorido escarlata. ¡Qué espectáculo mas extraño!..... Es sin embargo lo que se habrá podido ver desde la Luna, especialmente el 10 de marzo y el 3 de setiembre de 1876.

¡Qué cuadro tan curioso el que ofrece la Tierra durante

esa larga noche de catorce veces veinticuatro horas! Independientemente de sus fases, que la conducen desde el primer cuarto á la plena-Tierra para la medianoche, y desde la plena-Tierra al último cuarto para la salida del Sol, ¡qué interés no nos inspiraría el verla así estacionaria en el cielo y girando sobre sí misma en 24 horas! En este momento, por ejemplo, reconoceríamos sobre su disco, en medio del inmenso océano verdoso que se extiende á uno y otro lado, las dos V superpuestas que forman las Américas; despues veríamos ese dibujo geográfico cambiar lentamente de lugar hácia el este; en seguida veríamos llegar el Océano Pacífico; pronto aparecerían el Asia y la Australia, seguidas de cerca por el largo continente del Asia y por el Océano indico. Continuando su movimiento de rotacion, la Tierra nos presentaría despues la Europa y el Africa, y tal vez nuestra vista ejercitada podría distinguir hácia el oeste de la Europa las comarcas que nos son mas queridas. Así que nuestro planeta es el *reloj celeste perpetuo de los habitantes de la Luna*. Vista desde aquella distancia, la Tierra es un mundo espléndido y brillante, que derrama tanta luz en las noches lunares, que aquí mismo recibimos aún nosotros su propio reflejo; y este mundo aparece fijo en el espacio sobre los invisibles goznes del eje en torno del cual va volteando. Las estrellas y los planetas van pasando paulatinamente detras de él, pero la atmósfera terrestre los detiene en su curso, obrando como lo haria un lente inmenso que concentrara en si mismo todos los rayos de las estrellas que pasan detras de la Tierra, iluminándose con una blanca claridad producida por esa luz difusa. Así van llegando lentamente las estrellas, pasan por detras de nuestro globo, le prestan su luz y prosiguen su carrera.

¡Magníficos somos vistos desde allí! Ocupamos el trono del cielo estrellado, y la Tierra ha debido ser adorada y tenida en aquellas regiones, como la serena é implacable diosa de la noche y del destino. Desde aquella estancia es realmente donde podemos ser apreciados del modo mas ventajoso. ¡Qué diferencia con nuestro aspecto vistos desde Mercurio, ó desde Vénus!

Tales son los panoramas lunares que podría contemplar un artista; tales los espectáculos celestes de que podría gozar un astrónomo, en medio de las áridas pampas, ó de las cúspides silenciosas de los Alpes gigantes de nuestro extraño satélite. Aquel es sin duda el mas envidiable observatorio; pues, sobre la constitucion física del Sol, de los planetas y de las estrellas, sobre el estado de las nebulosas, sobre la profundidad de la Via láctea, sobre el número y variedad de las estrellas dobles, sobre todos los mas grandes problemas de la astronomía, se aprendería mas en un año de observaciones hechas en la Luna, que en cien años de observaciones hechas en la Tierra. Pero como estancia habitable, ese mundo vecino nuestro es uno de los mas pobres y de los mas desheredados que existen; siendo muy inferior al nuestro, el cual sin embargo dista mucho de ser perfecto, como ya lo hemos hecho ver. El Dante colocó allí uno de los círculos ó lugares de expiacion de su *Purgatorio*. Esta hipótesis imaginaria estaria mejor apropiada á su naturaleza que la de hacer de él un paraíso.

Terminarémos este viaje á la Luna, como lo hemos hecho en los de Mercurio y Vénus, por el resumen de su condicion sideral comparada con la de la Tierra, comparacion que no deja de ser bien extraña.

ESTADO PARTICULAR DEL MUNDO LUNAR.

Duracion del año y de las cuatro estaciones.	346 dias 14 horas y 34 minutos.
Duracion del día y de la noche.	29 dias 12 horas y 44 minutos.
Número de dias lunares en su año.	12
Estaciones.	Insensibles. La mayor diferencia de temperatura existe entre el dia y la noche, y es extrema.
Climas.	Casi los mismos en toda la superficie.
Atmósfera.	Extremamente débil. — Ni nubes ni agua.
Geografía y orografía.	Llanuras y montañas; éstas son casi todas antiguos cráteres, y se elevan hasta 7 600 metros.
Densidad de los materiales.	Mas débil que aquí = 0,602.
Pesantez.	Extremamente débil : 6 veces ménos que aquí = 0,164.

Vida.....	Completamente diferente de la vida terrestre Probablemente hoy muy gastada, y próxima á extinguirse.
Vuelta al mundo lunar...	2731 leguas.
Dimensiones.....	La cuarta parte del diámetro terrestre, próxi- mamente = 870 leguas.
Diámetro del Sol.....	El mismo que visto desde aquí.
Diámetro de la Tierra....	Como cuatro veces mas ancho en diámetro de lo que nos aparece la Luna llena (= 114); permanece casi fija en el cielo variando de fases : este mundo alumbrá á media noche tanto como alumbrarian catorce Lunas llenas.



LIBRO VI

EL PLANETA MARTE

5



LIBRO 71

DE LA BIBLIOTECA

CAPITULO PRIMERO

ASPECTO DE MARTE A LA SIMPLE VISTA. — VIAJE DESDE EL GLOBO TERRESTRE AL GLOBO DE MARTE. — TRAVESIA INTERPLANETARIA. — MOVIMIENTO DE MARTE ALREDEDOR DEL SOL. — SU DISTANCIA. — CONOCIMIENTOS DE LO ANTIGUOS SOBRE ESTE PLANETA.

Nuestra excursion celeste nos conduce ahora á la órbita del planeta Marte, que es el cuarto del sistema solar, y viene inmediatamente despues de la Tierra en el órden de las distancias del foco comun de las órbitas planetarias. Mercurio, Vénus y la Tierra han pasado sucesivamente ante nuestra vista, y miéntras que nuestro propio planeta era para nosotros objeto de una descripcion astronómica, nos hemos detenido algun tiempo en la Luna, astro vecino, satélite del nuestro, que sin cesar nos acompaña en nuestra correria sideral, y que forma, por decirlo así, parte de nosotros mismos, comó el fruto forma parte del árbol que le ha producido. Ahora ya dejamos enteramente la Tierra y las regiones en que ella se mueve. La órbita de Marte es la primera *exterior* á la órbita terrestre (véase la lam. 1^a), desplegándose en seguida en la inmensidad las órbitas de Júpiter, de Saturno, de Urano, de Neptuno, que se encierran ó abarcan una en otra y se van sucediendo de distancia en distancia. De hoy mas abandonamos las playas etéreas en cuyo seno va bo-

gando nuestra nave celeste, sin que volvámos ya la vista hácia este mundo que fué nuestra patria en el siglo XIX de la Era cristiana : el Sol, Mercurio, Vénus y la Tierra se alejan á nuestra espalda en el inmenso vuelo que hemos emprendido, y hé aquí que abordamos la primera de las provincias mas lejanas de la capital del imperio solar..... lejanas, para nosotros, que estamos tan próximos al astro esplendente, pero en realidad ménos excéntricas de lo que parece, pues el mundo colosal de Júpiter es mas bien el que merece el título de capital del sistema planetario; puesto que el Sol no es una mansion habitable para la vida orgánica, y es mas bien por la distancia de un planeta á Júpiter cómo podria juzgarse de su posicion relativa en la economía general de la organizacion planetaria. En tal concepto, al llegar á Marte, nos acercamos á la capital; y, en efecto, los dos mundos interiores á la órbita terrestre son bien pobres relativamente á los otros cinco mundos que la son exteriores. La Tierra en realidad figura entre los mas pequeños. ¡Qué honor para nosotros, si habitáramos en Júpiter ó en Saturno!... ¿Quién sabe? Desdeñando las demas provincias, y considerándolas como insignificantes arrabales, tal vez nos sucediera, cómo acontece á las personas dotadas de colosal fortuna, que concebiriamos ideas ménos vastas que las que recibimos del Cielo en nuestra modesta condicion, y nuestra mente no se habria elevado quizas hácia las contemplaciones que nos ocupan y nos interesan tan vivamente en el presente estudio.

Dejamos pues ya á la Tierra léjos, muy léjos, tras de nosotros. Remontándose en su vuelo nuestra alma, conducida por las brillantes y palpitantes alas de la imaginacion, diríjese vía recta hácia Marte, con la rapidez de las flechas luminosas. Ocho minutos y trece segundos bastarian para atravesar el abismo de 37 millones de leguas que separa á la Tierra del Sol; pero la órbita de la Tierra no dista de la de Marte sino 14 millones de leguas, en la region en que los dos astros se acercan mas entre sí; y para atravesar esta distancia con la velocidad de la luz, bastan 3 minutos.

Al abordar á la superficie de Marte, la primera impresion que nuestra alma siente no es una impresion extraña á la que

nos imponen los espectáculos de la Naturaleza terrestre. Nos hallamos allí como trasportados á un mundo singularmente análogo al nuestro. Las orillas del mar reciben allí, como aquí, el eterno plañido de las olas que se estrellan y se extinguen en la playa; pues allí, como aquí, el soplo de los vientos riza la superficie del agua, dando origen á las ondas que sin cesar se suceden y se desvanecen. Si el cielo está despejado y la atmósfera serena, el espejo cristalino de las aguas refleja, como aquí, el Sol resplandeciente y el firmamento iluminado; y sin la coloracion especial y la extraña forma de las plantas, fácilmente podríamos imaginar que nos hallábamos á orillas del Mediterráneo ó de algun lago de nuestra linda Helvecia. Tampoco faltan á la analogía del cuadro los Alpes coronados de nieves perpetuas, ni las montañas, ni los valles, ni el incesante susurro de argentinas cascadas, ni el lejano zumbido del viento en las llanuras campestres, ni el tibio calor del sol primaveral, ni la lenta sucesion de las horas del dia y de la noche, ni la dicha en fin de sentirse viviendo en medio de una naturaleza apacible y benévola. El aldeano observador que lanzado de Europa por las olas de la emigracion á las playas de la Australia, despierta de repente en medio de un país desconocido, cuyo suelo, cuyas plantas, cuyos animales presentan un aspecto muy diferente de lo que él habia visto hasta entónces en su país natal, no se halla ménos sorprendido ni ménos desorientado de lo que estamos nosotros al llegar con la vista y con la mente al planeta Marte : la diferencia entre este mundo y el nuestro apénas es mas considerable que la que distingue al continente australiano del continente europeo. Trasladarse desde la Tierra á Marte, no es otra cosa que cambiar de latitud.

Los progresos realizados de quince años á esta parte en el conocimiento de este planeta vecino, han venido en tiempo oportuno para justificar las esperanzas de la doctrina de la pluralidad de los mundos habitados, y confirmar las conjeturas que la lógica habia fundado en los simples datos suministrados por un primer exámen. Hoy ya no conocemos este globo solamente bajo el punto de vista astronómico, sino que

le estudiamos bajo sus aspectos físicos, geográficos, climatológicos, meteorológicos y aún en su química orgánica! Diríase nuestro mismo planeta, que creemos verle de léjos, y á veces nos sorprendemos á nosotros mismos, como queriendo suplir y completar la vision telescópica, para distinguir allí con el pensamiento á los habitantes que ninguna potencia óptica puede aún acercarnos á nuestra vista tan ávida por penetrar este arcano.

Si todavía no vemos á los moradores de ese mundo, podemos decir desde luego que nos hallamos con respecto á Marte en la situacion de una persona que vé pasar de léjos un tren de ferro-carril; que percibe los wagones y aún distingue las diferentes clases de carruajes; pero sin poder divisar al maquinista sobre la locomotora, vé sin embargo con el pensamiento al héroe tiznado que va arrojando al horno el alimento del caballo de fuego, haciendo depender de su prudencia y vigilancia las vidas de mil viajeros; tampoco reconoce á éstos; pero los adivina. Asi vemos nosotros al planeta Marte corriendo en su órbita con una velocidad mucho mayor que la de un tren express: distinguimos su movimiento de rotacion diurna, que le da sucesivamente el dia y la noche; vemos sus nieves, sus montañas, sus continentes, sus mares, sus nubes, su atmósfera, sus golfos, en una palabra, todo el aparato de su circulacion vital; y si bien nuestros telescopios no son aún bastante fuertes, potentes y eficaces para mostrarnos los viajeros del celeste convoy, suplimos por la lógica la potencia visual del telescopio, de la misma manera que lo hacemos en el mencionado caso del tren terrestre conducido por el caballo-vapor, ó como en el de una ciudad cuyos edificios divisamos de léjos sin poder distinguir á sus habitantes.

Antes de entrar en los detalles de la constitucion física del planeta, natural es que nos formemos desde luego ideas exactas sobre el conjunto. Examinemos pues en primer lugar su aspecto y su movimiento.

A la simple vista, el planeta Marte brilla en el cielo como una estrella de primera magnitud; distinguiéndose particularmente por su color rojizo. En todos tiempos se ha hecho

él notar por esta especial coloracion ¹. El nombre que le dieron los Hebreos significa *abrasado*. Entre los Griegos, Marte, que tambien se llamaba Ἄρης y Hércules llevaba el epíteto habitual de πυρρίζης, ó *candente*. Los Indios llamaban á Marte An-garaka (*carbon ardiendo*), y tambien le daban el nombre de Lohitanga (*cuero rojo*). Así que, siempre ha sido él la personificación del dios de la guerra en las mitologías antiguas, y el signo ♂ bajo el cual continuamos representándole debe de ser un vestigio de la union de la lanza y del escudo.

En los mas antiguos anales de la astronomía hállanse huellas y señales del conocimiento del planeta Marte. Todas las conjeturas persuaden que este planeta fué el tercero que los primitivos observadores distinguieron de las estrellas fijas. Los que primero se hicieron notar, fueron sin duda Vénus y Júpiter, á causa de su brillo sin rival.

La mas antigua *observacion* exacta de Marte que ha llegado hasta nosotros, data del 52º año que siguió á la muerte de Alejandro el Conquistador (486 de la era de Nabonassar), ó del año 272 ántes de nuestra era. El 17 de enero (21 de athir) de este año, pasó el planeta muy cerca de la estrella β del Escorpion. Esta observacion nos ha sido conservada en el *Almagesto* de Ptolomeo. Pero en aquella época hacia ya mucho tiempo que era conocido el curso de Marte. Hace algunos años se han hallado en las ruinas de Ninive las tablas, escritas en lengua cuneiforme, de una obra intitulada : *Las Observaciones de Bel*. Esta obra, dividida en LX libros, habia quedado sepultada bajo las ruinas del palacio de Sardanápalo, y pertenecia antiguamente á la biblioteca pública de aquella capital, en una época que no puede ser posterior al siglo xviiº ántes de nuestra era, puesto que estaba dedicada al rey Sargon, de Agané, en Babilonia. Ahora bien, uno de los libros de esta obra está consagrado al planeta Marte; otro al planeta Vénus; otro á la estrella polar (que era entónces la estrella α del Dragón), etc. Los cinco planetas Mercurio, Vénus, Marte, Júpiter y Saturno eran conocidos en aquella época tan remota, y la semana de siete dias consagrados á los siete astros (5 planetas, mas el Sol

1. Cuando los Griegos y los Romanos querian hablar de una estrella rojiza, tomaban siempre á Marte por punto de comparacion. Aun hoy es este astro el mas rojo de todos cuantos se ven á la simple vista. (Hay estrellas telescópicas que son de un rojo sanguíneo.) Así pues, desde muchos miles de años acá, el carácter particular de la luz que él nos refleja no ha variado.

y la Luna) estaba ya en uso en los primeros tiempos de las observaciones asirias y accadias, es decir, hácia el año 2540 ántes de nuestra era. — El mártes lleva desde aquella época el nombre del planeta Marte: *Martis dies*. — No sólo es la astronomía la primera y la mas antigua de las ciencias; no sólo es ella hoy la mas importante entre todas, y cuyo conocimiento es el mas indispensable en toda instruccion que se quiera basar en cimientos sólidos, sino que tambien ha servido de fundamento á todas las antiguas religiones. La grande armazon del Cielo físico ha sido necesaria á toda construccion metafísica, y en particular los planetas han sido descubiertos, admirados, implorados y adorados ántes de formarse las mas antiguas mitologías; puesto que ellos son precisamente los que figuran como sus principales personajes.

El planeta Marte gira alrededor del Sol siguiendo una órbita trazada á la distancia média de 56 millones de leguas del centro solar. Como la órbita de la Tierra se halla á la distancia média de 37 millones de leguas del mismo astro, dedúcese de aquí que la órbita de Marte rodea á la de la Tierra á una gran distancia, de 19 millones de leguas. Además, es de forma muy elíptica; de tal suerte que, por un lado, se aproxima mucho mas á la órbita terrestre que por el lado opuesto.

Marte circula por su órbita empleando 687 dias para efectuar su revolucion alrededor del Sol. Por consiguiente su año es 322 dias mas largo que el nuestro; pues equivale á dos de nuestros años, ménos 43 dias. Hé aquí sus distancias extremas y média del Sol :

Distancia perihelia . .	1,3816	51 130 000 leguas.
Distancia média	1,5237	56 350 000 —
Distancia afelia	1,6658	61 570 000 —

La variacion de distancia es considerable, llegando á cerca de la quinta parte de la distancia média (la excentricidad es de 0,09326). Marte se halla 10 millones de leguas mas cerca del Sol en el perihelio que en el afelio, lo que debe causar en la temperatura de este planeta una variacion muy sensible, independiente de la de las estaciones debidas á la inclinacion del eje.

Midiendo el total desarrollo de su órbita 350 millones de leguas, y recorriéndola él toda en 687 días, este mundo va bogando á razon de mas de 500 000 leguas por día, ó de 23 850 metros por segundo: por consiguiente algo ménos aprisa que la Tierra.

La demostracion del movimiento de Marte se debe á la infatigable perseverancia del inmortal Képler; y á su análisis del movimiento de este planeta es á la que debemos el descubrimiento de las leyes que rigen el sistema del mundo. Si la órbita de Marte, se aproximara al círculo, como la de Venus, en vez de ser una elipse muy pronunciada, tal vez no conoceriamos hoy aún las leyes de la astronomía. Tycho-Brahe habia hecho una larga serie de observaciones de Marte, de una grande precision. Képler se las pidió para estudiarlas, y Tycho se las confió, « con la condicion de que no habia de servirse de ellas para probar el sistema de Copérnico ». Felizmente para la ciencia, Képler no cumplió su promesa. Por espacio de quince años consecutivos, dió mil vueltas y revueltas á estas observaciones, á fin de poderlas conciliar con la antigua doctrina, la cual enseñaba que todo se mueve en el universo describiendo un círculo perfecto. La conclusion que él obtuvo fué que era absolutamente imposible hacerlas concordar con dicha figura, y que indudablemente los planetas, en sus revoluciones, no describen círculos, sino elipses. A este descubrimiento es al que realmente se debe la fundacion de la mecánica celeste, inclusa tambien la invencion neutoniana de la atracción universal. Como testimonio de las dificultades de este trabajo, Képler refiere que Rheticus habia querido, ántes que él, reformar la astronomía, pero que, desorientado por el movimiento de Marte, evocó su genio, el cual llegó por fin, le asió de los cabellos, le levantó hasta el techo, y le dejó caer desde allí diciéndole: « Hé ahí el movimiento de Marte. » (Véase la interesante y sábia *Historia de la Astronomia*, por el Dr. Hoefel.)

La traslacion de Marte alrededor del Sol no se efectúa enteramente en el mismo plano que la de la Tierra, sino en un plano inclinado ligeramente en 1°51'.

Si se combina el movimiento de la Tierra con el de Marte, se halla que los dos globos giran en el mismo sentido alrededor del Sol, de la misma manera que lo hacen las agujas de un cuadrante; con la diferencia de que aquí es la aguja pequeña la que marcha mas aprisa. ¿En qué momento se hallarán las dos agujas (los dos planetas) en perspectiva? ¿En qué épocas se hallan Marte y la

Tierra en una misma línea con respecto al Sol? — Cada 779 días, ó sea, cada dos años y 49 días.

Las últimas oposiciones de Marte han tenido lugar :

En 1867, en el mes de enero.		
1869	—	febrero.
1871	—	marzo.
1873	—	abril.
1875	—	junio.

En cada una de estas oposiciones, los dos planetas se han hallado cada vez mas cerca uno de otro. La mas importante será la próxima, de 1877, que se verificará en la época del perihelio de Marte, y cuando la distancia entre ambos planetas se hallará reducida á su minimum. Este interesante período de observacion se repite cada quince años, y siempre le esperan con impaciencia los astrónomos.

CAPITULO II

EL GLOBO DE MARTE : VOLUMEN, PESO Y ROTACION. —
DIAMETRO. — SUPERFICIE. — DIMENSIONES. — MASA. —
DENSIDAD. — FASES. — MANCHAS. — MOVIMIENTO DIURNO
— DURACION DEL DIA Y DE LA NOCHE.

Las considerables variaciones de las distancias del planeta Marte á la Tierra, producidas por los movimientos de ambos planetas en sus órbitas respectivas, causan á su vez cambios correspondientes en la aparente magnitud de aquel globo visto desde la Tierra. Este tamaño aparente de Marte varia en la proporcion de 4 á 8. El diámetro del planeta descende hasta 3",3 en su mayor distancia, y se eleva hasta 26" en su mayor aproximacion. Es como si dijéramos que este tamaño aparente varia desde un círculo de 3 milímetros de diámetro hasta un círculo de 26 milímetros.

Combinando esta magnitud aparente con la distancia, se halla que corresponde á un diámetro de 6 850 kilómetros, ó sea, 4 700 leguas, en número redondo. Por consiguiente, la vuelta al mundo de Marte es de 5 375 leguas.

Nótese pues que este planeta es mas pequeño que la Tierra. Su diámetro no es sino la mitad del del nuestro (0,54). Su superficie sólo es los 29 centésimos de la del globo terrestre, y su volúmen 16 centésimos del volúmen de la Tierra.

Siendo seis veces y média mas pequeño que nuestro globo, en volúmen, Marte resulta ser siete veces y média mayor que la Luna y tres veces mas voluminoso que Mercurio.

Su masa ha podido ser calculada por las perturbaciones que este globo hace sufrir al movimiento de la Tierra, así como al de los pequeños planetas que circulan entre su órbita y la de Júpiter. De las comparaciones hechas resulta que pesa nueve veces ménos que nuestro globo. Si se representa por 1 000 el peso de la Tierra, el de Marte estará representado por 107. Su densidad, comparada con la densidad média del globo terrestre, es de 0,692, es decir, cerca de la mitad mas débil.

Sus fases fueron observadas desde el año 1610, tan pronto como se hubo dirigido el antejo astronómico hácia el astro de la guerra. Galileo escribía al P. Castelli, el 30 de diciembre de dicho año, que este astro no le parecia enteramente redondo. El 24 de agosto de 1638, el astrónomo italiano Fontana, observándole bajo el cielo de Nápoles, dibujó á Marte notablemente adelgazado y jiboso. Era esto una confirmacion de la teoría segun la cual este planeta, como los otros, no brilla mas que la Tierra con luz propia, sino sólo con la que recibe del Sol y refleja en el espacio.

Como la de las fases de Marte, la observacion de sus manchas siguió de cerca á la invencion de los instrumentos de óptica. Ya en 1636 notaba Fontana una mancha oscura en el disco del planeta, y cuatro años despues, el P. Zucchi señaló algunas otras. En 1644, el P. Bartoli dibujó dos mas que se hallaban hácia el medio del disco. En 1666, Juan Domingo Cassini, astrónomo en Bolonia ántes de ser llamado á la direccion del Observatorio de Paris, descubrió el movimiento de rotacion del globo de Marte, por el exámen del movimiento y de la reaparicion de sus manchas, evaluándole en 24 horas y 40 minutos. Los observadores romanos, equivocándose en cerca de la mitad del periodo, suponian que no era sino de 13 horas. Pero Cassini confirmó su primer resultado por medio de las observaciones que hizo en Paris en 1670. Ya en 1659 habia hallado Huyghens un resultado análogo, pero que no fué publicado. Mädler halló en 1832 : 24 h. 37 m. 24 s. Wolf, de Zurich, en 1866 : 24 h. 37 m. 23 s. Por último, M. Proctor, comparando en conjunto, recientemente, mas de dos siglos de observaciones, halló igualmente : 24 h. 37 m. 23 s. (y áun esta duracion está determinada con la precision de una milé-

sima de segundo, puesto que el guarismo de los segundos es 22^s735).

Por consiguiente, la duracion del dia y de la noche es casi la misma en Marte que en la Tierra; excediendo la de aquel planeta á la nuestra en algo mas de média hora solamente (41 minutos). Es muy digna de notarse la circunstancia de que esta duracion es sensiblemente análoga en los cuatro planetas, Mercurio, Vénus, la Tierra y Marte. No alcanzamos la razon de tal semejanza. La distancia del Sol no parece que deba influir en ésto, como sucede con la duracion del año, ni tampoco el volúmen del planeta. La *densidad* si parece entrar por mucho, por la mayor parte, en este arreglo del tiempo de la rotacion, como lo hemos ya demostrado en otra obra anterior. Los cuatro planetas cuya rotacion se efectúa en un periodo de 24 horas, con cortas diferencias, son los mas densos. Los cuatro planetas gigantes, Júpiter, Saturno, Urano, y Neptuno, giran mucho mas aprisa; en un periodo de 10 horas, próximamente: tambien son ellos los mundos dotados de una densidad mas débil.

En el año de Marte hay 669 rotaciones ó dias siderales ($669 \frac{2}{3}$), y por consiguiente, $668 \frac{2}{3}$ dias solares ó civiles. Así como el dia terrestre es de 24 horas, excediendo en 4 minutos á la duracion de la rotacion, tambien el dia marcial es algo mas largo que la rotacion de este planeta (como lo hemos explicado anteriormente); pues dura, exactamente, 24 horas 39 minutos y 35 segundos. En cada tres años, hay uno corto, de 668 dias, y dos largos, de 669.

El dia y la noche siguen en Marte el mismo curso que en la Tierra. En el ecuador, son de igual duracion, de 12 horas 18 minutos y 41 segundos durante todo el año. Lo mismo acontece en todos los paises del mundo marcial el dia del equinoccio. Pero la invasion del dia en la noche durante el estío, y de la noche en el dia durante el invierno, sigue allí la misma ley que aquí, variando de un modo semejante segun las latitudes. En la latitud correspondiente á la de Paris, la duracion del dia en el solsticio de verano llega hasta 19 horas: en el círculo polar, hasta 24 horas y 39 minutos; y en el polo mismo es de medio año marcial, ó de once meses y

medio. El régimen climatológico es casi el mismo que aquí, pero mas lento.

Añádase á esto que, segun las medidas micrométricas hechas por Arago en el Observatorio de Paris, el globo de Marte está aplanado en sus polos, como la Tierra, pero en una proporcion mucho mayor; pues dicho aplanamiento ó depresion polar será como de $\frac{1}{30}$. Es mucho mas de lo que debiera corresponder á la lentitud de su movimiento de rotacion. Entre la observacion y la teoría, habrá pues aquí un desacuerdo que necesita ser explicado.

La diferencia entre Marte y la Tierra, con respecto al movimiento de rotacion, es pues, como acaba de verse, de escasa importancia: los fenómenos que son su consecuencia, como la sucesion de los días y las noches, el orto y el ocaso del Sol y de las estrellas, la corriente de las horas, rápidas ó lentas segun el estado del alma, los trabajos, las alegrías ó las penas; en una palabra, el curso cotidiano de la vida y la marcha habitual de las cosas se desarrollan allí, con corta diferencia, en las mismas condiciones que en nuestra morada terrestre.

Penetremos ahora algo mas en el estudio físico del planeta, examinando ante todo sus climas y sus estaciones.

CAPITULO III

CLIMAS Y ESTACIONES DEL MUNDO DE MARTE. CALENDARIO MARCIAL.

El tan exacto conocimiento que tenemos del movimiento de rotacion del planeta Marte (tan preciso es, en realidad, como el que tenemos del movimiento de la Tierra), nos ha permitido determinar no ménos exactamente la inclinacion de su eje de rotacion sobre el plano de su órbita. Esta inclinacion es de $61^{\circ} 18'$. Por consiguiente su ecuador forma con su eclíptica un ángulo complementario del anterior, es decir, un ángulo de $28^{\circ} 42'$. Nótese pues que la oblicuidad de la eclíptica es algo mas fuerte en Marte que en la Tierra, puesto que la nuestra es de 23° . De aquí resulta, como lo hemos explicado ya en los capítulos de Vénus y de la Tierra, que las estaciones son allí algo mas pronunciadas que aquí; pero como esta diferencia de 5° no es muy considerable, sabemos por su sola inspeccion, y aún cuando las variaciones meteorológicas, visibles desde aquí en ese planeta vecino, no nos lo hubieran demostrado *de visu*, que sus estaciones no difieren mucho de las nuestras, en cuanto á su *variacion de intensidad* entre el verano y el invierno. Un astrónomo de la Tierra no necesita viajar á Marte para conocer sus climas.

Este mundo presenta, como el nuestro, tres zonas bien distintas: la zona tórrida, la zona templada y la zona glacial. La primera se extiende á una y otra parte del ecuador, hasta los $28^{\circ} 42'$; la zona templada se extiende desde esta latitud

hasta los $61^{\circ} 18'$; la zona glacial rodea cada polo hasta esa distancia¹.

Así que, la duracion de los dias y de las noches, sus diferencias segun las latitudes, sus variaciones en el decurso del año, las largas noches y los largos dias de las regiones polares, en una palabra, todo cuánto concierne á la distribucion de la luz y del calor, son otros tantos fenómenos casi semejantes en Marte y en la Tierra. Una notabilísima diferencia existe sin embargo entre ambos planetas, la de la *duracion de las estaciones*.

Allí es esta duracion mucho mas larga. En efecto, como lo hemos notado poco ha, el año marcial consta de 687 dias; por consiguiente, cada una de sus cuatro estaciones es casi doble mas larga que las nuestras. Además, siendo la órbita de Marte muy prolongada, la desigualdad de duracion de las estaciones es allí mas marcada que en nuestro planeta. Para hacer la exacta comparacion de ambos casos, elegirémos el hemisferio de Marte análogo al que nosotros habitamos en la Tierra, su hemisferio boreal, y compararémos la duracion respectiva de las estaciones en ambos planetas.

DURACION DE LAS ESTACIONES.

	En la Tierra.	En Marte.
Primavera.....	93 dias terrestres.	191 dias marciales.
Verano.....	93	181
Otoño.....	90	149
Invierno.....	89	147
	<hr/>	<hr/>
	365	668

Donde se vé que las estaciones de Marte son mucho mas lentas ó largas y notablemente mas desiguales que las nuestras. Como poco ha lo hemos visto, el dia de Marte es 41 minutos mas largo que el nuestro, y su año cuenta 668

1. Harémos notar, á propósito del calendario de Marte, que girando el planeta como la Tierra en el zodiaco, el Sol gira igualmente en apariencia durante su año ante las doce constelaciones zodiacales. Sólo que, en el solsticio de estío del hemisferio norte, no es en Cáncer donde el Sol se halla, sino en Acuario, y en el solsticio de invierno, no está en Capricornio, sino en Leo; de suerte que debemos llamar los trópicos de Marte, *Trópicos de Acuario y de Leo*.

días marciales. Tal es, para los habitantes de Marte, el número de días de su calendario.

De modo que la primavera y el verano del hemisferio boreal de aquel planeta duran 372 días, mientras que el otoño y el invierno sólo duran 296. El calor solar debe por lo tanto acumularse en el hemisferio boreal en cantidad notablemente mayor que en el hemisferio austral. Pero, como sucede en la Tierra, existe una compensacion que proviene de que, no siendo circular la órbita de Marte, el planeta se halla mucho mas cerca del Sol en el perihelio que en el afelio : la diferencia



FIG. 63. — Aspecto del planeta Marte (29 de junio de 1873).

es de 5 millones de leguas. En el solsticio de estío de su hemisferio sur es cuando este planeta se halla en su menor distancia del Sol, y por consiguiente recibe de este astro el máximo de calor. De este hecho resulta que las nieves polares australes deben variar de extension mucho mas que las del polo boreal ; y así en efecto lo demuestra la observacion.

Cada una de las estaciones de Marte dura casi seis de nuestros meses.

Como la inclinacion del eje y la sucesion de las estaciones apenas difieren de las de la Tierra, se tendrá de esto una idea suficiente examinando de nuevo nuestra lámina III, y suponiendo que ella representa la órbita de Marte.

Desde aquí podemos muy bien estudiar estas variaciones climatológicas, siendo este estudio uno de los mas interesantes que es posible hacer, puesto que trasporta nuestro pensamiento al seno de una naturaleza física que ofrece la mas simpática analogía con la nuestra.

Hallándose inclinado sobre su órbita, Marte no se nos presenta en un sentido que pudieramos llamar vertical, con sus dos polos colocados exactamente en lo alto y en lo bajo de su disco, sino ladeado hácia nosotros. Como el medio del estio del hemisferio austral de Marte coincide con su perihelio, este hemisferio es el que vemos mas fácilmente, el que podemos observar cuando el planeta se halla en el minimum de su distancia : por eso conocemos mucho mejor el hemisferio austral que el hemisferio boreal. Muchos miles de años trascurrirán ántes que el polo boreal de Marte sea visible desde la Tierra á ménos de la mitad de la distancia de la Tierra al Sol, ó sea, á ménos de 18 millones de leguas.

Para dar una idea de las observaciones que podemos hacer al telescopio sobre los climas y estaciones de este planeta vecino, recordaré aquí las que yo hice en 1873, época muy ventajosa para el estudio de su hemisferio septentrional. Sin volver su polo norte enteramente hácia nosotros, dejaba entónces ver muy bien cierta parte de él. Este polo aparecia en aquel momento marcado con una mancha ovalada, tan blanca y tan brillante, que parecia traspasar el borde del disco por un efecto de irradiacion.

Este casquete polar no tenia mucha extension. « Las nieves polares boreales, — decia yo entónces en un informe al Instituto — no se extienden actualmente (junio de 1873) mas allá del 80° grado de latitud. Se sabe que á veces suelen cubrir ellas una extension mucho mas considerable; puesto que en algunos años han traspasado el grado 60°. Aun son mayores las variaciones de las nieves australes. »

« El planeta Marte — añadia yo — se halla actualmente en la

estacion de otoño de su hemisferio norte. La mayor parte de las nieves polares boreales están derretidas, mientras que se aglomeran en derredor del polo austral, invisible en este momento para nosotros. La region sur está visiblemente marcada con un reguero blanco junto á los bordes. ¿Será la nieve que descenderá hasta el 40° grado de latitud sur? Es mas probable que sean nubes¹. »

La figura anterior, que dibujé con el mayor cuidado y esmero, como resultado de mi observacion del 29 de junio (á las 10 de la noche) muestra al primer golpe de vista esa mancha polar boreal, y tambien el aspecto geográfico de Marte en aquel dia. Está en sentido inverso, es decir, que el polo norte se halla abajo. Una fase que es ya perceptible disminuye el disco del planeta á la derecha.

Las dimensiones de las manchas polares corresponden á la estacion. Asi, por ejemplo, la oposicion de 1871 tuvo lugar en el mes de marzo, es decir, durante el estío boreal del planeta; por eso, en aquel año, la mancha nevosa boreal apareció constantemente muy pequeña, á causa de la accion del estío, pero muy visible, á causa de la inclinacion de la extremidad norte del eje hácia nosotros. La oposicion de 1873 tuvo lugar en mayo, que corresponde al mes de setiembre del calendario de Marte, es decir, al principio de su otoño: la nieve polar boreal no formaba ya sino un círculo pequeño. En 1875, la oposicion se efectuó en el mes de junio, despues de mediados de su otoño: la mancha polar boreal era entónces tan reducida, que apenas se la distinguia, mientras que las nieves del polo austral, que acababan de sufrir el invierno entero, tenian una grande extension.

Mas de dos siglos ha que se observan desde la Tierra los hechos principales de la meteorología de Marte. Desde aquí asistimos á la formacion de sus hielos polares, á la caida y al derretimiento de las nieves, á las intemperies, las nubes, las lluvias y las tempestades, como á la alternativa de sus dias serenos y hermosos, en una palabra, á todas las vicisitudes de las estaciones. La sucesion de estos hechos se halla hoy tan bien establecida, que los astrónomos pueden pronosticar con mucha anterioridad la forma, el tamaño y la posicion de las

1. *Actas de la Academia de Ciencias*, del 28 de julio de 1873.

nieves polares, como el estado probable, nebuloso ó claro, de su atmósfera.

Así pues ese mundo ofrece con el nuestro las mas curiosas analogías : los habitantes de Vénus ven á nuestro planeta bajo apariencias casi semejantes á las que Marte nos presenta : como los polos de Marte, los nuestros están cubiertos de nieves y de hielos ; tambien es nuestro polo austral el mas invadido, y por las mismas razones, por esos productos de la congelacion del agua. Por último, los polos de frio, en Marte como en la Tierra, no coinciden con los polos de rotacion.

CAPITULO IV

LA ATMOSFERA DE MARTE. — SU CONSTITUCION FISICA Y QUIMICA. — METEOROLOGIA DE ESTE PLANETA.

El globo de Marte se halla rodeado de una atmósfera análoga á la de la Tierra. Los conocimientos que hoy tenemos de esta atmósfera, conocimientos que hemos completado muy recientemente, no se han obtenido, como los de la atmósfera de Vénus, por la observacion de una penumbra orlando las fases, ó de una luz prolongando la parte iluminada del disco; sino que son debidos á observaciones enteramente distintas.

La primera prueba de su existencia la suministró el cambio de lugar de las nubes sobre el disco del planeta. En efecto, cuando los instrumentos empleados en este género de estudios han sido de una potencia y eficacia suficientes, se han distinguido desde luego con toda claridad unas nubes móviles, cubriendo ora una latitud ora otra diferente, trasladándose de un sitio á otro, exactamente como lo hacen las nuestras. Ahora bien, para soportar nubes, es menester una atmósfera: mas aún, para formar esas mismas nubes, una atmósfera es indispensable. Así que, el hecho solo, bien demostrado, de la existencia de nubes en Marte, ha probado al mismo tiempo la existencia de su atmósfera. Por otra parte, cuando las manchas fijas de la superficie están en el centro del hemisferio marcial vuelto hácia la Tierra, se las distingue muy claramente. Pero cuando, trasportadas por

la rotacion, llegan hácia los bordes del disco, no sólo se presentan como encogidas, ó en escorzo, segun la perspectiva geométrica de su posicion sobre la esfera giratoria, sino que pierden su nitidez, mostrándose pálidas y aún desconocidas ántes de llegar al borde. Este efecto es producido por la atmósfera, que absorbe los rayos luminosos, é interpone un velo cada vez mas denso á medida que el rayo visual se acerca al borde. Además, el borde del planeta es todo en derredor, en su interior, mas pálido que la region central, á causa de la misma absorcion atmosférica. Estos comprobantes han confirmado pues la existencia de la atmósfera.

Los fenómenos meteorológicos de que hemos hablado en el capítulo anterior establecen por otra parte una analogía casi completa entre aquella atmósfera y la nuestra. Ya en 1840, los astrónomos Beer y Mädler, despues de haber observado á Marte por espacio de doce años consecutivos, escribian en sus *Fragmentos sobre los cuerpos celestes* :

« Las diferencias que hemos notado en las manchas blancas polares varian con las estaciones y se concilian perfectamente con la hipótesis que las considera como un *precipitado* análogo á nuestra nieve; y, en efecto, es casi imposible desechar una suposicion que de una manera tan sorprendente aparece confirmada. Vista desde la distancia de un planeta, nuestra Tierra debe presentar fenómenos enteramente semejantes, con la única diferencia de que, en ella, la mutua relacion entre los dos hemisferios es ménos desigual.

» Las otras manchas del planeta parecen pertenecer esencialmente á partes constantes de la superficie. En vista de la posicion del globo de Marte, y de la distancia á que se halla, no sería posible, bajo ninguna condicion imaginable, distinguir allí *sombras* producidas *por montañas*, por mas gigantesca que fuera su elevacion. Por consiguiente, los coloridos observados no son sino meras diferencias en la reflexion de la luz, que deben provenir de las mismas causas que las que se forman en nuestro globo terrestre. De modo que, aunque esas mismas manchas no parezcan análogas á nuestras nubes, nótanse en ellas sin embargo ciertos efectos ópticos que recuerdan las condensaciones de nuestras nubes; se muestran mas precisas y mas intensas en su verano, y mas vagas, mas pálidas y mas confusas en su invierno.

» Si las manchas polares son realmente nieve, su disminución al aproximarse el estío no puede tener lugar sino por el derretimiento y la evaporación continua; el espesor de esta nieve es, verosímilmente, muy considerable. Estas partes de la superficie dispuestas para evaporarse deben por consiguiente ser extremadamente húmedas. Ahora bien, un suelo vaporoso y pantanoso es indudablemente el ménos susceptible de reflexión, y el que, por lo tanto, debe aparecernos más oscuro.

» Según resulta del conjunto de las observaciones, no sería ciertamente exagerado el considerar á Marte como un cuerpo que presenta muy grande semejanza con nuestro mundo, como una imagen de la Tierra tal cual ésta nos aparecería en el firmamento, vista á igual distancia. »

Si desde el año 1840 se expresaban ya los astrónomos en tales términos acerca de las semejanzas climatológicas entre el planeta Marte y la Tierra, ¿qué diremos hoy, después de casi otros cuarenta años más de constantes observaciones, que no han cesado de confirmar y desarrollar las inducciones formuladas por los dos eminentes observadores cuyas palabras acabamos de citar? Hoy ya, la geografía de Marte, que entonces se hallaba apenas bosquejada, está hecha, por decirlo así; su meteorología es conocida en sus grandes movimientos, y hasta la composición química de su atmósfera nos es revelada por la análisis espectral.

Al dirigir el espectróscopo hácia Marte, se comprobó desde luego en los rayos luminosos emitidos por este planeta una perfecta identidad con los que emanan del astro central de nuestro sistema. Pero empleando métodos más minuciosos, M. Huggins halló, durante las últimas oposiciones del planeta, que el espectro de Marte está atravesado, en su zona naranjada, por un grupo de rayas negras que coinciden con las líneas que aparecen en el espectro solar al ponerse el Sol, cuando la luz de este astro atraviesa las capas más densas de nuestra atmósfera. Ahora bien, ¿será nuestra propia atmósfera la que producirá estas rayas reveladoras? Para saberlo, dirigió el espectróscopo hácia la Luna. Si las rayas en cuestión fueran causadas por *nuestra* atmósfera, habrían debido mostrarse en el espectro lunar como en el de Marte, y aún con mayor intensidad. Pues bien, ni siquiera

fueron ellas allí visibles : luego es evidente que pertenecian á la atmósfera de Marte. Esta atmósfera añade sus caracteres particulares á los del espectro solar, caracteres que establecen su perfecta analogía con la nuestra. Pero, ¿cuál es la sustancia atmosférica que produce esas líneas acusadoras? Al examinar su posición, se viene en conocimiento de que no es otra cosa que el vapor de agua. Luego hay agua en la atmósfera de Marte como en la nuestra. Las manchas verdes de ese globo son verdaderos mares, extensiones de agua análogas á las aguas terrestres. Las nubes allí como aquí están tambien formadas de ampollitas de agua análogas á las de nuestras nieblas; las nieves, en fin, son agua solidificada por el frio. Pero hay mas, siendo esta agua revelada por el espectróscopo de igual composición química que la nuestra, sabemos por consiguiente que tambien hay allí oxígeno é hidrógeno.

El astrónomo Vogel ha hecho á su vez, en el año anterior, un estudio especial del espectro de Marte.

« En este espectro, dice, nos hallamos con un considerable número de rayas del espectro solar. En las porciones ménos refrangibles del espectro marcial aparecen algunas bandas ó listas que no pertenecen al espectro solar, pero que coinciden con las del espectro de absorción de nuestra atmósfera.....; pudiendo de aquí colegirse con certeza que Marte posee una atmósfera que, por la composición, *no difiere esencialmente de la nuestra, y debe ser particularmente rica en vapor de agua.* La coloración roja de Marte parece resultar de una absorción que se ejerce generalmente sobre los rayos azules y violáceos, en su conjunto; á lo ménos, no ha sido posible discernir, en esta porción del espectro, bandas de absorción bien marcadas. En el rojo, entre B y C, se conjetura la existencia de rayas que serian peculiares al espectro de Marte; pero ha sido imposible fijar aún su posición, á causa de la demasiado débil intensidad luminosa..... »

No es ciertamente uno de los resultados ménos importantes de la análisis espectral, el de haber así demostrado la analogía y casi la identidad de composición química de los diferentes mundos de nuestro sistema. Sabíamos ya que eran hermanos de origen; pero las diversas condiciones en la

cuales se ha desarrollado cada uno de ellos habrían podido modificar profundamente los estados de la materia, estableciendo entre ellos separaciones esenciales. No ha sido tal la obra del tiempo y de las fuerzas cósmicas. Un parentesco inalienable ha continuado y continúa existiendo entre todos estos mundos; de tal modo que hoy sabemos que sus materiales constitutivos, sus tierras, sus aguas, sus fluidos atmosféricos, son los mismos que los elementos terrestres análogos que aquí nos rodean, ó al ménos, no difieren de ellos sino en las proporciones. Por otra parte, los aerólitos han venido al mismo tiempo á traernos hierro, agua, carbono y hasta sal de los otros mundos!

La meteorología de esa tierra vecina no encierra hoy ya los misterios que la oscurecían ayer aún. Podíamos, en efecto, preguntarnos si las manchas blancas que rodean los polos de Marte y parecen ser nieve, son realmente nieve, *la misma nieve* que aquí vemos en nuestros inviernos, es decir, agua congelada en la atmósfera, formada en copos y caída en el suelo; — si esas nubes que flotan por encima de sus continentes y de sus mares son verdaderamente *nubes como las nuestras*, es decir, formadas de vejiguillas, de agua suspendidas en el aire; — si esa agua, el agua de esas nubes y de esos mares, es *la misma agua* que aquí? Es verdad que no nos preguntábamos, con el P. Kircher, « si esa agua sería buena para bautizar y para celebrar la misa », puesto que ningun motivo puede hacernos suponer que hayan inventado el bautismo ni la misa en ese planeta vecino; pero podíamos sí preguntarnos si es realmente la misma agua química que la nuestra, compuesta de la combinación de un equivalente de oxígeno con un equivalente de hidrógeno.

Si, ahora ya podemos afirmarlo : la atmósfera de Marte es análoga á la nuestra; sus nubes movibles como sus nieves polares están compuestas de agua enteramente lo mismo que la que circula en nuestra propia atmósfera; y su constitucion física y química no parece sensiblemente distinta.

) Por lo que hace á la altura de esa atmósfera, y á su densidad, no ha sido posible determinarlas con medidas directas como las de la atmósfera de Vénus, porque ese globo no pre-

senta ninguna de las condiciones accesibles á la observacion de las refracciones que su atmósfera puede producir. Es probable que sea ella ménos densa y ménos elevada que la nuestra, porque la diferencia de intensidad luminosa entre el borde del disco y el centro es relativamente débil, y que, por otra parte, la pesantez es mas débil allí que aquí.

Tal es la meteorología de ese mundo vecino. Como acabamos de verlo, es casi tan conocida como la de la Tierra. Examinemos ahora su geografía.

CAPITULO V

GEOGRAFIA DE MARTE. — CONTINENTES, MARES, PLAYAS, GOLFOS, CABOS, PENINSULAS. — DISTRIBUCION GENERAL DE LAS TIERRAS Y DE LAS AGUAS. — REGIONES POLARES, TEMPLADAS, ECUATORIALES. — MAPA GEOGRAFICO DEL PLANETA.

Para que la observacion de Marte pueda dar buenos resultados, se requieren dos condiciones, ademas de su proximidad relativa en la época de su oposicion. Es menester que la atmósfera de la Tierra esté pura, en el sitio de la observacion, y tambien se necesita que la atmósfera de Marte no esté cargada. En otros términos es preciso *que haga buen tiempo*, para los habitantes de aquel planeta como para nosotros. En efecto, Marte se halla rodeado de una atmósfera aérea, que de vez en cuando se cubre de nubes, lo mismo que sucede á la nuestra. Ahora bien, estas nubes, al esparcirse por encima de los continentes y de los mares, forman un velo blanco que nos los oculta, en todo ó en parte. En tal situacion, el estudio de la superficie de Marte es harto difícil, y aún imposible. Seria tan inútil probar á distinguir dicha superficie cuando el cielo de Marte está *cubierto*, como el querer divisar los pueblos, los rios, las carreteras ó los ferrocarriles de Francia atravesándola en un globo aerostático cerniéndose sobre una densa capa de nubes oscuras. Nótese pues que la observacion de este planeta no es tan fácil como parece serlo á primera vista.

Sin embargo, despues de la Luna, Marte es, de todos los astros, el que mejor conocemos. Ningun otro planeta puede compararse con él bajo este concepto. Júpiter, el mas voluminoso, Saturno, el mas curioso de todos ellos, ambos mucho mas importantes que Marte, y mas fáciles de observar en su conjunto, á causa de sus dimensiones, se hallan envueltos en una atmósfera constantemente cargada de nubes, de modo que no vemos *jamas* su superficie. Urano y Neptuno



FIG. 64. — Aspectos de Marte el 14 de setiembre y el 20 de octubre de 1830, y el 16 de diciembre de 1832.

no son sino puntos brillantes. Mercurio está casi siempre eclipsado, como los cortesanos, entre el brillo refulgente de los rayos del Sol. Vénus, sólo Vénus podria compararse con Marte, pues es tan grande como la Tierra, y por consiguiente, tiene un diámetro doble del de Marte, está mucho mas cerca de nosotros, y aún puede aproximársenos á ménos de 10 millones de leguas de aquí. Pero tiene un defecto, cual es el de gravitar entre el Sol y nosotros, en términos que, en su mayor proximidad, no vemos sino su hemisferio oscuro, guarnecido de un segmento muy tenue (ó por mejor decir, no le vemos). Resultado de esto es que su superficie es mas difícil de observar que la de Marte. Así, pues, Marte es el que prevalece entre toda la familia del Sol, siendo él el personaje con quien podemos entrar en mas íntimas relaciones.

Notemos, á propósito de esto, que la Tierra se halla, con respecto á Marte, en el mismo caso que Vénus con respecto

á nosotros. Antes conoceremos nosotros la geografía de Marte, que los habitantes de éste conocerán la nuestra; y mientras que nos hallamos aún tan atrasados en el estudio de la de Vénus, los astrónomos de Vénus conocen ahora sin duda perfectamente la geografía terrestre.

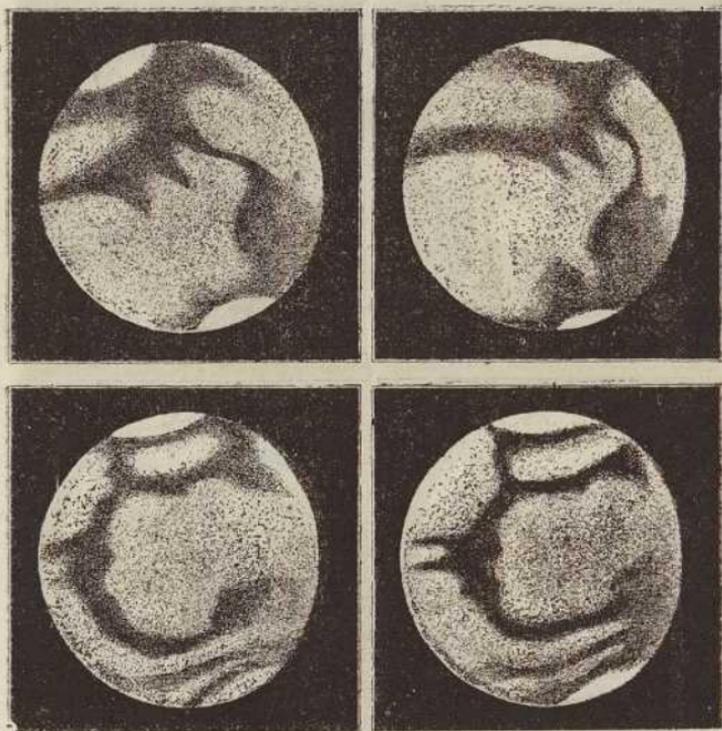


FIG. 65. — Aspectos de Marte en los días 5, 6, 7 y 10 de junio de 1860.

Entre los numerosos dibujos de este planeta que han hecho muchos astrónomos, señalaremos en primer lugar los de Beer y Mädler. En nuestra figura 64 hemos reproducido tres de sus dibujos, hechos en excelentes condiciones atmosféricas, el 14 de septiembre de 1830, el 20 de octubre del mismo año, y el 16 de diciembre de 1832. El punto principal de estos dibujos, hácia el cual llamamos la atención del lector, es la manchita redondeada que,

enlazada con otra mas extensa por medio de una cinta contorneada, se asemeja algo á una serpiente. Pronto nos ocuparemos especialmente de esta mancha.

Durante la oposicion de 1860, el P. Secchi hizo en Roma, en condiciones tambien eminentemente favorables, un gran número de dibujos de los cuales reproducimos ocho fac-similes en nuestras

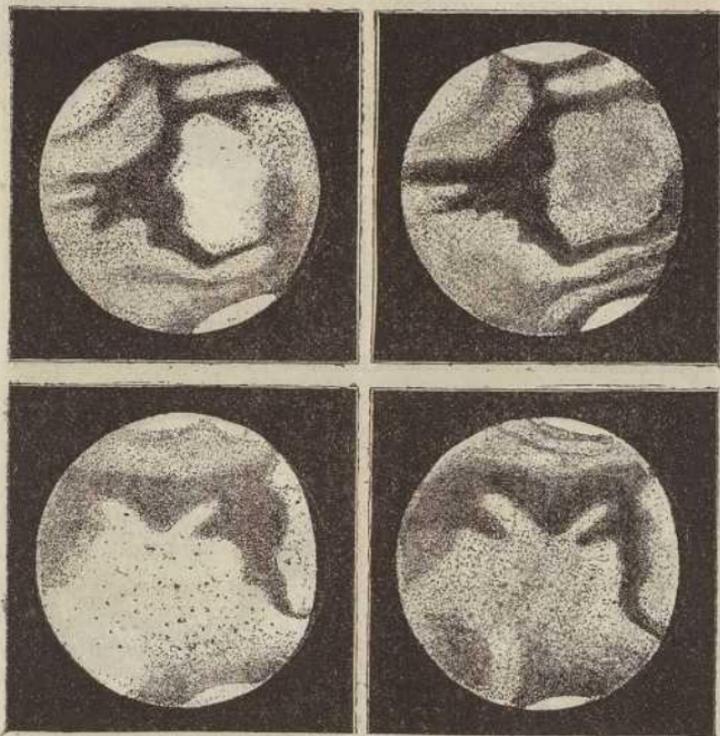


FIG. 66. — Aspectos de Marte en los días 13, 14, 17 y 18 de junio de 1860.

figuras 65 y 66. Los cuatro de la figura 65 son de los días 5, 6, 7 y 10 de junio. Las nieves polares se hallan en ellos bien marcadas; el mar que rodea el polo superior está perfectamente visible, como tambien la Mancha que desciende de él y los continentes que se extienden al este y al oeste. Los dibujos de la figura 66 son de los días 13, 14, 17 y 18 de junio, y presentan otros

mares y otros continentes. Nótese sobre todo, en los dos superiores, el mar oscuro, que desciende adelgazándose y concluye en una

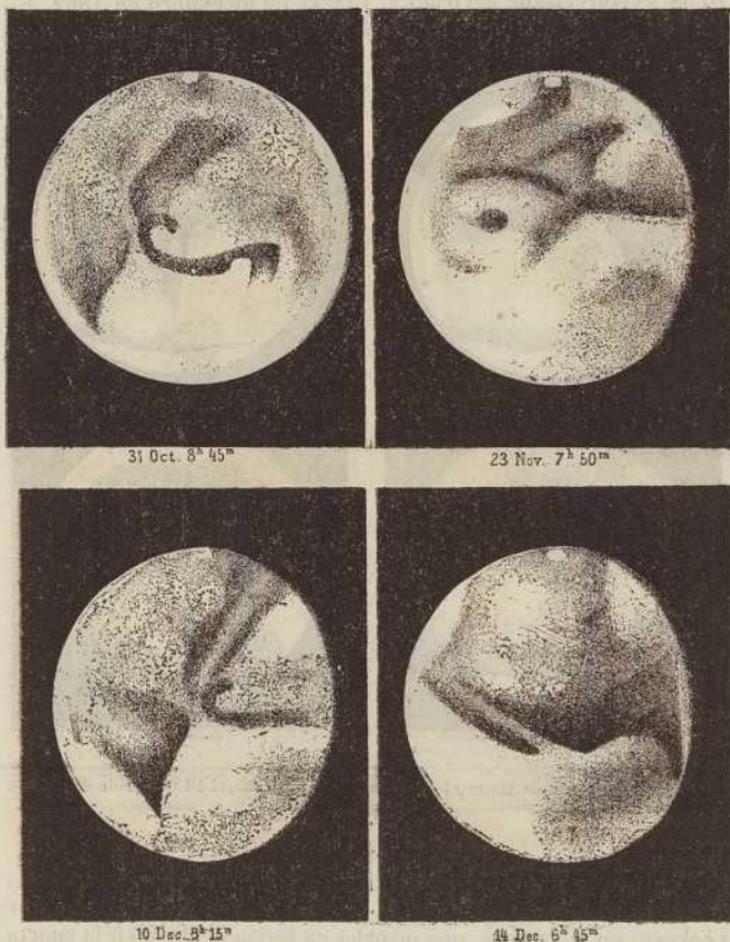


Fig. 67. — Aspectos de Marte el 31 de octubre, el 23 de noviembre, el 10 y el 14 de diciembre de 1862.!

bifurcacion dirigida hácia el este. El astrónomo romano le llama *Atlántico*. Los continentes parecian de un rojo de ocre moteado.

También hemos reproducido los importantes dibujos hechos en 1862 y 1864 por Kaiser, director del Observatorio de Leyden. Nuestra figura 67 representa sus vistas telescópicas de los días 31 de octubre, 23 de noviembre, 10 y 14 de diciembre de 1862. En la primera notamos la mancha en forma de serpiente (la misma de

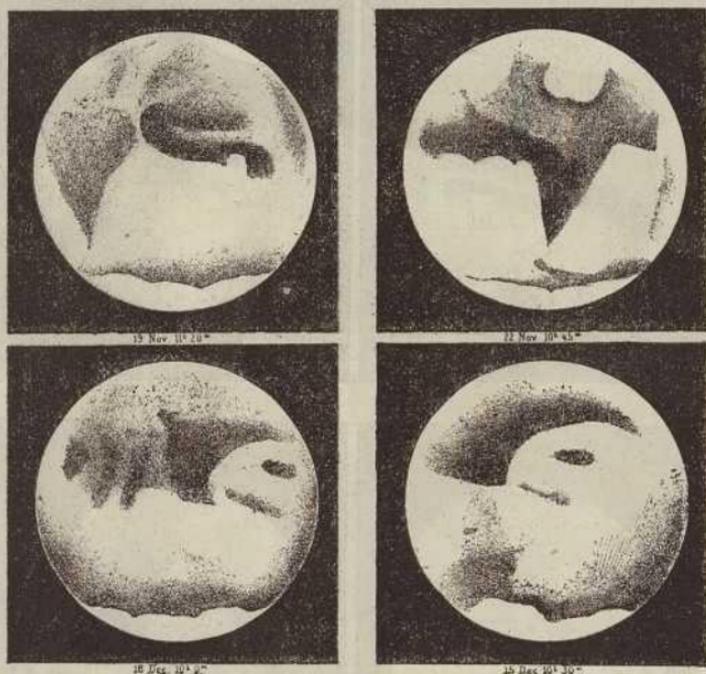


FIG. 68. — Aspectos de Marte el 19 y el 22 de noviembre, el 18 y el 19 de diciembre de 1864.

Mädler); en la segunda, una mancha en forma de ojo, la cual era al mismo tiempo dibujada con la mayor atención en Inglaterra por Lockyer; en la tercera, una mancha en forma de V, y en la cuarta la mancha que va costeando paralelamente el mar grande. — Señalamos, por último, los cuatro dibujos de nuestra figura 68, hechos también por Kaiser, el 19 y el 22 de noviembre, 18 y 19 de diciembre de 1864. Muy en breve discutiremos estos diferentes trazos.

La comparacion de todos los dibujos telescópicos de Marte prueba que en aquel globo existen manchas permanentes, y la análisis de esos diversos aspectos nos permite trazar con cierta aproximacion la geografia general de ese mundo, ó mejor dicho, la *Areografia*, pues el nombre griego de Marte es *Ἄρης*.

Siendo ya las observaciones hechas bastante numerosas y acordes para dar hoy un resultado satisfactorio, he construido el *Planisferio geográfico de Marte* que se halla en esta página (lám. VIII). La costumbre de estudiar este planeta al telescopio me tenia dispuesto á trasladar fielmente los numerosos detalles suministrados por la observacion; pero no he querido contentarme con mis propios dibujos, ni aún con los de los astrónomos contemporáneos que se han dedicado al mismo estudio; sino que he comparado y computado casi todo el conjunto de observaciones hechas desde mas ha de dos siglos que se observa á Marte (desde 1636): hay mas de mil dibujos, y con arreglo á todas estas comparaciones he construido yo mi mapa ¹.

He querido hacer un diseño tan exacto y tan completo como es posible hacerlo de ese globo vecino, conciliando de un modo satisfactorio todos los dibujos hechos anteriormente, dibujos que, preciso es confesarlo, presentan entre sí notables diferencias. Los tres mapas ántes trazados son

1. El primer mapa de Marte fué trazado, cuarenta años ha, por Mädler y Beer, astrónomos hannoverianos, segun sus propias observaciones, hechas desde 1828 á 1836. Dibujaron una doble proyeccion polar representando las principales manchas y formando en cierto modo el primer bosquejo de una geografia de Marte.

Despues de las oposiciones de 1862 y 1864, Kaiser, director del Observatorio de Leyden, trazó, tambien segun sus propias observaciones, otro mapa de Marte, que difiere en varios puntos del anterior, bien que sean en él evidentes varias analogías. Nótase sobre todo un atento estudio de la region ecuatorial, que se extiende hasta los 55° de latitud, cuyos contornos están muy distintamente trazados.

En 1869 M. Proctor, astrónomo inglés, condujo tambien un nuevo ensayo á buen término, fundándose en las observaciones hechas por su célebre compatriota M. Dawes en 1864. La construccion de este mapa, mas completo que los anteriores, ha hecho dar un paso considerable á los conocimientos geográficos del planeta.

En seguida vino una síntesis paciente y laboriosa hecha por M. Terby, de Lovaina, quien logró coleccionar casi todos los dibujos del planeta desde que se le observa al telescopio, reuniendo así todos los elementos de su geografia. Bien que el astrónomo belga no haya dibujado un verdadero mapa con arreglo al conjunto de las observaciones atesoradas (en cuyo número deben de contarse las suyas propias), su trabajo merece ser señalado aquí como un nuevo ensayo para la geografia marcial, mas completo que todos los anteriores. Ha sido publicado en 1874. — El mapa que acabo yo de trazar es pues en realidad un quinto ensayo.

tambien tan desemejantes uno de otro, que seria absolutamente imposible refundirlos en uno solo. Desde quince años ha ya, habia yo tomado grande interes en reunir un gran número de excelentes dibujos telescópicos, especialmente los de Mädler, del P. Secchi, de Lockyer, de Lassell, de Phillips, de Kaiser, de Joynson, de Nasmyth, de J. Schmidt y de lord Rosse, y compararlos de vez en cuando, pero sin quedar nunca satisfecho de sus semejanzas. No es sólo la distancia lo que nos impide distinguir bien ese planeta, ni tampoco es la tan nebulosa atmósfera de la Tierra la que opone obstáculo á las observaciones; sino que tal vez es la atmósfera del mismo Marte la que mas nos estorba. Despues de sus largos inviernos, los hielos de los polos extienden un manto de nieve sobre sus latitudes circumpolares haciendo variar completamente su aspecto; densas capas de nubes encubren á veces miles de leguas cuadradas en las mejores épocas de observacion; y por toda la superficie del planeta flotan sin cesar nubes que velan ya uno ya otro pais, de modo que, entre los centenares de excelentes dibujos que podemos tener á la vista, hay pocos que representen exactamente un hemisferio geográfico del planeta. Ya he ensayado yo dar de él un dibujo típico en la 2ª edicion de la *Pluralidad de los mundos habitados* (1864), completando posteriormente ese aspecto con una vista que reproduce al mismo tiempo la coloracion característica de ese mundo (á partir de la 17ª edicion de la misma obra, 1872). Pero no me atreví aún á emprender la construccion de la geografia general. Proctor y Terby acaban de obviar la dificultad.

Darémos aqui pues una descripcion sucinta del planisferio (rogamos al lector que siga esta descripcion sobre nuestro mapa, y la compare con los veinte dibujos de Marte reproducidos anteriormente).

El grado de las longitudes aerográficas ha sido fijado en el punto elegido por Beer y Mädler. Ninguna razon existe para adoptar como meridiano un punto *mas bien* que otro cualquiera, lo mismo que sucede en la Tierra; pero lo que importa, sobre todo, es entenderse. El motivo de la eleccion hecha por los dos observadores mencionados fué la grande visibilidad de una mancha situada en

esa línea. « Una manchita de un negro muy pronunciado, dicen, se distinguió tan fuertemente de las otras por su limpieza, desde la primera observación (10 de setiembre de 1830), y estaba tan cerca del ecuador, que creímos deber escogerla como nuestro punto normal para determinar la rotación. Esta mancha había sido ya observada en 1798, por Schröeter, quien la vió igualmente bajo la forma de un globulito negro. También fué dibujada por Kunowsky en 1822. La comparaban con una bala suspendida de un hilo. Durante la oposición de 1862, fué dibujada varias veces por Kaiser y colocada en su mapa á los 90°; pero no es redonda como en los dibujos de Müller, y la cinta que la adhiere es mucho mas ancha. Dawes, que la había observado mucho en 1852, sin distinguirle forma peculiar, la halló hendida en 1862 y en 1864. También Lassell la desdobló en 1862. En todas las circunstancias favorables se la vé de nuevo. Así que, esa mancha, designada como punto de partida de las longitudes marciales, no es efecto de accidentes atmosféricos, sino que está fija en el suelo y gira con él.

Kaiser ha tomado como origen la mancha redonda, no ménos característica, que se vé cerca del grado 270° de longitud de nuestro mapa; y Philipps, el ángulo del continente que corta nuestro 45° grado. A mí sin embargo me ha parecido preferible conservar el origen precedente, adoptado ya por Mädler, Lockyer, Proctor, etc.

La configuración mas antiguamente conocida de la geografía de Marte es el mar vertical sombrío que se vé descender por bajo del ecuador, hácia el 70° grado de longitud, adelgazándose despues y terminando en un recodo que se dirige hácia el este en forma de canal. Mas abajo se halla otro mar que penetra en el interior de las tierras formando un ángulo. Cuando el globo de Marte se halla vuelto, en términos que nos presenta esa region casi de frente, y que nos servimos de un telescopio ordinario, ó que las condiciones de visibilidad no son las mejores, esos dos mares aparecen reunidos hácia el recodo, recordando el conjunto la forma de un *reloj de arena*. William Herschell y los astrónomos ingleses le designaban bajo este mismo nombre: *The Hour-glass sea*.

La primera observación que se conoce de esta mancha data de 28 de noviembre de 1659, y es debida al astrónomo Huygens, e. mismo que escribió despues una obra sobre la pluralidad de los mundos, su *Cosmotheoros*, y que adivinaba ya la analogía que existe entre Marte y la Tierra, — analogía que sólo ahora se prueba ya, es decir, despues de mas de dos siglos.

Hooke dibujó esa misma mancha en 1666, y lo mismo hicieron Cassini y Campani. Huygens volvió á verla de nuevo en 1672, en 1683 y en 1694, Maraldi en 1719, William Herschel en 1777, Schröeter de 1785 á 1800, Beer y Mädler en 1832, y todos los astrónomos contemporáneos han vuelto á verla muchas veces (es la misma que se vé en mi dibujo del 29 de junio de 1873). Esta mancha ofrece uno de los aspectos típicos del planeta.

Ese mar, representado bajo la forma de un reloj de arena por todos los antiguos observadores, ha servido realmente, extraña coincidencia, de verdadero reloj, ó de medida del tiempo, para determinar la duracion de la rotacion del planeta. En efecto, por medio del exámen de su marcha, de su ocultacion y de su reaparicion, es como se ha llegado á conocer la rotacion de Marte sobre su eje, y valuado su duracion. Mas bien que ningun otro punto ha servido ese, á causa de su evidencia. Por todas estas razones históricas, parece pues que la mejor designacion que puede darse á ese mar es conservarle su ya venerable nombre de *Mar del Reloj de arena*. Ninguna denominacion ha sido nunca mas legitima. El P. Secchi ha propuesto el nombre de « mar Atlántico », y Proctor el de « mar de Kaiser ». Pero, por una parte, es demasiado estrecho para merecer el nombre de Atlántico, y por otra, si hubiera él de llevar un nombre de astrónomo, deberia ser mas bien el de Huyghens, que fué quien le descubrió. Por todas estas razones, creemos natural que se le conserve definitivamente el nombre de MAR DEL RELOJ DE ARENA.

Generalmente es él mas oscuro y mas bien marcado que la mayor parte de las otras manchas. Por lo demas, las diversas manchas que están diseminadas en el disco del planeta distan mucho de tener una misma intensidad.

El mar del Reloj de arena y el OCEANO NEWTON, del cual es aquel una prolongacion, forman la configuracion geográfica mas antiguamente conocida del disco de Marte.

Se les puede asociar el MAR DE MARALDI, visto tambien por Huygens en 1659, bajo la forma de banda análoga á las de Júpiter. Hooke le dibujó en 1666 y Maraldi en 1704. Acerca de esto se lee en la *Astronomia* de Cassini: « Entre las diferentes manchas que Maraldi observó en 1704, habia una en forma de banda hácia el medio de su disco, casi como las que se ven en Júpiter; no circundaba ella todo el globo, sino que estaba interrumpida, ocupando sólo algo mas de un hemisferio. Esta banda ó lista no era uniforme en toda su extension, sino que, como á los 90° de su

extremidad occidental, hacia un recodo dirigido hácia el hemisferio septentrional : esta punta, que es bien neta, sirvió para verificar la rotacion. » Por esta cita se vé que el recodo formado por el mar de Maraldi, en el estrecho del mar de Huggins, fué observado desde 1704. El mar de Maraldi fué seguido despues por Herschell en 1783. Schröter en 1798, Arago en 1813, Mäller en 1830, Kaiser en 1862, como tambien el mar de Hooke, que los separa, y el mar de Huygens. El P. Secchi habia dado el nombre de « Marco-Polo » al mar de Maraldi; pero es evidente que este último nombre es el que le conviene por todos conceptos.

El GOLFO DE KAISER, cuya extremidad oriental forma la bahía hendida (longitud 0°), es, como el mar del Reloj de arena y los mares de Maraldi, Hooke y Huygens, una de las configuraciones geográficas de Marte mas antiguamente dibujadas. En un diseño de Huygens, de 1659, y en otro del mismo astrónomo, de 1683, se hallan vestigios de esto. William Herschell dibujó el mismo golfo en 1777 y en 1783, especialmente la herradura que forma el golfo de Arago con el de Kaiser, siendo él el primero que ha delineado bien estos detalles. Nuestro mapa presenta aqui una modificacion muy importante. En efecto, en vez de tres *estrechos* reuniendo el océano Newton con el océano Képler, y de dos islas, yo no he hallado, verdaderos y auténticos, sino tres *golfos* y dos penínsulas, y ninguna comunicacion evidente entre ambos océanos. — William Herschell, Schröter, Beer y Mädler, J. Schmidt, Kaiser, Lockyer y lord Rosse están acordes en dejar estos golfos aislados del océano Képler (V. las fig. 64, 67 y 68). Esta bahía bifurcada parece ser la *desembocadura de un gran rio*.

Al este del golfo de Kaiser, se encuentran : 1° una bahía emergente al norte del océano Képler; 2° una *Mancha* ó manga de agua que conduce desde este océano al mar de Mädler. Esta Mancha y este mar son igualmente conocidos desde hace muchísimo tiempo. La Mancha está dibujada en las vistas de los astrónomos hannoverianos en 1841, en las del P. Secchi en 1860 (V. la fig. 65), donde se le da el nombre de « istmo de Franklin », en las de Dawes en 1864, de lord Rosse en 1869, de Knobel en 1873. El mar de Mädler es visible en las figuras de Schröter en 1792, Kunowsky en 1822, Mädler en 1837, 1839 y 1841, Jacob en 1854, Secchi en 1858, Schmidt, Browning, Joynson en 1867, Gledhill en 1871 y Terby en 1873. La comparacion de estos diferentes dibujos, y sobre todo, los de M. Terby, no permite conservar el trazo inglés para toda esta region

El brazo de mar que se extiende desde el océano Képler hasta el mar de Mädler, que es tan característico, y para el cual el nombre de MANCHA es sin duda la designacion que mas propiamente le conviene, es sobre todo conocido por los dibujos del P. Secchi. El MAR DE MÄDLER parece prolongarse hácia el norte y mostrarse primero mas claro, despues mas oscuro, y echar un brazo al este, hácia otro mar mas oriental : esto es al ménos lo que resulta de las observaciones mas recientes, entre otras, las de Jacob en 1854, Secchi en 1858, Schmidt en 1867, Terby en 1871 y 1873, Knobel en 1873, Wilson en 1873, y de las mias en 1871, 1873 y 1875. La geografía de Marte no es posible trazarla á partir del 60° grado de latitud boreal. Pero á bien que podemos consolarnos, pues otro tanto podemos decir de la Tierra.

El OCÉANO KÉPLER es conocido por un gran número de observaciones, siendo las mas antiguas las de William Herschell y Schröeter, á fines del siglo anterior. Despues ha sido dibujado principalmente por Beer y Mädler, J. Schmidt, Secchi, Dawes, Lockyer, y lord Rosse. Al este se distingue una mancha redonda y oscura, que ha recibido el nombre de MAR DE LOCKYER. Este pequeño mar es muy curioso : por primera vez se le vé dibujado por Beer y Mädler en 1830, hallándosele ya en su mapa en el 270° grado de longitud y el 30° de latitud, pero aislado del océano Képler, cuyo limite oriental no traspasa el 274° grado. En 1860, se le encuentra de nuevo en los dibujos de Schmidt, de Atenas, aislado tambien. En 1862, le tomó el P. Secchi por un *cyclone*, á causa de las formas circulares que le rodean. En el mismo año, y en el mismo dia (18 de octubre) fué tambien dibujado en Inglaterra por M. Lockyer, quien le llamó « Mar Báltico ». Vésele al mismo tiempo en los dibujos de Lassell que le halló la forma de un ojo. Igual aspecto presenta en los dibujos.

En medio del océano Képler se ha visto una mancha blanca brillante, la cual pudiera ser producida por una isla montañosa cubierta de nieve.

La comparacion de los tres mapas que hemos señalado arriba, y de los numerosos dibujos que tengo á la vista, me ha determinado á trazar el estrecho sudeste del océano Newton y el estrecho sur del océano Képler. — Tal vez sería abusar de la paciencia del lector, si entrásemos en todos los detalles de la construccion de este mapa. Los principales de ellos acaban de ser bosquejados. Me limitaré pues á añadir que el mismo esmero he puesto en la delineacion de los contornos, que ninguno de estos es imaginario y que cada trazo es resultado de una minuciosa comparacion de

las vistas tomadas al telescopio. Los que no ofrecen completa seguridad están punteados.

Indudablemente quedan aún varios puntos dudosos, sobre todo, á partir del 60° grado de latitud, y principalmente al norte; pero tal cual es, ese mapa representa exactamente el estado actual de nuestros conocimientos sobre la geografia de ese mundo vecino.

El exámen de ese planisferio nos muestra desde luego que la geografia de Marte no se parece á la de la Tierra. Mientras que las *tres cuartas partes* de nuestro globo están cubiertas de agua, la distribución de los mares y de las tierras es casi igual en Marte, y aún hay *algo mas* de tierra que de agua. En vez de ser islas emergentes del seno del elemento líquido, los continentes parecen mas bien reducir los océanos á simples mares interiores, á verdaderos Mediterráneos. Allí no hay Atlántico ni Pacífico, y casi puede darse la vuelta al mundo andando en seco. Los mares están recortados en multitud de golfos que se prolongan en un gran número de brazos, los cuales se lanzan como nuestro mar Rojo atravesando la tierra firme. Tal es el primer carácter de la *areografía*.

El segundo, que bastaria tambien para dar á conocer á Marte á la mayor distancia, consiste en que, entre los dos principales océanos y los mares del norte, hay dos comunicaciones dirigidas del sur al norte (el mar del Reloj de arena y la Mancha) que son muy características. Es raro que, al observar ese globo al telescopio, deje de percibirse una ú otra, pues su posicion ecuatorial es la mas favorable á la observacion.

He creido conveniente dar los nombres de los ilustres fundadores de la astronomia moderna á los continentes y los océanos principales, inscribiendo en primer término los nombres inmortales de Copérnico, Galileo, Tycho, Képler, Newton y Laplace. En seguida se ofrecen naturalmente los nombres de los astrónomos que mas se han dedicado al estudio de Marte: Huygens, Fontana, Cassini, Hooke, Maraldi, Schröeter, Herschell, Mädler, Beer, citando primero los mas antiguos; y despues los de nuestra época: Arago, Dawes, Secchi, Kaiser, Schmidt, Webb, Lockyer, Phillips, Proctor y Terby.

Los dos grandes océanos que ocupan la region central han reci-

bido el nombre de los dos genios inmortales á quienes se debe la teoría del sistema del mundo : *Képler* y *Newton*. Los cuatro principales continentes han recibido los nombres de *Copérnico*, *Galileo*, *Huygens* y *Herschel*. Despues vienen las tierras de *Tycho*, *Laplace*, *Schroeter*, *Cassini* y *Secchi*. *Beer* y *Mädler* quedan asociados, como lo estuvieron en vida, en los mares que llevan sus nombres, etc.,¹.

Háse convenido en considerar como *mares* las manchas oscuras y como *tierras* el fondo claro. Que hay agua en ese mundo es de la mayor evidencia, puesto que se la vé en estado de hielo polar, de nievés variables, y tambien en estado de nubes flotantes en la atmósfera, comprobando ademas su presencia por medio del espectróscopo. Pero ¿es que los mares, vistos desde léjos, son mas oscuros que las tierras? Si, pues, como hemos dicho anteriormente, el agua absorbe una gran parte de la luz, y no refleja sino muy poca. Terrenos cubiertos de agua deben aparecer por consiguiente mas oscuros comparados con todas las otras tierras.

Es de advertir sin embargo que los mares de Marte no son igualmente oscuros; varios de ellos son particularmente sombríos (el mar del Reloj de arena, el golfo de Kaiser, el mar de

1. Habiendo propuesto ya el astrónomo Proctor nombres para las diversas configuraciones de Marte, yo habria querido conservarlos, y aún he hecho cuanto he podido para ello; pero no he tardado en verme en la absoluta precision de hacer muchos cambios, por la fuerza misma de las cosas : 1º porque los nombres de los fundadores de la astronomía estaban en gran parte olvidados; 2º porque es muy lógico el dar á ciertos parajes los nombres de los astrónomos á quienes se debe su conocimiento, miéntras que los nombres del mapa inglés parecen como sembrados á la ventura; 3º porque el trazo de mi mapa no es precisamente el mismo que el del anterior; 4º porque el nombre de un mismo astrónomo se halla repetido varias veces en el mapa antiguo (p. ej. *Dawes* 6 veces : *Dawes ocean*, *Dawes continent*, *Dawes sea*, *Dawes strait*, *Dawes isle*, *Dawes bay*; *Beer* 2 veces, *Lockyer* tambien, 2 veces, etc.) lo cual es inútil y puede dar lugar á confusion; y 5º en fin, como ya se ha visto, porque los dos antiguos mares del *Reloj de arena* y de la *Mancha* están tan sencilla y tan naturalmente nombrados de esta manera, que sus nombres indican al mismo tiempo su forma y aún su historia. Por consiguiente, al obrar yo así no me mueve ningun sentimiento de crítica contra las denominaciones dadas por M. Proctor; muy al contrario, he respetado sus propias designaciones cuantas veces me ha sido posible, y ademas, he creído justo dar su propio nombre á una de las configuraciones mas curiosas de la geografía marcial, propuesta ya por Terby.

Lo mas sencillo sería tal vez no dar nombre ninguno, y designar simplemente las configuraciones con las letras del alfabeto. Pero no tarda uno en convencerse de que, en este caso, toda descripción se hace difícil, confusa y fatigosa, y que es de una inmensa ventaja para el lenguaje el bautizar con un nombre cualquiera cada objeto

Lockyer, el mar de Maraldi, y una parte del de Mädler). Podría creerse que los ménos sombríos están cubiertos de islas que no distinguimos á causa de su pequeñez, y áun que, en ciertos parajes, el agua no es muy profunda, como acontece en nuestro globo, por ejemplo, en el Zuyderzée. Habiéndome sorprendido estas diferencias, he procurado explicarlas, pero sin poderlo conseguir, por medio de las variaciones de transparencia en la atmósfera de Marte: son pues reales y efectivas. Pero, por ventura, ¿no tenemos nosotros una imágen de ellas en las mismas aguas terrestres? La coloracion de las aguas del mar dista mucho de ser la misma en todas las latitudes: la diferencia es enorme en los ríos: el Marne es amarillo, el Sena verde, el Rhin casi azul¹.

Los mares de Marte están ligeramente teñidos de verde, y los continentes fuertemente matizados de amarillo naranjado.

El color del agua marcial parece pues ser el mismo que el del agua terrestre. En cuanto á las tierras, ¿por qué son rojas? Al principio se suponía que este color pudiera ser debido á la atmósfera de ese mundo guerrero. De que nuestro aire es azul, no se sigue, en efecto, que el de los demas planetas deba tener la misma coloracion. Seria posible por consiguiente suponèr que el aire de Marte es rojo. Los poetas de aquel pais celebrarían este ardiente colorido, en vez de cantar el tierno y suave azul de nuestro cielo; en vez de diamantes encendidos en la bóveda azulada, las estrellas serían allí luminares de oro ardiendo entre escarlata; las nubes blancas suspendidas en el cielo rojo, los esplendores que ofrecería el ocaso de centuplicados soles, producirían sin duda efectos no ménos notables y maravillosos que los que admiramos aquí en nuestro globo sub-lunar.

Pero nada de esto existe. La coloracion de Marte no es debida á su atmósfera, pues aunque este velo se extiende

1. Además, diríase que esos mares no son invariables; pues, desde 1830, se notan algunos cambios que parecen incontestables; por ejemplo, el golfo de Kaiser, que presentaba entónces, como á fines del siglo anterior, el aspecto de un hilo terminado por un disco, y que, desde 1862, es mucho mas ancho, y termina, no por un círculo negro aislado, sino por una baliña bifurcada. Tal vez existen en ese planeta cambios de lugar y variaciones de color en las aguas, que no existen en el nuestro.

sobre todo el planeta, ni sus mares ni sus nieves polares sufren la influencia de esa coloracion. Además, siendo los bordes del planeta ménos coloreados que el centro del disco, muestran que esa coloracion no es debida á la atmósfera; pues, en este caso, los rayos reflejados por los bordes del planeta, teniendo que atravesar para llegar á nosotros mas aire que los que nos vienen del centro, serian al contrario mas rojos que éstos.

Este color característico de Marte, visible á la simple vista, y que sin duda es la causa de la personificacion guerrera con que los antiguos galardonaron al planeta, ¿seria acaso debido al reflejo de la yerba y demas vegetales que deben cubrir sus campos? ¿Existirán tal vez alli praderas rojas, selvas rojas, campos rojos? Nuestros bosques, con sus sombras apacibles y silenciosas ¿se hallarian alli reemplazados por árboles adornados de rubicundo follaje, y nuestras amapolas escarlata serian el emblema de la botánica marcial? Con efecto, es de notar que un observador colocado en la Luna, ó aún en Vénus, veria nuestros continentes fuertemente matizados de un color verde. Pero en otoño notaria que este color se iba desvaneciendo, y modificándose bajo las latitudes en que los árboles pierden sus hojas; veria los campos cambiar de color hasta el amarillo de oro, y despues cubiertos de nieve meses enteros. En Marte, la coloracion roja parece ser constante, y exceptuando las nieves, subsiste ella bajo todas sus latitudes, lo mismo en invierno que en verano; sólo varia segun la transparencia de su atmósfera y de la nuestra. No impide esto sin embargo que la vegetacion marcial deba ser la causa principal de ese colorido general. De lo contrario, seria preciso suponer que, por un milagro constante de esterilizacion, los terrenos permanecerian por todas partes áridos y enteramente desnudos. Pero, como *no es el interior* del suelo lo que vemos, sino *su superficie*, nos hallamos inducidos á creer que la vestidura de esa superficie, sea cual fuere, tiene por color dominante el rojo, puesto que todas las tierras de Marte ofrecen este curioso aspecto ¹.

1. Poco tiempo despues de haber presentado á la Academia de Ciencias nuestras observaciones sobre Marte, en 1873, nuestro sabio amigo el Dr. Hooper opuso á la

También hemos visto que la meteorología marcial es una muy semejante reproducción de la del planeta que habitamos. Con efecto, en Marte, como en la Tierra, el Sol es el agente supremo del movimiento y de la vida, determinando allí su acción resultados análogos á los que aquí vemos. El calor evapora el agua de los mares, que se eleva así á las altas regiones de la atmósfera. Este vapor de agua adquiere una forma visible por el mismo procedimiento que da origen á nuestras nubes, es decir, por diferencias de temperatura y de saturación. También los vientos toman su origen de estas mismas diferencias de temperatura. Podemos muy bien seguir con la vista la senda de las nubes impelidas por las corrientes aéreas sobre los mares y los continentes, y numerosas observaciones han fotografiado ya por decirlo así estas variaciones meteóricas¹. Si aún no se vé precisa-

explicación que precede acerca del color de Marte la objeción de que no es posible que sea él producido por los vegetales, porque no varía con las estaciones; siendo mucho más probable que sea simplemente el color del suelo.

¿Del suelo? Pues entónces aquel suelo ¿estará desnudo? ¿El sol, las lluvias, el aire, le habrían dejado estéril al traves de los siglos?... El Dr. Hoefér, que es un ardiente partidario de la doctrina de la pluralidad de los mundos habitados, no puede admitir esa esterilidad tan contraria á todos los efectos conocidos de las fuerzas de la Naturaleza. Preciso será que haya *algo* sobre aquellos terrenos, aunque no sea más que musgo.

La objeción de la invariabilidad del color durante todo el año marcial no es fundamental, y basta sólo ver las cosas á cierta altura para reconocer su insuficiencia. ¿Por qué suponer á la Naturaleza obligada á producir en Marte vegetales de la misma especie que los nuestros? Las condiciones de los medios envolventes, de temperatura, de densidad y de pesantez se oponen á ello: luego la diferencia que forzosamente existe entre la vegetación marcial y la vegetación terrestre puede muy bien hacerse extensiva á las variaciones del color. Pero aún hay más: aquí, en la Tierra misma, responde la Naturaleza á esa objeción, mostrándonos el ejemplo de varias especies vegetales que no cambian. En los países meridionales, el olivo, el naranjo, el limonero, están tan verdes en invierno como en verano. En el norte, el abeto, el tejo, el ciprés, el boj, el acebo, la yedra, el rosago, etc., conservan su verdor en medio de las nieves. Y aún en nuestras mismas latitudes, la yerba de los prados y mil especies vegetales no varían jamás. ¿Cómo pues habrá de desecharse una explicación tan sencilla y tan natural, cuando en nuestro globo tenemos los mismos ejemplos, y cuando las diferencias de las condiciones de la vida no es posible que hayan desarrollado en aquel planeta la misma vegetación que aquí?

Por lo demás, esa vegetación desconocida es más bien amarillenta que rojiza. Por medio de comparaciones especiales hechas en el verano de 1875, he comprobado yo que el color dominante de ese planeta no es tan rojo como se cree generalmente, sino sólo de un amarillo-naranja, como el gas del alumbrado. Apenas es más intenso que el color de nuestros trigos y demás cereales.

1. Yo por mi parte he seguido muchas veces las nubes de Marte arrebatadas por el viento sobre sus continentes y sus mares. Citarémos también una observación de

mente *llover* sobre los campos de Marte, por lo ménos se adivina la lluvia, puesto que las nubes se disuelven y se renuevan. Si tampoco se vé *nevar*, se adivina tambien la nevada, puesto que, como sucede en nuestro globo, el solsticio de invierno va allí acompañado de nieves y hielos. Así pues, allí como aquí existe una circulacion atmosférica, y la gota de agua que el Sol arrebató al mar vuelve á caer en él desprendida de la nube que la retenia. Pero hay mas aún : bien que debamos ser muy precavidos, y mantenernos sólidamente en guardia contra toda tendencia á crear mundos imaginarios á imágen y semejanza del nuestro, este de que tratamos sin embargo nos presenta, como en un espejo, tan notable similitud orgánica, que no puede uno ménos de detenerse algo mas en su descripcion.

En efecto, la existencia de los continentes y de los mares nos muestra que este planeta ha sufrido, como el nuestro, sacudimientos geológicos interiores que han dado origen á varios hundimientos ó depresiones y levantamientos de terrenos. Ha habido allí terremotos, temblores y erupciones, que han modificado la corteza primitivamente lisa de aquel globo. Por consiguiente, hay en él montañas y valles, mesetas, cuencas, barrancos, rocas escarpadas, derrumbaderos, precipicios, todo lo que en este género hay en la Tierra. ¿Cómo vuelven al mar las aguas pluviales? Por los veneros y las fuentes, por los arroyos, las riberas y los rios. La gota de agua caída de las nubes atraviesa como aquí los terrenos permeables, se desliza sobre los terrenos impermeables, reaparece á la luz en el manantial cristalino, murmura en el arroyuelo, corre en la ribera, y desciende majestuosamente por el rio hasta desembocar en el piélagó. Así que, es difícil dejar de ver en Marte escenas análogas á las que constituyen

Lockyer, quien, el 3 de octubre de 1862, á eso de las 10 de la noche, observó que una parte del continente, que debía ser visible, se hallaba cubierta de un largo velo blanco, que se extendió en seguida sobre el océano inmediato. Aquella misma noche, despues de las doce, observó tambien Dawes este reguero de nubes, que á la sazón ocupaba un sitio mas lejano hácia el sur. Durante la oposicion de 1873, notó yo varias veces que, de un dia al otro, á la misma hora marcial y en las mismas condiciones ópticas, el aspecto del planeta cambiaba de un modo singular; en términos que el 22 de junio, á las 9 de la noche, un rastro nebuloso considerable, que se extendia hácia el ecuador, le daba cierto aire de semejanza con Júpiter

nuestros paisajes terrestres : arroyos que corren despeñados en su lecho de guijarros dorados por el sol; riberas cruzando las llanuras ó cayendo en cataratas al fondo de los valles; ríos descendiendo lentamente hácia el mar sobre finisima arena al traves de vastas campiñas. Las playas máritimas reciben, allí como aquí, el tributo de canales acuáticos; y aquellos mares están, unas veces en calma, como el cristal de un espejo, otras agitados por la tempestad; pero nunca mecidos por el movimiento periódico del flujo y reflujó, porque allí no hay Luna que le produzca. Al ménos, las mareas causadas por la atracción del Sol son allí apenas perceptibles.

Así pues, hé ahí en la inmensidad del espacio, á algunos millones de leguas de aquí una tierra bastante parecida á la nuestra, donde todos los elementos de la vida se hallan reunidos lo mismo que se hallan entre nosotros : agua, aire, calor, luz, vientos, nubes, lluvias, arroyos, fuentes, valles, montañas. Para completar la semejanza, recordemos que las estaciones tienen allí casi la misma intensidad que en la Tierra, y que la duracion del dia sólo es un poco mas larga (40 minutos) que la nuestra. Es pues aquella una morada que difiere poco de la que nosotros habitamos. Tiempo es ya de deducir de todos estos datos las conclusiones definitivas y relativas al estado probable de la vida en ese mundo vecino.

CAPITULO VI

LOS HABITANTES DE MARTE. — CONDICIONES DE LA VIDA EN ESTE GLOBO. — PESANTEZ. — LEYES DE LA NATURALEZA Y FORMAS DE LOS SERES. — UNA ESTANCIA EN ESTE PLANETA. — EL CIELO Y LA TIERRA VISTOS DESDE MARTE.

Hallándose compuestos los seres vivos, vegetales, y animales, de los materiales constitutivos del planeta, y siendo organizados segun la intensidad de las fuerzas que están en acción en el medio en que habitan, el conocimiento de los elementos y de las fuerzas que se manifiestan en Marte podría tal vez darnos alguna luz sobre un principio de solución para el gran problema de la habitabilidad.

Los estudios de la biología positiva y de la estadística moderna demuestran científicamente que el cuerpo humano es un producto del planeta terrestre: su peso, su estatura, la densidad de sus tejidos, el peso y el volumen de su esqueleto, la duración de la vida, los períodos de trabajo y de sueño, la cantidad de aire que respira y de alimento que se asimila, todas sus funciones orgánicas, aún aquellas que parecen más arbitrarias, y hasta las épocas máximas de los nacimientos, de los casamientos y de las defunciones, en una palabra, *todos los elementos de la máquina humana están organizados por el planeta*. La capacidad de nuestros pulmones y la forma de nuestro pecho, la naturaleza de

nuestra alimentacion y la longitud del tubo digestivo, la marcha y la fuerza de las piernas, la vision y la construccion de los ojos, el pensamiento y el desarrollo del cerebro, etc., etc., todos los detalles de nuestro organismo, todas las funciones de nuestro sér, están en correlacion íntima, absoluta, permanente, con el mundo en medio del cual vivimos. La construccion anatómica de nuestro cuerpo es lo mismo que la de los animales que nos preceden en la escala de la creacion. Estamos constituidos como lo estamos, porque los cuadrúpedos mamíferos están á su vez contruidos de la manera que lo están; y así se siguen todas las especies animales, como los anillos de una misma cadena; y descendiendo de anillo en anillo, venimos á encontrarnos con los primeros organismos rudimentarios, que son mas visiblemente aún, pero no más, producto de las fuerzas que les han dado origen.

Una vez recordada esta verdad, vemos que la forma humana terrestre nada tiene de arbitrario, que es resultante del estado del planeta, y que por lo tanto difiere ella en cada mundo, segun las condiciones orgánicas tan desemejantes de uno á otro planeta.

Apliquemos esta análisis al estudio de la vida en Marte. Ya lo hemos dicho, este planeta es, de todos los mundos del sistema solar, el que mas se asemeja al nuestro : por consiguiente, las manifestaciones de la vida en su superficie no deben ser enteramente extrañas á las de la vida terrestre. La tan notable analogía que liga á ese mundo con el nuestro debe de haber determinado en él ciertas evoluciones orgánicas compartidas como aquí entre dos órdenes generales : la vegetacion y la animalidad. Ahora bien, vemos que los vegetales, sacando su sustancia principalmente del aire, tienen una densidad inferior á la del agua; miéntras que los animales, compuestos de sustancias en las cuales entra el agua por la mayor parte, tienen una densidad média algo superior á la del agua.

Todo esto en Marte es mas ligero que en la Tierra. La densidad média de los materiales que componen aquel planeta es inferior á la de los materiales constitutivos de nuestro

globo, siendo de 71 por 100. De esta masa y del volúmen de Marte resulta, por otra parte, que el peso de los cuerpos es extremadamente ligero en su superficie. Así que, estando representada la intensidad de la pesantez por 100 en la superficie de la Tierra, en la superficie de Marte no es sino de 37: es *la mas débil* que pueda hallarse en todos los *planetas* del sistema; resultando de aquí que 1 kilogramo terrestre trasportado allí no pesaria sino 374 gramos. Un hombre del peso de 70 kilógr. trasladado á Marte, sólo pesaria 26 kilógr. No se cansaria mas en andar 50 kilómetros que andando 20 en la Tierra; y el esfuerzo muscular cuyo ejercicio ha hecho inventar los juegos de saltacion á los estudiantes en recreo, sería capaz de hacerlos saltar, no ya sobre las espaldas de sus camaradas, sino sobre los tejados y sobre las cimas de los árboles.

Los animales y las plantas deben ser allí de mas elevada talla que aquí, aunque el planeta sea mas pequeño; pues no es el volúmen de un globo el que regula las dimensiones de los séres que viven en su superficie, sino la intensidad de la pesantez relativamente á las condiciones de la vitalidad y de los medios. Así, por ejemplo, hombres que fueran dos veces mas altos que nosotros tendrian bastante dificultad para andar aquí, y aún se romperian inevitablemente las piernas á causa de la intensidad de la atraccion terrestre. Necesitarian cuatro piernas para asegurarse una completa estabilidad. Los cuadrúpedos, en efecto, pueden exceder esas proporciones. Los únicos que andan en dos piés, los monos antropomorfos, son de una talla inferior á la nuestra; y es probable que el hombre no haya llegado á adquirir su estatura natural sino despues de muchos siglos de ejercicio y de desarrollo. (Esta talla decrece hoy en los países mas civilizados, á causa de la vida complicada, agitada y estragada de las grandes poblaciones sobre todo, de la insuficiencia del aire respiratorio y puro, etc., y del consiguiente acrecentamiento del sistema nervioso á expensas del sistema muscular.) En el agua, pueden alcanzar los animales dimensiones mas considerables, por razon de su escasa gravedad específica en aquel medio. El reino vegetal nos presenta ciertas especies

de árboles que se elevan á gigantescas alturas, á causa de su inmovilidad. Así que, la talla de los seres se halla íntima y necesariamente determinada por la intensidad de la pesantez.

Por consiguiente, es probable que las cosas se hallen establecidas en mayor escala en la superficie de Marte, y que las plantas y los animales sean allí mucho mas elevados que aquí. No quiere decir esto, sin embargo, que los humanos tengan allí precisamente nuestra forma y sean verdaderos gigantes. Remontándonos á la formación de la serie zoológica, se puede augurar que la pesantez habrá ejercido una influencia de otro género en la sucesion de las especies. Mientras que aquí la grande mayoría de las razas animales ha quedado como clavada á la superficie del suelo por la atraccion terrestre, siendo sólo un corto número de ellos el que ha recibido el privilegio de las alas y del vuelo, es muy probable que, á causa de la particular disposicion de las cosas en aquel planeta, la serie zoológica marcial se ha desarrollado con preferencia por la sucesion de las especies aladas. La conclusion natural de esto será que las especies animales superiores están allí dotadas de alas. En nuestra esfera sub-lunar, el águila y el condor son los soberanos del mundo aéreo; pero allá, las grandes razas vertebradas, y la misma raza humana, que es la resultante de ellas y su última expresion, gozan del muy envidiable privilegio de la locomocion aérea. Este hecho es tanto mas probable, cuanto que, á la debilidad de la pesantez, se agrega aún la existencia de una atmósfera análoga á la nuestra, y tal vez mas densa.

En la Tierra, un cuerpo que cae de lo alto de una torre ó de una ventana recorre 4 metros y 90 centímetros en el primer segundo de su caída. En Marte, el mismo cuerpo, ménos fuertemente atraído, no cae sino con una velocidad casi tres veces menor, ó sea, á razon de 1 metro y 87 centímetros en la misma unidad de tiempo. Las diversas tentativas hechas para elevarse en el aire valiéndose de alas construidas con este objeto, no han tenido éxito en nuestro planeta, ni es posible que le tengan, porque la pesantez nos hace caer 4 metros y 90 centímetros en un segundo, y el movimiento de las alas apoyadas en el aire no puede elevarnos esa misma medida



de altura en igual espacio de tiempo. Pero tal estado es *natural* en Marte ¹.

Estas hipótesis, que apenas podrán parecer conjeturales á ciertos espíritus tímidos, se apoyan sin embargo en una argumentación que no carece de razonable fundamento. La débil intensidad de la atracción de Marte permite á los vegetales elevarse á una altura mucho mayor que la que alcanzan los vegetales terrestres; guardando todas las demas cosas igual proporción. Lo mismo acontece con los animales que andan por el suelo. Esta misma causa ha debido determinar una predilección por las formas aéreas, y las razas animales mas importantes han debido constituirse, desarrollarse, sucederse y establecerse definitivamente en la vida atmosférica. La selección natural no ha podido ménos de ayudar aún á la afirmación vital de este reino aéreo.

Todo cuanto acabamos de exponer sólo debe entenderse bajo el punto de vista del organismo vital considerado *en sí mismo*, y no bajo el punto de vista de las formas exteriores. No suponemos aquí que haya en Marte álamos, abetos, encinas; ni tampoco perros, ni gatos, ni elefantes, ni hombres formados de una cabeza igual á la nuestra, sostenida por un busto ó tronco instalado sobre dos piernas, etc., y todo esto

1. La caída de los cuerpos se verifica con un movimiento uniformemente acelerado. En el primer cuarto de segundo, no es sino de 327 milímetros; en el segundo cuarto, es de 654; en el tercero, de 1308; y en el cuarto, de 2616 milímetros; total, 4 metros y 90 centímetros. Si fuera posible dar cuatro aleteos por segundo, bastaría elevarse 33 centímetros en cada aleteo para poderse sostener cerniéndose en el aire. Ahora bien, como la fuerza de un caballo sólo puede elevar el peso de un hombre de 75 kilogramos 1 metro en un segundo, y la fuerza del hombre es, á lo mas, la quinta parte de la del caballo, es claro que la fuerza del hombre no podrá elevar su propio peso, en 1 segundo, sino una quinta parte de metro, es decir, 20 centímetros; en un cuarto de segundo, no le elevaria sino 5 centímetros. Luego el hombre no puede volar sobre nuestro planeta por su propia fuerza muscular.

En Marte, siendo la intensidad de la pesantez casi tres veces menor, en vez de 33 centímetros, bastaría elevarse 12 centímetros por cada aleteo de un cuarto de segundo para poderse sostener en el aire, cerniéndose. Pues bien, el mismo esfuerzo muscular que nos elevaria aquí á 5 centímetros nos conduciria allí á 13 centímetros de altura, lo que bastaria ya para vencer la pesantez. Pero, por otra parte, un peso de 75 kilogramos no es sino de 28 kilogramos en la superficie de Marte. Luego si suponemos á los humanos que habitan en aquel planeta una fuerza muscular igual á la nuestra, y un peso proporcionalmente reducido á la intensidad de la pesantez, deduciríamos de esto que les sería tan fácil volar como á nosotros andar, y que pueden sostenerse en el aire por medio de una construcción anatómica semejante á la de los grandes voladores de nuestra atmósfera.

acompañado de un par de alas á la manera de los ángeles de Miguel-Angel ó de los diablos de Callot. Grandemente se equivocaría quien, apoyándose en los ensayos de anatomía *comparada* que preceden, llevara el antropomorfismo hasta ese extremo. No, en cuanto á la forma, nada podemos decir ni pensar siquiera, pues depende de la direccion primordial que hayan tomado las primeras células orgánicas en la época de la aparicion de la vida sobre la superficie del planeta; y es probable que las formas de la vida difieren esencialmente en cada uno de los mundos existentes. No hablamos pues aquí sino del conjunto, y exponiendo lo que la enorme diferencia de pesantez ha debido determinar en las manifestaciones de esta vida, sean ellas cuales fueren, por lo demas.

De todos modos, nótese bien que nuestra organizacion humana terrestre ha sido fabricada, arreglada y determinada por el planeta que habitamos : que somos la resultante matemática de las fuerzas en accion sobre la superficie de este globo. Esta nueva verdad de la analogía científica moderna es la que nos autoriza á ensayar investigaciones tales como las que preceden, las cuales, en otros tiempos, habrian parecido puramente novelescas. En resumen, el problema se plantea en estos términos : el hombre es la resultante de las fuerzas planetarias : dadas estas fuerzas, establecer la ecuacion y calcular esta resultante, incógnita hasta ahora para todos los mundos diferentes del nuestro.

Por consiguiente, lo que aquí nos interesa, no son ya las analogías, sino mas bien las diferencias que existen entre Marte y la Tierra, bajo el punto de vista del estado y de las formas de la vida en estos dos mundos. Todos los seres terrestres, desde el mas pequeño hasta el mas grande, se hallan en la mas íntima relacion con las condiciones orgánicas del planeta; y es tan absoluta esta relacion, que la diferencia que existe entre Marte y la Tierra basta para cerciorarnos de que los vegetales y los animales de nuestro planeta no podrian naturalizarse en aquel mundo vecino.

Es verdad que la cantidad de calor y de luz que Marte recibe del Sol no se diferencia mucho de la que recibe la Tierra, y aún tal vez la absorcion de la atmósfera haga la tempora-

tura média de Marte idéntica á la de nuestro globo. No hay pues, bajo este concepto, una divergencia esencial que pueda señalarse entre los dos mundos; pero en cambio, la larga duracion del año-marcial nos la ofrece muy real y positiva. Ahora bien, es una circunstancia digna de atencion en este órden de ideas, la de que la constitucion orgánica del mayor número de nuestros vegetales se adapta y ajusta muy especialmente á la duracion de nuestro año. Si nuestro año se prolongara de repente, aunque sólo fuera añadiéndole un mes mas, el mundo vegetal quedaria casi desorganizado en el acto; las funciones de las plantas se hallarian enteramente trastornadas, y todo el reino vegetal sufriria una mortal influencia. El Calendario de Flora de Linneo, que resume la marcha anual de este reino, dejaria ya de corresponder á su objeto. Cada planta exige una cantidad determinada de calor y de luz para llegar á su florecencia y á su fructificacion, y un cambio semejante seria fatal á la vida de nuestras especies vegetales, que han sido formadas *por* y *para* la Tierra. La legitima conclusion de todo esto es pues que, sean cuales fueren las formas vegetales del planeta Marte, son indudablemente distintas de las nuestras.

Pero es evidente que la diferencia que ejerce la accion mas importante sobre la vida, en estos dos mundos, es la diferencia de la pesantez.

Supongamos que la pesantez terrestre se disminuya en la proporcion de su debilidad en la superficie de Marte. Esta metamórfosis teórica se notaria inmediatamente en la práctica por la inesperada ligereza de todo cuanto nos rodea y de nuestros mismos cuerpos. En vez de permanecer fijos en el sitio donde los colocáramos, los objetos serian tan leves que estarian prontos á cambiar de lugar, como vedijas de pluma, al menor movimiento. Sea para mantenernos de pié, ó para andar, nos hallariamos siempre en una especie de equilibrio inestable, semejante al que se experimenta sobre un buque movido por el balance ó vaiven y por la cabezada, y nos hallariamos oprimidos bajo la atmósfera enrarecida, como el viajero que atraviesa las mas altas montañas ó como el aeronauta que se cierne en las regiones aéreas superiores. Nuestra condicion sobre la Tierra depende, no sólo de la super-

ficie, sino tambien de toda la masa interior del globo, que nos atrae y nos fija en un suelo estable y sólido.

Un notable ejemplo de la importancia de la fuerza de gravitacion se halla en la correspondencia íntima que existe entre la expansion de la savia en las plantas y la pesantez que á ella se opone. Un cambio considerable en la intensidad de la pesantez sería inadecuado á la vida de nuestras especies vegetales: una disminucion de la pesantez apresuraria y desarrollaria desmesuradamente la exuberancia de la savia, miéntras que un aumento de ella reduciria su actividad ¹.

En cuanto á la forma de las plantas, natural es que cambiara considerablemente por la misma causa; puesto que la atraccion de la Tierra, por una parte, y por otra la luz solar, ejercen una accion opuesta en la poda de los vegetales; que su mayor ó menor intensidad da á las plantas, ya una actitud encorvada, ya una posicion vertical, ó bien las reclina en sentido horizontal sobre las aguas, y que la forma como la actitud de las plantas están ademas en correspondencia con su modo de reproduccion.

Tal es la gran verdad que consignaba ya el capitán Maury en su *Geografía física*: « Cuanto mas avanzamos, decia, en el estudio del globo, mejor comprendemos la correlacion que existe entre todas las cosas. Si hubiera habido cambios en la orientacion de los vientos, — en la posicion geográfica de los desiertos, de las mesetas de montaña y de las cordilleras, — en la proporcion de las aguas y de las tierras, ó en la distribucion de los mares, de los continentes y de las islas; — en resumen, si la superficie del globo hubiera sido diferente de lo que es, habria habido modificaciones correspondientes en la vegetacion y en el reino animal.

1. No se admira bastante la potencia y la energia de esta savia vegetal. Yo por mi parte no veo nunca sin admiracion, cada primavera, los grandes castaños que crecon bajo mis balcones metamorfosearse en el mes de marzo con una actividad sorprendente, y de meros esqueletos, desnudos, sombríos ó inmóviles, convertirse en verdaderos sotos de espeso follaje con sus enormes y multiplicadas flores trasformando radicalmente su aspecto. ¿De dónde salen esos botones, esas hojas y esas flores? La savia ardiente se eleva con entusiasmo hácia la luz, recorre 10 y aun 15 metros de ramas, inertes en apariencia, acabando por desplegarse en los aires en forma de inmensas y apiñadas hojas que ya no podrán traspasar los rayos del sol de julio. El árbol ha duplicado su superficie y es realmente un nuevo sér. Por lo general, no nos llama esto nunca la atencion, porque estamos acostumbrados á verlo; pero en realidad es esa una trasformacion sorprendente, y á la cual no consentiriamos nunca en dar crédito si habitáramos un mundo donde no tuviera ella lugar. La fuerza que proyecta la savia á tal altura es tan vigorosa, que, por ejemplo, habiendo sido medida en una rama de vid, se halló que ésta lanzaba su savia á una altura de 20 piés en un tubo de vidrio adherido al trozo de esta rama cortada.

» Tomemos por ejemplo, añadia, la linda flor llamada campánula blanca, cuando á fines de invierno aparece en los arriates de nuestros jardines. Examinemos esta flor silenciosa, y veamos lo que ella nos enseña relativamente á las altas miras que acabamos de señalar. Observarémos que principia por inclinar el tallo, para florecer, y que en seguida, despues de un intervalo de algunos dias, le vuelve á levantar de nuevo. Si interrogamos á un botánico acerca de este cambio de actitud, nos demostrará que la estructura de la campánula blanca exige que la corola esté volcada para facilitar la fecundacion de la flor, y que es menester que despues se alce para acabar la formacion de la simiente. Un geómetra á su vez nos dirá que Dios crea segun las leyes de la geometría, y que un aumento ó disminucion de las fuerzas de la pesantez habria impedido los movimientos de la flor y la produccion de su semilla. De modo que, en el momento en que fué creada esta modesta planta, el globo terrestre estaba medido del uno al otro polo, del centro á la superficie, de manera que la fibra de este frágil tallo recibió una dimension apropiada, y la energía vital de la diminuta campanilla blanca se puso en justa relacion con las poderosas fuerzas de la gravitacion universal. »

Las mismas armonias existen necesariamente en Marte entre su estado planetario y la forma, la naturaleza y las facultades de los séres que le habitan. En cuanto al espectáculo del Universo exterior, al aspecto del Cielo, poco difiere, visto desde aquel planeta ó visto desde el nuestro.

Desde aquella vecina estancia, el cielo estrellado es el mismo que centellea sobre nuestras cabezas : las mismas estrellas atraen allí las miradas y el pensamiento, las mismas constelaciones dibujan sus misteriosas figuras. Pero si las *estrellas* son las mismas, *los planetas* son allí muy diferentes.

Júpiter es magnífico para los habitantes de Marte, apareciéndoseles una vez y média mas grande de lo que nos aparece á nosotros, y sus satélites deben de percibirse á la simple vista. Tambien Saturno es muy brillante; Urano es igualmente visible, y á Neptuno han podido descubrirle ántes que nosotros. A la simple vista habrán distinguido sin duda un gran número de los planetas pequeños que gravitan entre su órbita y la de Júpiter. Tan próximo al Sol, y perdido entre sus rayos, Mercurio es allí muy difícil de distinguir. Por lo que

hace á Vénus, debe parecerles lo que Mercurio nos parece á nosotros.

Pero y á NUESTRO GLOBO, ¿cómo le ven ellos?

Siendo la órbita terrestre interior á la de Marte, la Tierra no puede ser para Marte sino una estrella nocturna, como para Mercurio y Vénus, pero en adelante, y para todos los planetas siguientes, viene á ser sólo una estrella de la mañana y de la tarde.

La mayor elongacion de la Tierra para los habitantes de Marte tiene lugar cuando ella forma un ángulo recto con el Sol, en las cercanías de su afelio, hallándose Marte en su perihelio. El ángulo que forma esta posicion es de 48° . Entónces somos para aquel planeta una estrella brillante, ofreciendo un aspecto enteramente análogo al que Vénus nos presenta á nosotros, precediendo á la aurora y siguiendo al crepúsculo; en una palabra, la Tierra es allí entónces la *estrella del pastor*.

Nuestra natural vanidad puede pues lisonjearse con la idea de que los habitantes de Marte nos contemplan por la tarde en su cielo purpurado por los últimos rayos solares; que nos admiran de léjos; que han descubierto *nuestras fases* y las de la Luna como nosotros hemos descubierto las de Vénus y las de Mercurio; y que sin duda suponen ellos ser ésta una celeste morada de paz y felicidad... Es posible que hasta nos erijan allí altares!

¡Gran chaseo se llevarian, si pudieran vernos y estudiar-nos mas de cerca!

La figura siguiente representa nuestro pláneto visto desde Marte. Miéntras que para Mercurio y Vénus hemos debido elegir la hora de medianoche y la época de la oposicion de la Tierra, aquí no es ya nunca en mitad de la noche cuando se la vé como una estrella, sino por la tarde, despues de ponerse el Sol, ó por la mañana, á la aurora, ántes de salir al horizonte el astro del dia. Muy blanco y muy brillante, nuestro planeta rompe el primero las sombras de la tarde, siendo el primero que se enciende en el cielo silencioso. Los idiomas de Marte le habrán bautizado con nombres etimológicamente análogos al que nosotros hemos dado á

Vénus; pues nuestro planeta es el confidente de sus amores, de sus dichas y de sus desdichas, con tanta mas razon, cuanto



FIG. 69. — La Tierra, estrella de la tarde, vista desde Marte.

que su cielo no les ofrece una Luna que pueda como la nuestra compartir con ella estas funciones.

Vista desde Marte en la época de su mayor fase iluminada,

la Tierra parece casi tan brillante como Vénus lo es para nosotros; las miradas hacen allí esfuerzos para poder distinguir nuestro satélite, que no es otra cosa que un puntito pálido que gira entre los resplandores de la estrella-Tierra: pero es preciso que la noche acabe para verle.

Hé aquí pues, en resumen, el cuadro de los conocimientos que se han atesorado acerca de ese mundo :

ESTADO PARTICULAR DEL MUNDO DE MARTE.

Duración del año.....	Un año y 322 días.
Duración del día.....	24 horas 39 minutos y 35 segundos.
Número de días de Marte en su año.....	668.
Estaciones.....	Algo mas marcadas que las nuestras y dos veces mas largas.
Climas.....	Tres zonas geográficas como aquí.
Atmósfera.....	Análoga á la nuestra.
Temperatura média.....	Poco diferente de la nuestra.
Densidad de los materiales....	Mas ligera que aquí = 0,692.
Pesantez.....	Casi tres veces mas débil que aquí = 0,374.
Dimensiones del planeta.....	Mas pequeño que la Tierra. Diámetro = 0,540 = 6850 kilómetros.
Vuelta al mundo de Marte....	5 375 leguas.
Geografía.....	Continentes cortados por Mediterráneos. Mas tierras que mares.
Meteorología.....	Análoga á la de la atmósfera terrestre.
Vida.....	Probablemente difiere poco de la nuestra. Habitantes sin duda mas ligeros, mas ágiles, y de mayor longevidad.
Diámetro del Sol.....	Algo mas pequeño que desde aquí = 21'.
Diámetro máxim. de la Tierra.	Brillante estrella de la tarde, algo mas pequeña de lo que nos parece Vénus. Disco de 58".

Tal es la fisiología general de este planeta vecino. La atmósfera que le rodea, las aguas que le riegan y le fertilizan, los rayos solares que le dan calor y luz, los vientos que le recorren del uno al otro polo, las estaciones que le trasforman, son otros tantos elementos propios para procurarle un sistema de vida análogo al que se disfruta en nuestro planeta. La debilidad de la pesantez en su superficie ha debido modificar particularmente este sistema de vida, apropiándole á su condicion especial. Así pues el globo de Marte no debe ya

presentarse de hoy mas á nuestra vista como un enorme pedrusco que gira por el espacio sujeto en la honda de la atraccion solar, como una masa inerte, estéril é inanimada; sino que debemos ver en él todo *un mundo viviente*, poblado de innumerables séres que revolotean en su atmósfera, adornado de paisajes análogos á los que tanto admiramos en la naturaleza terrestre... nuevo mundo que ningun Colon pisará jamas, pero donde sin embargo habita actualmente toda una raza humana que allí se agita, trabaja, piensa, y medita como nosotros, sin la menor duda, sobre los grandes y misteriosos problemas de la Naturaleza.

Sean ellos como fueren, esos séres no son almas sin cuerpos, ni cuerpos sin almas, séres sobrenaturales ó extranaturales, sin relacion con los organismos que conocemos en la Tierra. Debemos ver allí vivientes más ó ménos semejantes á nosotros por la forma, pero al fin séres que obran, piensan discurren como nosotros lo hacemos aquí. Viven en sociedad, están agrupados en familias, asociados en naciones, han construido poblaciones y cultivan las ciencias y las artes. Sin duda los sentidos de la vista y del oido no ofrecen allí diferencias esenciales; y si nos fuera posible pasar alguna vez cerca de sus moradas, tal vez nos detendriamos sorprendidos de su arquitectura, ó enajenados por el eco de armonías melodiosas que nos recordaran las inspiraciones musicales de nuestros grandes maestros. En medio de las variedades inherentes á las diversidades planetarias y de las seculares metamórfosis de los mundos, debemos ver la misma antorcha vital encendida en todas las tierras.

La contemplacion de esos otros mundos produce en nosotros una impresion que ofrece cierta relacion con la que resulta de la contemplacion de las ciudades de otras épocas. Esos mundos están lejanos de nosotros *en el espacio*, como esas ciudades están lejanas de nosotros *en el tiempo*; y aunque los unos y las otras puedan parecernos extraños, aunque Marte ó Vénus estén separados de nosotros como Tébas, Mémfis ó Ninive, nos sentimos sin embargo asociados á esos pueblos lejanos por una secreta y grata simpatia...

Un dia de otoño, en una de esas tardes apacibles y tibias

que parecen ser la última sonrisa de la bella estación que va á extinguirse, contemplaba yo en Roma, desde la cumbre de las ruinas del Coliseo, los monumentos de la ciudad cristiana escalonados sobre las colinas, y las ruinas de la antigua capital del mundo esparcidas en la llanura campestre. Siempre es un espectáculo conmovedor el que á la vista ofrece aquel Coliseo gigantesco, aquel Forum, aquellos arcos de triunfo, aquellas columnas, aquellos palacios, aquellas *thermas*, aquellos circos, aquellos anfiteatros, inundados en otros tiempos por el flujo y reflujo de una población agitada, bulliciosa, afanada y diligente, desiertos hoy, arruinados, silenciosos, carcomidos por la lepra de la yedra, aislados en medio de terrenos abandonados y convertidos en campos, en pasturajes ó en baldíos. Aquel extraño panorama, voluptuosamente alumbrado por el cielo apacible de Italia, le contemplaba yo pensando en los tiempos pasados, y me imaginaba ver la Roma de los Césares en aquellos años de prosperidad y de lujo en que sus menores caprichos eran los oráculos del mundo : elocuentes oradores litigaban en aquel Forum; una apiñada muchedumbre se precipitaba por aquellas vías; las armaduras, los escudos, los broqueles y los cascos resplandecían al sol; circulaban las carrozas conduciendo héroes aclamados bajo los arcos triunfales; y por entre aquellos sotos cubiertos hoy de mármoles color de rosa, veíanse correr, festivas y alegres, las reinas de la moda y del placer.

¡Oh esplendores desvanecidos de una gloria que se creía inmortal! De todas esas antiguas grandezas, no queda ya sino polvo, habiendo desaparecido hasta los nombres y los recuerdos. El mismo sol alumbraba aquellas colinas, aquel valle, aquel Tiber, aquel Forum, como los alumbraba en otro tiempo; pero en vez de palpar en fuegos rutilantes sobre el movimiento y la vida, sus rayos se deslizan hoy como miradas melancólicas al través de las ruinas de los matorrales y del silencio de la muerte.

Sentada á mi lado, apoyando el codo sobre uno de los peldaños del terrado superior del colosal anfiteatro, mi bella y graciosa compañera dejaba divagar sus brillantes ojos á la

lójos por el campo romano, en la actitud de contemplacion pensativa que la domina cuando se cierne conmigo en la barquilla del celeste aerostático. Nuestras miradas se encontraban con frecuencia; no necesitábamos palabras para sentir que nuestras impresiones y nuestros pensamientos, ante aquellas ruinas del mundo antiguo, vibraban al unísono, como los latidos de nuestros corazones.

« ¡Sí! me dijo ella, rompiendo la primera el silencio, hé aquí sin embargo lo que queda de la mas refulgente gloria que jamas ha brillado en la Tierra! ¡hé aquí lo que se atreven aún hoy á decorar con el título de Ciudad eterna! ¡*Ciudad Eterna!* el viajero que pase por aquí á su vez dentro de quince ó veinte siglos buscará las ruinas de San Pedro y del Vaticano, como nosotros buscamos ahora las de los templos de los antiguos dioses del Olimpo; y en siglos posteriores se buscará el sitio donde Roma reinó, como hoy se buscan los de Troya y de Babilonia.

» — Naciones, patrias! respondi yo; creencias, religiones, templos, palacios, todo pasa! y la Tierra misma, y los cielos... Pero la vida, la juventud, el amor, no pasan jamas...

» La vida, la juventud, el amor, — continué — brillan en todos los mundos y esparcen sus flores en el Universo entero. Miétras que los tronos vacilan, que los altares se derrumban, que los volcanes vomitan sus entrañas de fuego, que los continentes se desfondan y que planetas enteros caen y se hunden en la noche infinita, el fuego de una eterna juventud circula siempre en la Naturaleza! Miétras que dure la humanidad terrestre, la mujer de treinta años mantendrá al mundo bajo el encanto de su completa belleza; miétras que haya astros en el infinito, el amor brillará en cada uno de ellos, mas deslumbrante y mas ardiente que ellos mismos. Hé aquí pues lo que siempre vivirá, ¡ siempre!

» Este fuego divino brilla en Marte, brilla en Vénus, brilla en Saturno; la Naturaleza misma es su perpetua vestal, y esta es la sola llama que no deberá extinguirse nunca. Vida universal, vida inmensa, vida prodigiosa: sus esfluvios inflaman todas las esferas. El espectáculo de Roma parecia disponer nuestras almas poco ha á la melancolía, mostrándonos las

ruinas invadiéndolo todo lentamente; hasta nos parecía, al oír las letanias de esa procesion de monjes que acaba de arrodillarse ante estas estaciones de calvario diseminadas entre las ruinas, que sus oraciones, al elevarse hácia el cielo, nos descubrian allí falanges de muertos : reyes, papas, pontífices, vírgenes, religiosos, mártires, confesores, colocados allá arriba, en órden, é inmóviles por toda la eternidad... Pero, por otro giro dado al razonamiento, giro sin embargo debido á la contemplacion de este mismo espectáculo, llegamos, por el contrario, á reconocer en esas regiones de la eternidad : *la vida en vez de la muerte*, — la actividad en vez de la catalepsia, — las variadas impresiones de la existencia humana, en vez de los reinos paradisiacos ó infernales de espectros y sombras petrificadas en sus sudarios.

» ¡Si! todo lo que aquí vive, vive tambien en otra parte, bajo mil formas variadas, en las inagotables expansiones del organismo universal...

» En esos mundos, como en el nuestro, hay ciudades asentadas en todas las escalas del poderío y de la gloria; allí, como aquí, hay su Roma, su Paris, su Lóndres, altares y tronos, templos y palacios, riquezas y miserias, esplendores y ruinas. Y tal vez desde lo alto de los vestigios seculares de alguna antigua capital, hay en este momento en el planeta Marte una pareja de enamorados contemplando los testimonios de la grandeza y de la decadencia de los imperios, y pensando que, al traves de todas las metamórfosis del tiempo y del espacio, la VIDA eternamente jóven domina en el universo, reinando para siempre en todos los mundos y esparciendo una juventud sin fin por los rayos de oro de todos los soles del Infinito! »

CAPITULO VII

LOS PLANETAS MENORES QUE GRAVITAN ENTRE MARTE Y JUPITER

Antes de llegar al mundo gigantesco de Júpiter, debemos aún hacer alto algunos instantes, detenidos en la muy interesante república de los planetas menores.

Esos pequeños cantones celestes ascienden al guarismo de algunos centenares, comprendidos todos entre la órbita de Marte y la de Júpiter. La zona en la cual se mueven es muy ancha, pues nada ménos de 70 millones de leguas hay entre el perihelio del pequeño planeta que se acerca mas al Sol (Flora) y el afelio del que mas se aleja (Silvia). Nótese pues que se trata de una inmensa extension, que casi iguala al doble de la distancia de la Tierra al Sol. Para formarnos una idea exacta de la posicion de sus órbitas, examinemos el cuadro siguiente :

	DISTANCIAS DEL SOL		DURACION DE LAS REVOLUCIONES.
	siendo la Tierra 1	en leguas.	
La Tierra	1,000	37 000 000	365 días, ó 1 año.
Marte	1,524	56 350 000	687 — 1 año y 11 meses.
Flora	2,201	81 400 000	1 193 — 3 años y 3 meses.
En medio de la zona	2,841	105 100 000	1 783 — 4 años y 11 meses.
Silvia	3,482	128 800 000	2 373 — 6 años y 6 meses.
Júpiter	5,203	192 500 000	4 332 — 11 años y 10 meses

En esta inmensa zona, han sido ya descubiertos 169 planetas pequeños, y no pasa año sin que los astrónomos, siem-

pre en vigía á orillas del Océano de los cielos, señalen otros nuevos, ya buscándolos expresamente, ya sin buscarlos, que es lo que de ordinario sucede, y construyendo mapas de estrellas vecinas de la eclíptica. Miétras que se van anotando las estrellas fijas que deben formar el gran mapa celeste, nótese un astro que no se hallaba allí la vispera : se examina entónces con el mayor cuidado su posición, y se adquiere pronto la convicción de que no es fijo. Así se conoce inmediatamente que este astro no es una estrella, sino un planeta. Su aspecto no se diferencia mucho del de las estrellas, pues todos estos planetas pequeños son telescópicos, imperceptibles á la simple vista, y no presentan, por término medio, sino el brillo de una estrella de la décima magnitud. Cuando han podido hacerse tres buenas observaciones del nuevo astro, se poseen las bases necesarias para calcular su distancia y la posición de su órbita en el espacio. El resultado ha sido siempre colocar el astro entre Marte y Júpiter.

Este es el lugar oportuno para hacer notar que en esa region existía un vacío, ántes del descubrimiento de los asteróides. Képler lo habia señalado, en sus « Investigaciones sobre las *Armonías del mundo* », y despues de él Titius y Bode. Este hiato se percibirá desde luego por la comparacion siguiente.

Escribamos esta serie :

0 3 6 12 24 48 96

en la cual, á partir del 3, cada número es el doble del que le precede. Añadamos 4 á cada uno de ellos, y resultará :

4 7 10 16 28 52 100

Ahora bien, cada uno de estos guarismos representa *con corta diferencia* las distancias médias de los antiguos planetas al Sol; pues estas distancias están con la de la Tierra representada por 10 en la proporción siguiente :

Mercurio.	Vénus.	La Tierra.	Marte.	Júpiter.	Saturno.
3,9	7,2	10	15	52	95

El número 28 no estaba representado por ningun planeta.

Cuando William Herschel descubrió, en 1781, el planeta Urano, este planeta fué colocado despues de Saturno, á una distancia ré-

presentada por el número 196, que precisamente continúa la serie que precede. Esta inesperada confirmacion de la ley de Titius llamó de nuevo la atencion sobre la ausencia de planeta en el guarismo 28, y el baron de Zach, uno de los mas activos astrónomos de su tiempo, convencido mas que nadie de su existencia, calculó préviamente sus elementos, y organizó una asociacion de astrónomos que se dedicaran á buscarle. El descubrimiento no se hizo esperar mucho tiempo, pero fué de otra parte de donde él vino. El primer dia de este siglo, el 1º de enero de 1801, el astrónomo Piazzi, observando en Palermo, descubrió *por casualidad* el primero de los pequeños planetas situados entre Marte y Júpiter, es decir, Cérés, el cual se halló estar justamente á la distancia 28.

Desde aquella época se han hallado, como hemos dicho ántes, 169 planetas pequeños, ocupando una zona de 70 millones de leguas de ancho. Pero otro descubrimiento de un nuevo planeta posterior á Urano (Neptuno), vino en 1846 á desarreglar la uniformidad de esa serie; pues si la ley de Titius fuera una verdadera ley de la naturaleza, la distancia de Neptuno al Sol deberia ser de $384 + 4$, ó de 388; miéntras que sólo es de 300, es decir, de 30 veces la distancia de la Tierra. Por consiguiente, aunque la serie que hemos estampado anteriormente sea asaz curiosa, no es ella la expresion de una verdadera ley para el establecimiento de las distancias interplanetarias, y no debe representar para nosotros sino una fórmula puramente empirica.

Al descubrimiento de Cérés siguieron rápidamente los de Pálas, Juno y Vesta. Durante el período de 38 años, no se descubrió ni un solo asteróide, y el descubrimiento del quinto, que no tuvo lugar hasta el año 1845, fué tambien debido á la casualidad.

Los cuatro pequeños planetas que fueron primeramente descubiertos exceden mucho por su tamaño y por su brillo el término medio de los demas asteróides. Vesta, el mas brillante de todos ellos, llega hasta la sexta magnitud en su mayor aproximacion á la Tierra, pudiéndosele distinguir aun á la simple vista. Su diámetro es de 105 leguas. Pálas, Juno y Cérés tienen casi el mismo tamaño. Son los cuatro de mayor volúmen, y ya se vé que son mucho mas pequeños que la Luna. En el capítulo que trata de los satélites de Júpiter, se verá una figura que representa los tamaños comparados de los diferentes mundos de nuestro sistema, donde Vesta ha podido hallar un lugar modesto.

Hé aquí la lista de todos los planetas menores descubiertos entre Marte y Júpiter hasta la fecha de la publicacion de este volúmen, colocados en el orden *cronológico* de su descubrimiento, que no

Cuadro de los planetas menores situados entre Marte y Jupiter.

Nº de órden.	NOMBRES.	DISTANCIA del Sol.	DESCUBRIDORES.	FECHAS.	Nº de órden.	NOMBRES.	DISTANCIA del Sol.	DESCUBRIDORES.	FECHAS.
1	Céres.	2,77	Piazzy.	1801	53	Calipso.	2,62	Luther.	1858
2	Pálas.	2,77	Olbers.	1802	54	Alexandra ...	2,71	Goldschmidt	1858
3	Juno.	2,67	Harding.	1804	55	Pandora.	2,76	Searle.	1858
4	Vesta.	2,36	Olbers.	1807	56	Meleta.	2,60	Goldschmidt	1858
5	Astrea.	2,58	Hencke.	1815	57	Mnemosina ...	3,15	Luther.	1859
6	Hébé.	2,42	Hencke.	1817	58	Concordia ...	2,70	Luther.	1860
7	Iris.	2,39	Hind.	1817	59	Olimpia.	2,71	Chacornac.	1860
8	Flora.	2,20	Hind.	1817	60	Eco.	2,39	Ferguson.	1860
9	Métis.	2,39	Graham.	1848	61	Danée.	2,98	Goldschmidt	1860
10	Higia.	3,14	De Gasparis.	1849	62	Erato.	3,13	Forster.	1860
11	Parténope ...	2,45	De Gasparis.	1850	63	Ausonia.	2,40	De Gasparis.	1861
12	Victoria.	2,23	Hind.	1850	64	Angelina.	2,68	Tempel.	1861
13	Egeria.	2,58	De Gasparis.	1850	65	Maximiliana. .	3,43	Tempel.	1861
14	Irene.	2,59	Hind.	1851	66	Maya.	2,65	Tuttle.	1861
15	Eunomia.	2,64	De Gasparis.	1851	67	Asia.	2,42	Pogson.	1861
16	Psique.	2,92	De Gasparis.	1852	68	Leto.	2,78	Luther.	1861
17	Thétis.	2,47	Luther.	1852	69	Hesperia.	2,98	Schiaparelli.	1861
18	Melpómene ...	2,30	Hind.	1852	70	Panopea.	2,61	Goldschmidt	1861
19	Fortuna.	2,44	Hind.	1852	71	Niobe.	2,76	Luther.	1861
20	Massalia.	2,41	De Gasparis.	1852	72	Feronia.	2,67	Peters.	1861
21	Lutecia.	2,43	Goldschmidt.	1852	73	Clicia.	2,66	Tuttle.	1862
22	Caliope.	2,91	Hind.	1852	74	Galatea.	2,78	Tempel.	1862
23	Talia.	2,63	Hind.	1852	75	Euridice.	2,67	Peters.	1862
24	Témis.	3,13	De Gasparis.	1853	76	Freya.	3,41	D'Arrest.	1862
25	Focea.	2,40	Chacornac.	1853	77	Frigga.	2,67	Peters.	1862
26	Proserpina ...	2,66	Luther.	1853	78	Diana.	2,62	Luther.	1863
27	Euterpe.	2,35	Hind.	1853	79	Enrinome. . .	2,44	Watson.	1863
28	Belona.	2,78	Luther.	1854	80	Safo.	2,30	Pogson.	1864
29	Anfitrítas. . .	2,55	Marth.	1854	81	Terpsicore. .	2,85	Tempel.	1864
30	Urania.	2,37	Hind.	1854	82	Alcmena.	2,76	Luther.	1864
31	Eufrosina.	3,14	Ferguson.	1854	83	Beatriz.	2,43	De Gasparis.	1865
32	Pomona.	2,59	Goldschmidt.	1854	84	Clio.	2,36	Luther.	1865
33	Polimnia.	2,89	Chacornac.	1854	85	Io.	2,65	Peters.	1865
34	Circé.	2,69	Chacornac.	1855	86	Semelé.	3,11	Tietjen.	1866
35	Lencotea.	2,99	Luther.	1855	87	Silvia.	3,48	Pogson.	1866
36	Atalanta. . .	2,74	Goldschmidt.	1855	88	Tisbé.	2,77	Peters.	1866
37	Fides.	2,64	Luther.	1855	89	Julia.	2,55	Stéphan.	1866
38	Leda.	2,74	Chacornac.	1856	90	Antiope.	3,14	Luther.	1866
39	Leticia.	2,77	Chacornac.	1856	91	Egina.	2,59	Borrelly.	1866
40	Armonia.	2,27	Goldschmidt.	1856	92	Undina.	3,18	Peters.	1867
41	Dafné.	2,76	Goldschmidt.	1856	93	Minerva.	2,75	Watson.	1867
42	Isis.	2,44	Pogson.	1856	94	Aurora.	3,16	Watson.	1867
43	Arriadna.	2,20	Pogson.	1857	95	Aretusa.	3,08	Luther.	1867
44	Nisa.	2,42	Goldschmidt.	1857	96	Eglé.	3,05	Coggia.	1868
45	Eugenia.	2,72	Goldschmidt.	1857	97	Cloto.	2,67	Tempel.	1868
46	Hestia.	2,53	Pogson.	1857	98	Iantha.	2,69	Peters.	1868
47	Aglaé.	2,88	Luther.	1857	99	Diké.	2,80	Borrelly.	1868
48	Doris.	3,11	Goldschmidt.	1857	100	Hecate.	3,09	Watson.	1868
49	Pálas.	3,08	Goldschmidt.	1857	101	Helena.	2,58	Watson.	1868
50	Virginia.	2,65	Ferguson.	1857	102	Miriam.	2,66	Peters.	1868
51	Nemausa.	3,36	Laurent.	1858	103	Hera.	2,70	Watson.	1868
52	Europa.	3,10	Goldschmidt.	1858	104	Climena.	3,15	Watson.	1868

Continuación del cuadro de los planetas menores situados entre Marte y Júpiter.

Nº de órden.	NOMBRES.	DISTANCIA del Sol.	DESCUBRIDORES.	FECHAS	Nº de órden.	NOMBRES.	DISTANCIA del Sol.	DESCUBRIDORES.	FECHAS
105	Artemisa.	2,37	Watson.	1868	138	Tolosa	2,43	Perrotin.	1874
106	Dione.	3,16	Watson.	1868	139	.....	2,81	Watson.	1874
107	Camila	2,56	Pogson.	1868	140	Siva	2,71	Watson.	1874
108	Hecubé.	3,24	Luther.	1869	141	Lúmen	2,71	Paul Henry.	1875
109	Felicitas.	2,63	Peters.	1869	142	Polana	2,39	Palisa.	1875
110	Lidia.	2,72	Borrelly.	1870	143	Adria	2,75	Palisa.	1875
111	Até.	2,59	Peters.	1870	144	Vibilla	2,65	Peters.	1875
112	Ifigenia	2,43	Peters.	1870	145	Adeona	2,69	Peters.	1875
113	Amaltea.	2,38	Luther.	1871	146	Lucina	2,71	Borrelly.	1875
114	Cassandra	2,67	Peters.	1871	147	Protogenia	3,12	Schulhof.	1875
115	Thyra.	2,38	Watson.	1871	148	Gallia	2,78	Paul Henry.	1875
116	Sirona	2,77	Peters.	1871	149	Medusa . . . . .	.....	Perrotin.	1875
117	Lomia	2,99	Borrelly.	1871	150	.....	2,98	Watson.	1875
118	Péitho	2,43	Luther.	1872	151	Abundancia.	2,58	Palisa.	1875
119	Altea	2,58	Watson.	1872	152	Atala	3,13	Paul Henry.	1875
120	Laquésis	3,12	Borrelly.	1872	153	Hilda	3,95	Palisa.	1875
121	Hermione	3,46	Watson.	1872	154	Berta	3,22	Prosp. Henry	1875
122	Gerda.	3,22	Peters.	1872	155	.....	.....	Palisa.	1875
123	Brunhilda	2,69	Peters.	1872	156	Xantipo	3,04	Palisa.	1875
124	Alcestes.	2,63	Peters.	1872	157	Deyanira	2,59	Borrelly.	1875
125	Liberatrix	3,03	Prosp. Henry.	1872	158	Coronis	2,99	Knorre.	1876
126	Velleda.	2,44	Paul Henry.	1872	159	Emilia	3,13	Paul Henry.	1876
127	Johanna.	3,32	Prosp. Henry.	1872	160	Una	2,73	Peters.	1876
128	Nemésis.	2,75	Watson.	1872	161	.....	2,38	Watson.	1876
129	Antigona.	2,87	Peters.	1873	162	Laurentia.	3,02	Prosp. Henry	1876
130	Electro.	3,13	Peters.	1873	163	Erigone.	2,35	Perrotin.	1876
131	Vala	2,42	Peters.	1873	164	Eva. . . . .	.....	Paul Henry.	1876
132	Ethra.	2,60	Watson.	1873	165	Loreley . . . . .	.....	Peters.	1876
133	Cirene	3,06	Watson.	1873	166	Rhodope . . . . .	.....	Peters.	1876
134	Sofrosina.	2,57	Luther.	1873	167	Urda. . . . .	.....	Peters.	1876
135	Herta.	2,43	Peters.	1874	168	.....	.....	Palisa.	1876
136	Austria.	2,30	Palisa.	1874	169	Zelia.	2,35	Prosp. Henry	1876
137	Melibeia	3,05	Palisa.	1874					

4. Este planeta, descubierto en el Observatorio de París, el 43 de enero de 1875, ha recibido su nombre en memoria de nuestra obra *Lémen: Narraciones del Infinito*. Tenemos un placer en dar aquí las gracias al astrónomo que lo descubrió, por esta fina y delicada atención. — Ya ántes se nos había hecho el honor de invitarnos á bautizar el planeta 87, y de nombrar también en nuestra intención el planeta 107; y posteriormente han tenido á bien rogarnos que demos nombre igualmente á los planetas 454 y 469.

En el momento en que se imprime este pliego (1º de diciembre), quedan aún muchos planetas que todavía no han recibido sus nombres, ó que no han sido calculados.

ña de confundirse con el de sus distancias del Sol, las cuales se hallan inscritas en la tercera columna. Si se las quiere conocer en leguas, se deberán multiplicar esos guarismos por 37 millones. Así pues, la distancia de Ceres es de $37\ 000\ 000 \times 2,77$, ó sea, 202 millones de leguas.

Tal es esta singular república. Si se hubiera de juzgar por las dimensiones de los Estados, sin duda que nosotros, habitantes de la Tierra, parece como que tenemos algun derecho á mirar con desden esos mundillos microscópicos que apenas nos llegan al tobillo. Pero ¿es acaso el volúmen de los mundos el que desempeña el principal papel en la distribución de las existencias planetarias? Así como la Grecia, pequeña en territorio, grande por su genio, brilla sobre toda la antigüedad con una luz tan espléndida, que al traves de un nublado de veinticinco siglos, todavía nos ilumina, mientras que las más ó ménos vanidosas comarcas que la rodeaban se hallan para nosotros en la misma oscuridad que si no hubieran existido nunca, así tal vez un planeta tan diminuto como Vesta, y aunque sea menor que éste, puede muy bien conservar el fuego sacro de la inteligencia, y brillar en la república planetaria con un esplendor mas vivo que el de otros mundos gigantes-cos pero salvajes. ¿Qué figura hacia en la grandeza de las naciones terrestres el inmenso continente americano, hace algunos siglos, comparado con la Francia, ó áun con la sola República de Venecia? ¿Qué príncipe no preferiria reinar sobre una superficie de seis grados de latitud solamente por otros tantos de longitud en un radio que tuviera por foco á Paris, ó á Nimes, ó á Florencia, mas bien que sobre una superficie doscientas veces mas vasta que se extendiera desde San-Petersburgo al Estrecho de Behring? No nos creamos pues con derecho á borrar del gran libro de la vida esos pequeños cantones celestes, esas islas planetarias, esas Inglaterras, esas Irlandas, esas Grecias, esas Helvecias, esas Sicilias, esas Crimeas, esas Cerdeñas, esas Córcegas, esas Mallorcas y esas Menorcas del cielo, porque ellas son á la Tierra lo que las comarcas que acabamos de nombrar son á la superficie continental de nuestro propio planeta. De lo contrario, co-

rrieríamos nosotros mismos el riesgo de ser objeto de la misma exclusion y declarados fuera de causa por los habitantes de Júpiter, puesto que el volúmen de la Tierra entera no es sino la 1390ª parte del volúmen de Júpiter; siendo nuestro globo mas pequeño, comparado con ese mundo colosal, que los cuatro planetas medidos anteriormente comparados con la Tierra; pues Céres, el menor de ellos, tiene un volúmen superior á la 1300ª parte del globo terrestre.

Por consiguiente, sin que nos preocupemos demasiado de la exigüidad relativa de esas provincias, y en la ignorancia en que estamos acerca del destino de los astros y del objeto final de la existencia de las cosas, podemos inquirir sin embargo cuáles son las condiciones vitales pertenecientes á esos pequeños mundos, cuáles las analogías que los asimilan á la Tierra, cuáles las diferencias que de ella los separan.

La primera circunstancia que nos llama la atencion en este exámen, es la debilidad de la masa, ó del peso, de esos cuerpos pequeños, lo tenue de su densidad, y de la pesantez en su superficie.

Todos los pequeños planetas reunidos no forman sino una masa insensible, y no producen sino una débil perturbacion en el movimiento de Marte. Su masa total equivale, en el máximum, á la tercera parte de la masa de la Tierra; resultando de aquí que el peso de cada uno de ellos es por decirlo así insignificante. Por consiguiente su atraccion no tiene energia ninguna: los objetos no pesan casi nada en su superficie. « Un hombre colocado en uno de esos planetas, escribia sir John Herschel en sus *Outlines of Astronomy*, saltaria fácilmente á la altura de sesenta piés, y al caer, no sufriria mayor choque que si saltara á la altura de dos piés sobre la Tierra. En semejantes mundos puede haber gigantes. Los animales enormes que aquí sólo existen entre las ondas del Océano, donde pierden gran parte de su peso, podrian fácilmente vivir y correr en el suelo de esos pequeños planetas. » Pero hay mas: la atraccion que mantiene esos mundos abreviados en el estado de unidades individuales es tan débil, que un volcan del planeta Juno podria muy bien lanzar materiales sobre el planeta Cloto, pues podria imprimirles una velocidad tal, que no volvieran á ser llamados por la débil atraccion de su propia esfera, pudiendo ser dirigidos hácia la órbita de Cloto, la cual se aproxima á la de Juno sólo á la distancia de unas 260 leguas.

Así pues el primer hecho que nos choca en el estudio de esos mundos, es la extrema debilidad de la pesantez en su superficie. Sean cuales fueren los productos naturales de su suelo, la dimension de los objetos que allí crecen, como la de los seres semovientes, debe ser mas considerable que la de las plantas y la de los animales terrestres. Aquellas cosas y aquellos seres no están retenidos y sujetos por la cadena de una atraccion enérgica que los tenga adheridos al suelo; sino que todas las expansiones de las fuerzas de la Naturaleza orgánica, todos los jugos, todas las savias, todas las potencias vitales se desarrollan allí con ménos trabas y obstáculos. Si supieramos que las fuerzas orgánicas fuesen las mismas allí que aquí, podriamos deducir de este hecho, con plena certidumbre, la existencia de seres mas grandes que los de la Tierra por su talla, y al mismo tiempo mas ligeros y mas ágiles. Pero como es indudable que la energía orgánica, la fuerza vital considerada en sí misma, varia de un planeta á otro en razon de la temperatura, de la composicion química de la atmósfera y de los seres vivientes, de la presion atmosférica, de la densidad de las sustancias que entran en la composicion de los cuerpos, etc., no podemos afirmar esta superioridad de talla, sino sólo considerarla como posible, y aun como probable, en estos ensayos de « anatomía comparada interplanetaria ».

El exámen telescópico de esos mundos pequeños ha mostrado, por otra parte, que muchos de ellos no son esféricos, sino irregulares, poliédricos, forma que debe diversificar su suelo con montañas de extraño aspecto y valles fantásticos; en cuyos fondos serian terribles las caídas si no fuera tan débil la pesantez. Varios de esos pequeños cuerpos, y especialmente Pálas, Ceres, Vesta, Juno, Iris, Palés y Victoria, han presentado considerables cambios de brillo que prueban su forma poliédrica, é inducen tambien á admitir fuertes variaciones meteorológicas en sus atmósferas. Estas atmósferas no son tan extensas como se habia creído á principios de este siglo, fundándose en observaciones imperfectas; pero se ha comprobado su existencia en muchos de ellos, y particularmente en Vesta, por la análisis espectral.

La formacion de estos innumerables y diminutos mundos parece ser debida al desarreglo que la poderosa atraccion de Júpiter ha introducido en la creacion de esa zona del sistema solar, impidiendo que subsistiera un considerable anillo nebuloso y fraccionándole insensiblemente. Acaso tambien cierto número de esos astros provienen de algun planeta hecho pedazos, bien sea á impulsos de una accion interior ó exterior, — accidente que nada

tiene de imposible, y que pudiera muy bien acaecer algun dia al globo que habitamos.

Tal es la condicion astronómica de esos mundos exiguos. ¡Qué formas inimaginables no habrá revestido la vida en esas singulares estancias! En el caso de la dislocacion de uno ó de varios planetas, si algunos gérmenes de éstos han podido sobrevivir, habrán servido como punto de partida de nuevas floras y de nuevas fáunas singularmente diversas de las primitivas, sobre todo á causa de la disminucion de la intensidad de la pesantez. Las fuerzas de la Naturaleza se habrán desarrollado en proporciones completamente distintas y bajo formas enteramente nuevas. Las especies, modificándose segun las variaciones de los medios envolventes, se habrán transformado en aquellos pequeños globos que no hayan opuesto por su esterilidad un obstáculo invencible á las manifestaciones orgánicas. ¿Y qué especie de seres se habrán procreado allí? La imaginacion de los poetas terrestres no llegaria nunca á inventar la sombra siquiera de esas formas extrañas. Los dioses de la India fabulosa, con sus brazos múltiples y sus abultadas cabezas, los esfinges y las divinidades simbólicas del antiguo Egipto, las metamorfosis de la mitologia griega, no son sino pálidas creaciones de una tímida fantasia, al lado de los seres caprichosos, prodigiosos y raros que la desarticulacion y la trasposicion de las fuerzas de la Naturaleza habrán producido en esas pequeñas tierras lanzadas fuera del zodiaco por la mano colosal de un Titan desconocido.

Parécenos dudoso que *todos* los planetas menores estén habitados (por seres vivientes cualesquiera, humanos, animales, vegetales ú otros); pero creemos indudable que *muchos de ellos lo están completamente*, lo mismo que lo está el planeta donde vivimos nosotros en este momento.

De todos modos, son esos astros diminutos curiosas provincias, cuya exigüidad y modestia forman un extraño contraste con el esplendor y la importancia de los mundos á los cuales llegamos ya en este momento.

CAPÍTULO PRIMERO

LIBRO VII

EL MUNDO DE JUPITER

7

... of the ...

The ... of the ...

THE HISTORY OF THE

The ... of the ...

The ... of the ...

CAPITULO PRIMERO

ASPECTO DE JUPITER A LA SIMPLE VISTA. — CONOCIMIENTOS DE LOS ANTIGUOS SOBRE ESTE PLANETA. — SU ORBITA ALREDEDOR DEL SOL. — SU DISTANCIA. — SU VOLUMEN.

Llegamos aquí ya al mundo gigantesco de Júpiter, que se enseñoorea á la distancia de 192 500 000 leguas del Sol, es decir, á una distancia del astro del dia cinco veces mayor que la de la Tierra (V. lám. I).

Desde allí gravita ese globo colosal alrededor del Sol, recorriendo una órbita naturalmente *exterior* á la nuestra y cinco veces mas extensa, en una lenta revolucion en la cual emplea cerca de doce años para efectuarla por completo. Cuando la Tierra se halla en el mismo lado que él con respecto al Sol, vemos á Júpiter brillando en nuestro cielo á medianoche : entónces está precisamente en oposicion con la Tierra, y brilla con un esplendor superior al de las estrellas de primera magnitud. No podemos ménos de distinguirle á la simple vista, añadiendo á las constelaciones un astro que no las pertenece. Si se le observa con atencion por espacio de algunos meses, fácilmente se echará de ver que va cambiando de lugar entre las estrellas fijas, como lo hemos comprobado aún mas fácilmente con la Luna, Vénus, Mercurio y Marte, pero con un movimiento mas lento. Por eso los antiguos, desde el origen de la astronomía, le dieron el nombre de astro móvil, *πλανήτης*. Es de creer que, en el orden de los

descubrimientos antiguos, fué este el segundo planeta observado, habiendo debido precederle Vénus, á causa de su movimiento mas rápido y de su brillo mas vivo, imposible de dejar de reconocerle á la simple vista ménos atenta.

A Júpiter se le representa con el signo ♃, en el cual han creído ver algunos la primera letra barrada del nombre griego de este planeta (Ζεύς), y otros una imágen de los zic-zag del rayo. El nombre que le daban los Egipcios corresponde á la palabra *brillante*; pero tambien le llamaban Osiris. Los Griegos recordaban su brillo designándole á veces bajo el nombre de Φαίβων. La denominacion india de este planeta era *Wrihaspati*, Señor del crecimiento. En una obra recientemente descubierta en Ninive, y á la cual nos hemos referido ya ántes, Júpiter es designado, en lengua accadia (anterior á la lengua assiria) con un nombre que significa *el planeta de la eclíptica*. Por consiguiente, se habia ya notado entónces que casi coincide su órbita con la eclíptica. Desde aquella época remota, el juéves (*Jovis dies*) era ya consagrado á Júpiter. La observacion precisa mas antigua que se conoce y se conserva data del 18 Epiphi, ó 3 de setiembre, del año 240 ántes de J.-C., en cuyo dia eclipsó Júpiter la estrella δ de Cáncer.

El brillo mas constante, la marcha mas lenta, el curso mas regular de este planeta á lo largo de la eclíptica, han hecho de él, desde la mas remota antigüedad, el simbolo del jefe del Cielo. En una época en que la humanidad creía que todo era regulado por los astros, recibió éste los primeros homenajes, ocupando el primer puesto; y en union con Saturno, Marte, Vénus y Mercurio, fundó la mitología primitiva, de la cual es la mitología clásica un vestigio bien fácil aun de reconocer.

Júpiter ha conservado su rango superior entre los astros al traves de todos los siglos; y aun despues de la invencion del telescopio y de la trasformacion de las ideas humanas sobre el sistema del universo, ha permanecido él siendo siempre el primero y el mas importante de los mundos del imperio solar, pues se ha hallado que las medidas de la astronomía moderna han probado que realmente excede él, en masa y en volúmen, á todos los demas planetas.

ASPECTO DE JUPITER A LA SIMPLE VISTA.

En efecto, esa estrella que brilla como un punto luminoso en el zodiaco, y que las personas inexpertas miran y consideran como mucho mas pequeña que la Luna, esa estrellita, decimos, es un mundo inmenso, mucho mas vasto que la Tierra, á la cual excede en tamaño de tal suerte que, comparado con él, nuestro pequeño globo es como « un guisante al lado de una naranja ». Mil doscientos treinta globos tan grandes como la Tierra se necesitarian para formar el de Júpiter. Su masa no excede á la de la Tierra en la misma proporcion; pero sin embargo todavia sería menester reunir en una balanza trescientas Tierras para obtener un peso igual al de Júpiter solo. Ademas, va acompañado de cuatro mundos, cada uno de ellos mas voluminoso que nuestra Luna, siendo uno de los cuatro mayor que el planeta Mercurio.

El brillo de este hermoso planeta puede á veces compararse con el de Vénus, cuando éste otro se halla en su mayor esplendor; y como la de la blanca estrella vespertina, su luz tambien produce sombra. He citado anteriormente la experiencia que yo hice con respecto á Vénus, experiencia que ha sido por mí repetida varias veces, y áun recientemente, en el mes de junio de 1876. Una sola vez he podido comprobar la existencia de la sombra producida por Júpiter; en el mes de octubre de 1868. Era ménos acentuada que la de Vénus, que yo he medido despues. Y sin embargo, Júpiter estaba entónces en su perihelio y á su menor distancia de la Tierra, y su diámetro media mas de 50 segundos. Me hallaba á la sazón en Suiza, é iba andando por un corredor exterior, frente á una pared blanca.

Como todos los demas planetas, el globo de Júpiter no brilla sino con la luz que recibe del Sol y refleja en el espacio. Siendo su órbita exterior á la de la Tierra, y alejada á cinco veces su distancia del Sol, compréndese que su hemisferio iluminado difiere muy poco en posicion de su hemisferio vuelto hácia la Tierra. Sin embargo, una ligera fase es visible en la cuadratura.

Pero examinemos los guarismos exactos de sus elementos astronómicos.

Representando por 1,000 la distancia de la Tierra al Sol, la de Júpiter está representada por 5,203. Por consiguiente se halla él como unas 5 veces y 2 décimos mas léjos del Sol



que nosotros. Su órbita no es circular, sino elíptica; la distancia perihelia = 4,952; la distancia afelia = 5,153; lo que da :

Distancia perihelia	183 250 000 leguas.
— média	192 500 000
— afelia	201 750 000

La distancia minimum que puede existir entre Júpiter y nosotros es de unos 145 millones de leguas.

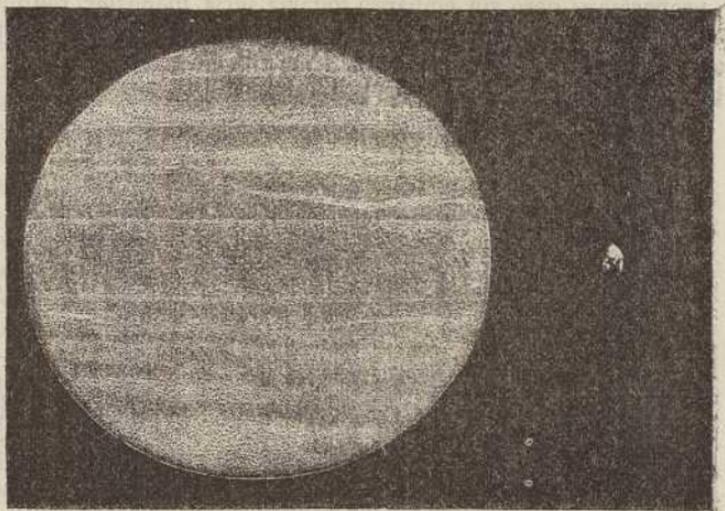


FIG. 70. — Tamaños comparados de Júpiter y de la Tierra.

La órbita de Júpiter presenta un desarrollo de mas de mil millones de leguas. El planeta va bogando alrededor del Sol con una velocidad como de 278 750 leguas por día, ó sea, 12 900 metros por segundo. Es algo ménos de la mitad de la velocidad de la Tierra. La duracion precisa de su revolucion alrededor del Sol es de 4 332 dias terrestres, ó de 11 años, 10 meses y 17 dias.

A la distancia média de Júpiter, su diámetro se eleva á 38",4. Las variaciones de distancia que resultan de su movi-

miento y del de la Tierra le hacen decrecer hasta $30''$ en su mayor alejamiento, y aumentar por otra parte hasta $46''$ en su mayor proximidad. Para formarse una idea exacta de estos tres valores, se trazarán tres círculos que midan respectivamente 30 milímetros, $38^{\text{mm}},4$ y 46 milímetros de diámetro.

Conociendo la distancia de Júpiter y su diámetro aparente, fácilmente se determina su diámetro real. Pero notemos desde luego que ese globo no es esférico, sino esferoidal, es decir, achatado en sus polos. La vista ménos experta lo reconoce al instante que vé á este planeta al telescopio. La depresion polar es de $\frac{1}{17}$. El diámetro ecuatorial es mas de 41 veces el de la Tierra, pues mide unas 35 500 leguas; el diámetro que va de un polo al otro es de 33 200 leguas. La vuelta al mundo de Júpiter, dada en el ecuador, es de 114 100 leguas. Por último, el volúmen del planeta es mas de 1 234 veces el de la Tierra. Visto á la distancia á que nos hallamos de la Luna, ese inmenso globo nos presentaria un diámetro de $21''$, ó sea, unas 40 veces mayor que el de nuestro satélite. La superficie de su disco abrazaria en la bóveda celeste como 1 600 veces la extension de la Luna llena!

Añadirémos en fin que Júpiter es unas 310 veces mas pesado que nuestro planeta. Su densidad no es sino la cuarta parte de la de la Tierra ($= 0,243$). La pesantez en la superficie es 2 veces y média mas intensa que aqui: un hombre que pese aqui 70 kilogramos, trasportado á Júpiter, pesaria alli 174 kilogramos.

CAPITULO II

MANCHAS OBSERVADAS EN JUPITER. — SU MOVIMIENTO DE ROTACION. — DURACION DEL DIA Y DE LA NOCHE EN AQUEL MUNDO. — AÑOS, ESTACIONES, MESES Y CALENDARIO.

Júpiter ofrece al observador el mas grandioso espectáculo. A pesar de su enorme distancia, es tal su prodigiosa magnitud, que se le vé bajo un ángulo visual casi el doble del de Marte. Por consiguiente, un telescopio de cierta potencia óptica nos le muestra con un disco cuatro veces mas considerable; así que ha sido él examinado y estudiado por los mas eminentes observadores, quienes han descrito sus diversos aspectos con los mas completos detalles. Su diámetro aparente, en la oposicion (cuando, á medianoche, se halla en el meridiano) es casi igual á la cuadragésima parte del de la Luna; de modo que un antejo que sólo aumente 40 veces le presenta ya con un disco igual al de la Luna llena á la simple vista.

Lo primero que llama la atencion de todo observador cuando mira y contempla á Júpiter al telescopio, es ver que este globo está surcado de bandas ó listas más ó ménos anchas, más ó ménos intensas, que se presentan principalmente hácia la región ecuatorial. Las bandas de Júpiter pueden considerarse como el carácter distintivo de este gigantesco

planeta. Desde la primera mirada telescópica que fué dado al hombre dirigir sobre ese mundo lejano, fueron ya notadas, y desde entónces, no se le ha visto privado de ellas sino en circunstancias extremadamente raras.

A veces sucede que, independientemente de esos regueros blancos y grises, que con frecuencia se hallan matizados de una coloracion amarilla y naranjada, se distinguen ciertas manchas, ya mas luminosas, ya mas oscuras que el fondo sobre el cual aparecen proyectadas, ó bien áun ciertas irregularidades, rasgones muy pronunciados en la forma de las

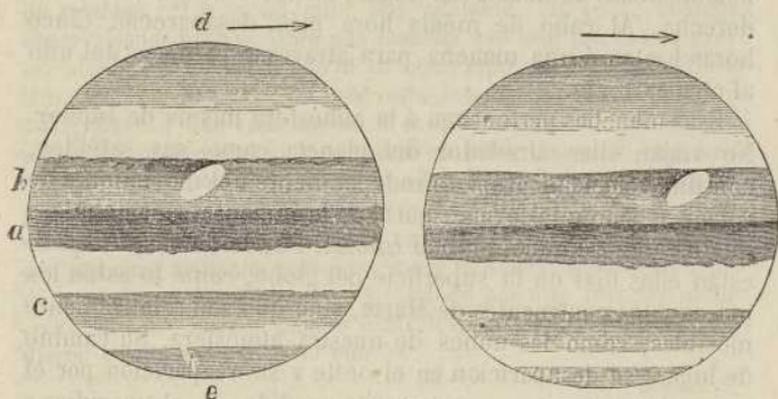


FIG. 71. — Júpiter el 30 de marzo de 1874, á las 8 y 30 m. y á las 9 y 30 m.

bandas. Si se observa entónces con atencion la posicion de estas manchas en el disco, muy pronto se notará que cambian de lugar, del este al oeste, ó de izquierda á derecha, si se mira al planeta con un telescopio que no presente en sentido inverso los objetos. Cuando estas manchas están bien marcadas, una hora de *atenta observacion* es suficiente para comprobar su cambio de sitio. Hé aquí por ejemplo dos dibujos telescópicos que hice yo el 30 de marzo de 1874, el primero á las 8 y 30 minutos de la noche, y el segundo una hora despues. En el primero, notábase desde luego una banda oscura, color de chocolate (marcada *a* en la figura), que se extendia bajo el ecuador. Una segunda banda *b*, de color amarillo claro, aparecia encima de la primera, contigua á

ésta, y terminaba al norte con una orla algo mas oscura. Un tercer reguero, de un color gris amarillo oscuro, se mostraba en *c*, y tambien estaba orlado al norte de una linea mas opaca. Los casquetes polares *d* y *e* se hallaban matizados de un ligero gris azul violáceo. Las zonas que en la figura quedan en blanco eran realmente blancas.

El lector ha notado sin duda en esas dos figuras la mancha blanca ovalada y oblicua que se veia en la banda amarilla. A las 8 y média, se hallaba esa mancha hácia el meridiano central del planeta. Una hora despues, ya estaba, como se vé, notablemente cambiada de lugar, hácia el oeste, ó hácia la derecha. Al cabo de média hora más, desapareció. Cinco horas bastan á una mancha para atravesar el disco del uno al otro extremo.

Esas manchas pertenecen á la atmósfera misma de Júpiter. No viajan ellas alrededor del planeta como sus satélites, con una velocidad propia é independiente del movimiento de rotacion, sino que forman parte de la inmensa capa nebulosa que envuelve á aquel mundo colosal. Por lo demas, tampoco están ellas fijas en la superficie del globo, como lo están los mares y los continentes de Marte, sino que son relativamente movibles, como las nubes de nuestra atmósfera. Su cambio de lugar, su desaparicion en el oeste y su reaparicion por el este, su vuelta, tan exactamente medida en el meridiano central, no dan sin embargo al observador la duracion precisa del movimiento de rotacion del planeta sobre su eje. Para determinar este movimiento, es menester hacer un gran número de observaciones, y tomar el término medio del resultado obtenido, á causa de que las nubes, empujadas por un viento del oeste (vistas desde el planeta), marchan mas aprisa que el suelo del mismo, y las que son movidas por viento del este van mas despacio, retrasando asi su marcha de rotacion relativamente á la del suelo. Por medio de estas medidas se ha observado que las manchas próximas al ecuador caminan mas de prisa que las de las otras regiones, lo mismo que sucede en el Sol. Ademas, las nubes de Júpiter están á veces animadas de un movimiento propio sumamente rápido. Algunas han sido medidas que corrian con una velo-

cidad de 100 metros por segundo, independientemente del movimiento de rotacion.

Por lo demas, hé aqui un resumen de las observaciones de estas manchas, que ofrece la ventaja de presentarnos al mismo tiempo otro resumen de las investigaciones hechas para determinar la duracion del movimiento de Júpiter rodando sobre su eje.

La primera serie de observaciones la empezó Cassini I^o, en el mes de julio de 1665. La mancha observada por este astrónomo era oscura y parecia adherida á la banda meridional; dándole para el periodo de rotacion : 9 h. y 56 min. Mas adelante, en 1672, análogas observaciones hechas sobre una mancha que este astrónomo creyó ser idéntica á la que habia él ya observado en Italia, le dieron 9 h. 55 m. y 51 s. Renovando esta interesante investigacion en 1677, llegó á una rotacion de 9 h. 55 m. y 50 s. Mas esta tan plausible conformidad se desvaneci6 en 1690. Habiendo observado ent6nces una mancha que parecia adherente á la banda meridional próxima al centro, halló 9 h. y 51 m. Este resultado, tan diferente de los primeros, fué confirmado en 1691 por la observacion de dos manchas brillantes colocadas sobre la banda oscura mas inmediata al centro hácia el norte, y tambien por una mancha oscura colocada entre las dos bandas centrales. En 1692, otras manchas dieron solamente 9 h. y 50 min.

Las diferencias considerables de estos diversos resultados habian conducido ya á suponer que las manchas son nubes flotantes en una atm6sfera agitadísima, y dotadas de un movimiento tanto mas rápido, cuanto mas cerca se hallan del centro del planeta. Por eso decia ya Fontenelle que los movimientos de esas manchas podrian compararse con el de las corrientes que soplan junto al ecuador terrestre.

En efecto, en el ecuador de Júpiter reina un viento perpetuo, una corriente atmosférica que empuja las nubes en el sentido de la rotacion del globo, y las hace avanzar con mayor rapidez que la de la rotacion média. ¿Serán estos vientos, como nuestros alisios, producidos por la combinacion de la rotacion rápida de Júpiter con el llamamiento del calor solar en el ecuador? Es posible. En cierta latitud se forma

una nube, la cual es arrastrada hácia el ecuador, sufriendo un retardo en su rotacion, retardo tanto mas considerable cuanto mas lejana del ecuador sea la latitud de donde ella procediere; en otros términos, las nubes cuyos puntos de partida estén mas próximos al ecuador parecerán moverse mas aprisa. Sin embargo, no nos apresuremos á hacer una completa asimilacion entre Júpiter y la Tierra, pues veremos ahora que el régimen general de esas manchas se asemeja de un modo singular al de las manchas del Sol.

Pero no nos anticipemos á los acontecimientos, y volvamos á las antiguas observaciones.

Durante cerca de cien años, el resultado de Cassini no fué sometido á ninguna investigacion ulterior, bien que Maraldi creyera ver de nuevo la misma mancha negra hasta en 1715.

Jacobo de Sylvabelle empezó, en Marsella, el 15 de octubre de 1773 una serie de observaciones que prosiguió por espacio de muchos meses, partiendo de un punto bien determinado; pero no dejó ningun*detalle, diciendo únicamente que halló para la rotacion una duracion de 9 h. y 56 min.

En 1778, se dedicó Willam Herschel á la atenta observacion del movimiento de una mancha sombría que habia él notado en una zona ecuatorial, y sacó por conclusion un periodo que varía entre 9 h. 54 m. 53 segundos y 9 h. 55 m. 40 s. En 1779, una mancha clara, ecuatorial tambien, le dió, unas veces 9 h. 51 m. 45 s. otras 9 h. 50 m. 48 s. Herschel explica las grandes diferencias de todas las observaciones por los movimientos propios de las manchas, y creó tambien en la existencia de vientos análogos á nuestros alisios en las regiones equinocciales del planeta.

Schroeter obtuvo en Lilienthal un resultado que se diferencia notablemente de los anteriores, en las observaciones que hizo desde octubre de 1785 hasta febrero de 1786, hallando sólo un periodo de 6 h. 56 m. 56 s. Pero continuando despues sus observaciones, volvió á obtener el periodo de Cassini. Por espacio de tres meses siguió la extremidad de una banda gris, y halló 9 h. 55 m. 17 s. Una mancha mas oscura que distinguió al mismo tiempo le dió primero 9 h. 55 m. 33 s. y despues, 9 h. 56 m. 33 s.

Posteriormente vienen las observaciones de Beer y Mädler, en 1834. Estos astrónomos se hallaron en el mismo caso que todos los que observaron ántes que ellos : las manchas cuyos movimientos siguieron no son regiones fijas, sino, segun todas las apa-

riencias, productos atmosféricos análogos á las nubes. Su tamaño proporcional, su intensidad y su estabilidad las distinguen, sin duda, esencialmente de nuestras nubes; pero el año de Júpiter, mas largo que el nuestro, la escasa variacion de las estaciones, y la mayor densidad de la atmósfera de este planeta, explican perfectamente estas diferencias, con tanta mas razon, cuanto que la enorme pesantez debe oponer un obstáculo considerable á todo movimiento atmosférico. Sin embargo, aunque las manchas no sean fijas, pueden servir para indicar aproximadamente el movimiento de rotacion. Combinando todos los aspectos observados, estos dos astrónomos reconocieron que el valor de las rotaciones así determinadas es, por término medio, de 9 h. 55 m. 26 s. $\frac{1}{2}$.

En el mismo año dedujo Airy, en Greenwich, un período de 9 h. 55 m. 24 s. Bessel hizo tambien algunas observaciones sobre los pasajes de estas manchas por el centro aparente; y halló un tiempo de rotacion bastante aproximado al anterior.

En 1866, Julio Schmidt, de Atenas, empleando diferentes valores, segun que provenian de la observacion de las manchas blancas ó de las sombrías, halló por término medio 9 h. 55 m. 46 s. En 1873, por la vuelta de una interrupcion en el lado sur de la banda ecuatorial, lord Rosse halló 9 h. 54 m. 55 s.

Durante los años 1873, 1874, 1875 y 1876, he observado yo asiduamente el mismo planeta en estos cuatro periodos sucesivos de oposicion, y en cada año he sacado unos treinta dibujos; llegando á convencerme de que es imposible explicar los movimientos de las manchas, si se supone una rotacion uniforme. Segun las irregularidades de las bandas, he hallado para la rotacion: en el ecuador, 9 h. 54 m. 30 s. y hácia el 35° de latitud, 9 h. 55 m. 45 s.; y ademas, un movimiento propio de varias manchas blancas independiente del movimiento de rotacion, unas veces mas rápido, otras ménos; lo que prueba que son nubes superiores impelidas ya por un viento del este, ya por un viento del oeste. La rotacion probable del globo es por consiguiente, en números redondos, de 9 h. 55 m.

Por medio de estas comparaciones, se puede deducir con certeza que la duracion de la rotacion de la atmósfera de Júpiter no es igual en todas las latitudes, siendo mas rápida en el ecuador que á cada lado de él. Lo mismo sucede en el Sol, cuyo periodo de rotacion es de 24 dias 22 horas 11 minutos en el ecuador, de 25 dias 17 horas 8 minutos en el 20° de latitud boreal, y de 27 dias 10 horas 41 minutos en el 60°.

Este inmenso planeta se halla pues animado de un movi-

miento de rotacion mas de dos veces mas rápido que el de la Tierra : en vez de ser de 24 horas, la duracion del dia y de la noche no cuenta alli ni 10 horas : entre salir y ponerse el sol, sólo trascurren 4 horas y 57 minutos, y en todas las épocas del año es la noche allí aún mas corta á causa de los crepúsculos. Como, por otra parte, el año es casi igual á doce de los nuestros, la rapidez de los dias hace que los habitantes de Júpiter cuenten 10 455 dias en su año.

La velocidad de este movimiento es tal, que un punto situado en el ecuador corre á razon de 12 450 metros por segundo, 26 veces mas aprisa que un punto del ecuador terrestre. Esta rapidez de rotacion es la que ha producido la depresion polar, y la que indudablemente produce tambien las bandas de Júpiter.

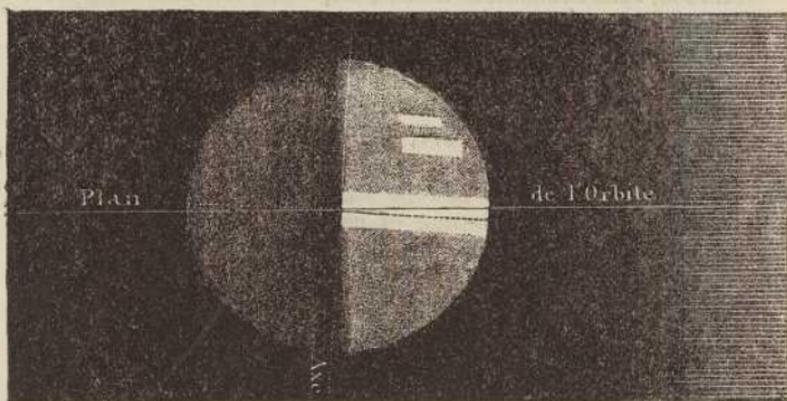


FIG. 72. — Posicion de Júpiter en un plano de su órbita.

Seguramente que el calendario que allí tienen difiere bastante del nuestro. Otra diferencia hay que añadir aún : la completa ausencia de estaciones. Júpiter, en efecto, va rodando de tal suerte que su eje de rotacion es casi perpendicular al plano en el cual se mueve él alrededor del Sol. La posicion que presenta la Tierra el dia del equinoccio, Júpiter la conserva siempre ; de manera que puede decirse que aquel mundo inmenso goza de una primavera perpetua. La inclinacion del ecuador no es allí sino de tres grados, es decir,

casi insignificante; resultando de aquí que la duracion del dia y de la noche es la misma en todo el año y bajo todas las latitudes; que el dia es constantemente igual á la noche (algo mas largo, á causa de los crepúsculos); que la temperatura permanece siempre igual á sí misma; que jamas se sufren allí los hielos y las nieves del invierno ni los tórridos calores del estío; que los climas se suceden de una manera suave, armoniosa y agradable, siguiendo una gradacion lenta y uniforme, desde el ecuador á los dos polos. En aquel mundo afortunado no hay sino una zona templada; hallándose reducida la zona tórrida á una línea de 3 grados á uno y á otro lado del ecuador, y la zona glacial á un círculo de 3 grados de radio alrededor de cada polo ¹.

A su distancia del astro radiante, aquel mundo recibe 27 veces ménos calor y luz que nosotros. El Sol aparece allí bajo un disco algo mas de 5 veces ménos extenso en *diámetro* que el que aquí nos ofrece, y con una *superficie* 27 veces mas pequeña. La intensidad del calor y de la luz solares se halla allí reducida á las 37 milésimas de la intensidad del calor y de la luz que recibe la Tierra. Un calor y una luz 27 veces mas débiles que aquí, nos parecen sin duda constituir un estado tal, que mas propiamente podria calificarse con los términos de frio y de oscuridad que con los de calor y de luz. Pero importa consignar aquí que: 1° la atmósfera de Júpiter puede concentrar el calor mejor que lo hace la nuestra; 2° que la irradiacion solar puede muy bien no ser la única causa de calefaccion de aquel planeta; y 3° sobre todo, que el estado de Júpiter no puede ser legitimamente juzgado por las sensaciones de la vida terrestre.

1. Han opinado algunos que la ausencia de estaciones en Júpiter, debida á la perpendicularidad de su eje, era una disposicion providencial para compensar su grande distancia del Sol y dotarle de una temperatura sensiblemente uniforme. Conviene guardarnos muy bien de interpretar de un modo tan cándido los espectáculos de la Naturaleza bajo el punto de vista de las causas finales humanas que atribuyamos al Criador, porque nos expondríamos á equivocarnos grandemente, como ha sucedido durante tanto tiempo, discurriendo dentro de un círculo demasiado estrecho. Sin duda que de esto resulta allí cierta compensacion; pero no nos apresuremos á dar por ello gracias á la Providencia en nombre de los habitantes de Júpiter; puesto que la ausencia de invierno habria sido mucho mas necesaria aún á los planetas mas lejanos, Saturno, Urano y Neptuno, y desgraciadamente su eje está tan inclinado como el de la Tierra, y aún mas.

Al estudiar á Vénus, hemos visto que el clima real de un planeta depende en gran parte de la naturaleza de su atmósfera. Podriase concebir una atmósfera compuesta de tal suerte que detuviera ella á su paso todos los rayos emanados del Sol, y que los aprisionara como en una trampa. Tyndall ha demostrado que una capa de aire de dos pulgadas de espesor, que se hallara saturada de vapores de éter sulfúrico, dejaría pasar casi todos los rayos caloríficos, pero detendría los treinta y cinco centésimos de la irradiación planetaria. Una capa mas espesa duplicaría esta absorción. Es pues evidente que una cubierta protectora de tal naturaleza, permitiendo la entrada é impidiendo la salida del calor, debe dar á los planetas lejanos una temperatura mas elevada de lo que pudiera creerse.

Pero, á parte de todo esto, una atmósfera no puede sino sólo conservar la cantidad de calor recibida, mas no aumentarla, y ademas, sabemos ya que no son los *gases* de la atmósfera terrestre los que desempeñan el principal papel en la conservacion del calor, sino que mas bien es el vapor de agua. Ahora bien, pudiera tal vez suceder que la acción del calor solar en Júpiter fuera capaz de producir vapor de agua en grandes proporciones. En la Tierra, este calor solar llena el aire de vapor, visible ó invisible; y en una ó en otra forma, él es el que, sobre todo durante la noche, se opone á que el calor se escape en el espacio. Pero ¿es que el sol, tan débil, del cielo de Júpiter podrá ejercer la misma acción en aquel mundo lejano? No parece probable. Sin embargo, la observación telescópica y la análisis espectral demuestran que aquella atmósfera está precisamente saturada de vapor. Por otra parte, en el estado de aquel planeta ¿se formará este vapor en las mismas condiciones que aquí? ¿tendrá él la misma forma molecular? ¿estará dotado de las mismas propiedades? ¿exigirá el mismo grado termométrico para hacerse visible ó invisible, para formar un cielo nebuloso ó un cielo trasparente?

Son estas otras tantas cuestiones, capitales bajo el punto de vista del estado de habitación de Júpiter, que nos proponemos dilucidar en los capítulos siguientes.

CAPITULO III

CAMBIOS OBSERVADOS EN JUPITER.

Notemos desde luego que ese mundo inmenso experimenta singulares metamorfosis. Las bandas tan características que le atraviesan no guardan, como se creyó durante largo tiempo, la misma forma, el mismo brillo, el mismo colorido, la misma anchura, la misma extension, sino que, por el contrario, sufren rápidas y considerables variaciones. *Por lo general*, el ecuador está marcado con una zona blanca. A uno y otro lado de esta zona blanca, hay una banda sombría, matizada de un color rojizo opaco. Mas allá de estas dos bandas sombrías austral y boreal, se ven de ordinario unos surcos paralelos, alternativamente blancos y grises. El color general aparece mas homogéneo y mas gris á medida que se acerca á los polos, y las regiones polares son ordinariamente azuladas. Este tipo general es con corta diferencia el que se ha visto en nuestra figura 72, que representa las dimensiones comparadas de Júpiter y de la Tierra.

Ahora bien, este aspecto típico varía profundamente, y tan profundamente, que á veces es imposible hallar de él el menor vestigio. En vez de su zona blanca, muéstrase el ecuador en algunas ocasiones ocupado por una banda oscura, viéndose una ó varias líneas claras en tal ó cual latitud más ó ménos lejana. Otras veces son las bandas anchas y espaciadas; otras, al contrario, son finas y próximas entre sí. Sus

bordes aparecen, ya recortados, como nubes revueltas y rasgadas, ya dibujados bajo la forma de una línea recta correctamente trazada. Se han visto manchas blancas luminosas flotando sobre sus bandas atmosféricas, y á veces puntos luminosos enteramente redondos, análogos á los satélites; y tambien se han visto regueros oscuros cruzando oblicuamente las bandas y persistentes largo tiempo. Por último, la variabilidad de ese mundo es tal, que ofrece al observador y al pensador uno de los mas nuevos y mas interesantes problemas de la astronomía planetaria.

Esas perturbaciones atmosféricas pueden sin embargo tener lugar en la inmensa cubierta aérea de Júpiter, sin que la superficie misma del planeta se halle por eso en un estado de inestabilidad correspondiente. Esta superficie, no la vemos nunca, ó rara vez, al través de los claros, que nos aparecen bastante sombríos.

Desde el año 1868, y sobre todo, desde 1872, he seguido yo con grande constancia las variaciones de aspecto de ese mundo inmenso, y he comprobado que, de todos los astros de nuestro sistema, él es el que presenta al telescopio los cambios mas considerables y mas extraordinarios, no sólo en el dibujo, sino tambien en la coloracion de su disco. Hé aquí un resumen de su estado en estos últimos tiempos.

En noviembre de 1869, por ejemplo, la zona ecuatorial, blanca é incolora desde ha tanto tiempo, apareció mas sombría que dos bandas blancas situadas al norte y al sur, y adquirió un color amarillo verdoso. Este color se oscureció más á principios del año 1870, llegando hasta el amarillo de ocre. El 5 de enero, distinguíase bajo el borde austral de la banda ecuatorial una larga elipse rojiza que producía el efecto de una línea de vapores desprendidos no léjos del ecuador.

En 1871, se mostró el ecuador ocupado por una ancha zona cuyo color era de un naranjado oscuro; las bandas sombrías situadas á una y otra parte en los dos hemisferios, tenían un matiz purpurado; entre una de ellas y la banda ecuatorial, habia una ancha zona cuya luz era de un verde aceitunado. Por último, las regiones inmediatas á los polos eran de un gris azulado, sobre todo en los mismos polos. Esta notable coloracion del disco de

Júpiter en 1870 y 1871 llamó la atención de todos los observadores.

Los estudios hechos desde diciembre de 1872 hasta abril de 1873, mostraron el ecuador ocupado por una ancha banda, color de cuero amarillo : la region central, ó enteramente ecuatorial, estaba ménos coloreada y ménos oscura que en 1870 y 1871 : con bastante frecuencia se la veia salpicada de manchas blancas. Generalmente se distinguia á cada lado una banda blanca mas allá de la cual se dibujaba otra amarilla mas oscura, y despues de ésta, otra blanca. Finalmente, mostrábanse los polos, el del sur gris-amarillo, y el del norte gris-azul.

En 1874, fueron ya los colores distintos de los de 1873. La zona ecuatorial, entre otras, habia venido á ser mas opaca y mas bronceada. El casquete polar del sur parecia amarillento, como la zona ecuatorial, miéntras que el boreal era de un gris azulado. Yo dibujé con el mayor cuidado este disco durante las noches mas hermosas, designando siempre con la letra *a* la banda mas oscura. Esta banda, matizada de un color castaño, ha sido siempre la que subraya al ecuador, es decir, la banda sur tropical. La region mas brillante ha sido siempre la zona blanca boreal que se enseorea sobre las bandas ecuatoriales. En muchas ocasiones se han presentado ciertas manchas blancas elípticas, á las cuales seguian unas *sombras*, no tan netas como ellas, sino indefinidas, y terminando por un reguero anguloso, como si esta sombra cayera, no sobre un terreno sólido, sino *al traves de una atmósfera escalonada de nubes*.

Por encima de la banda de color de castaño se extendia otra banda de un amarillo claro, que permanecié casi contigua á la primera hasta el 19 de abril, pues rara vez fué marcada la separacion. Pero, en esta última fecha, sufrió el planeta una revolucion atmosférica importante : el ecuador presentó varios regueros nebulosos irregulares, quedando despues marcado por una línea blanca muy fina. Yo reproduje (fig. 73) seis de los numerosos dibujos telescópicos que tomé durante aquel periodo, los cuales dan una imágen exacta de los cambios que tienen lugar en este vasto planeta. Bosquejé esas vistas al telescopio en los dias 8 de marzo, 17, 19, 21 y 22 de abril y 19 de mayo de 1874. En el último dibujo se vé la sombra del 4º satélite pasando por el polo norte del planeta. En el segundo se nota una de las manchas seguidas de sombras de las cuales he hablado hace poco.

En 1875, la region ecuatorial se mostró ocupada por una anchurosa banda naranjada, que cubria casi la tercera parte de la

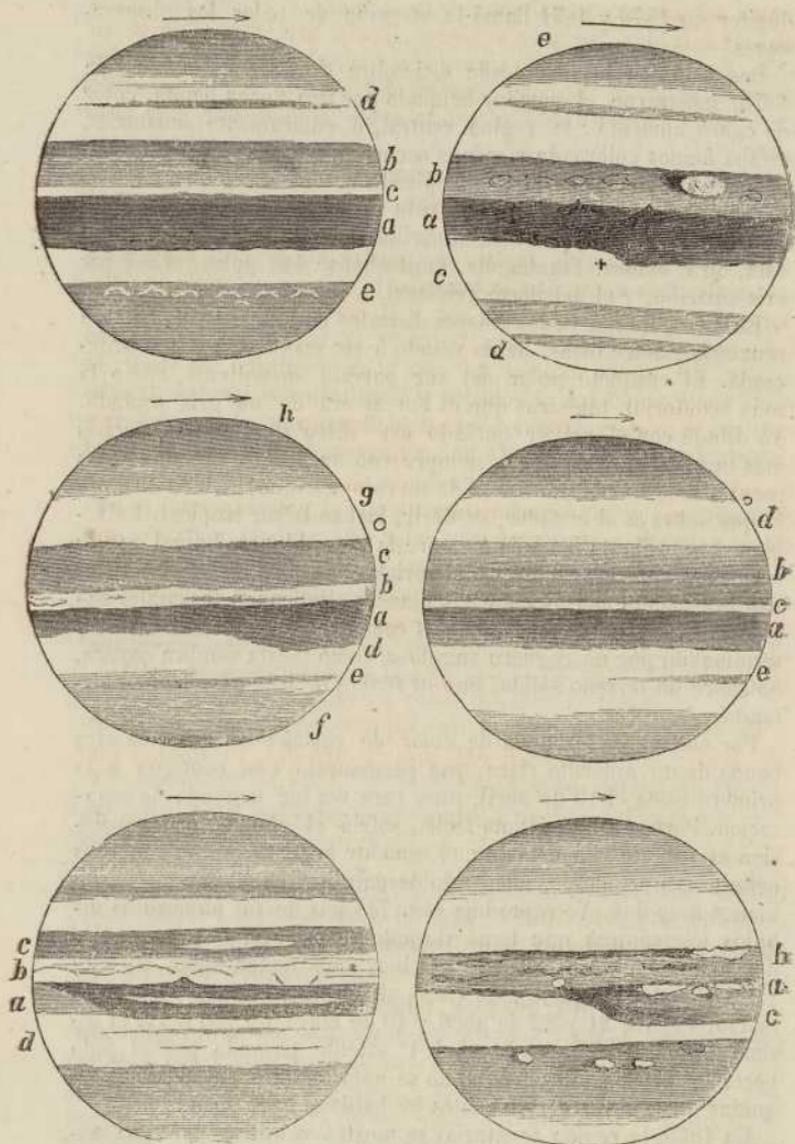


FIG. 74.—Vistas telescópicas de Júpiter tomadas en 1874.

altura del disco, y se hallaba orlada al norte y al sur por zonas blancas delgadas. No hubo entonces banda muy opaca como en 1874. En el ecuador, hubo varias veces manchas blancas seguidas de sombras grises. El color general del planeta era el amarillo claro, y no habia notable diferencia entre el polo sur y el polo norte.

Por lo general, las bandas desaparecen disolviéndose en largas manchas blancas, y un procedimiento enteramente contrario es el que las forma.

En 1876, el disco de Júpiter se mostró en general muy poco coloreado. Una ancha banda marcaba la zona ecuatorial; su orlatura, situada hácia los 20° al sur y al norte del ecuador, se hallaba formada por una línea bastante ancha, de color naranjado oscuro. La region central de esta zona ecuatorial, es decir, la parte correspondiente al ecuador y á los primeros grados de latitud, era mas clara, pero sin embargo, naranjada aún, y con frecuencia aparecia formada de líneas finas y paralelas. El resto del planeta era de un color amarillo-limon, generalmente homogéneo. Sin embargo, yo noté constantemente que el polo superior, es decir, el polo norte, presentaba un color gris azulado, miéntras que el otro permanecia amarillento, como el conjunto del planeta. Esta observacion es interesante, porque siendo casi nula la inclinacion de Júpiter, los dos polos se hallan casi en una misma condicion con respecto al Sol, y deberian ser de una perfecta semejanza. Preciso es pues que exista una diferencia real entre ambos.

De modo que el aspecto de Júpiter varia, no sólo de un año á otro, sino tambien del uno al otro dia, lo mismo que sucede á nuestra atmósfera.

Si las variaciones de formas observadas en las bandas de Júpiter son indicio de la existencia de fuerzas perturbadoras intensas en aquella atmósfera, los cambios de coloracion observados son otro indicio aún mas manifiesto. Hemos visto que la banda ecuatorial, ordinariamente blanca, y considerada, desde ha mucho tiempo, como marcando uno de los aspectos típicos del planeta, apareció durante el otoño de 1869 de un color amarillo verdoso, que se oscureció aún mas á principios del año 1870, presentando un color amarillo de ocre. Este es un cambio considerable, puesto que entonces, léjos de ser ella la mas blanca de las zonas, vino á ser, por el contrario, la mas coloreada, miéntras que las zonas

situadas al uno y al otro lado eran mas blancas. Ahora bien, como esta banda ecuatorial posee una superficie igual á la quinta parte de la superficie total del planeta, tal variacion de aspecto denota una perturbacion meteorológica considerable acaecida en Júpiter.

Un cambio de coloracion tan extenso y tan profundo no puede ménos de provenir de una causa interior muy importante, puesto que el calor solar seria incapaz de producirle. Si atribuimos el color blanco ordinario de la banda ecuatorial á la reflexion de la luz solar sobre masas de nubes, la desaparicion de esta blancura nos probará igualmente la desaparicion de esas nubes. Pero ¿ es la superficie de Júpiter la que vemos entónces? Poco probable es esto, pues seria preciso suponer que esta misma superficie sufriera á su vez variaciones de color singularmente rápidas. Parece pues que tal estado de cosas sea mas bien debido á intensos vapores que ocupan el fondo de la atmósfera. Pero ¿ de dónde vienen estos vapores? ¿ Tendrá Júpiter bastante calor propio para producirlos? En este caso, podria él mismo sufrir las variaciones que tanto nos enredan y confunden aquí.

Hay ciertos estados moleculares en los cuales, las mas débiles variaciones en las causas producen grandes cambios aparentes en los efectos. Tal es el estado en que se halla el vapor de agua esparcido de un modo invisible en nuestra atmósfera, cuando se trasforma en nubes visibles. Antes de formarse la nube, está el cielo puro, trasparente, y de un azul profundo; un instante despues se halla cubierto: un simple enfriamiento del aire ha causado esta metamórfosis. Sin embargo, no hay mas vapor de agua despues que ántes de formarse la nube: sólo las condiciones de temperatura han cambiado. En mis viajes aeronáuticos, he hallado muchas veces ménos vapor de agua en las nubes que abajo. La atmósfera de Júpiter pudiera hallarse en este estado de equilibrio inestable.

No siendo suficiente la sola accion del Sol, tan débil á la distancia de Júpiter, para producir allí las enormes cantidades de vapor que existen y las violentas perturbaciones que notamos, es por consiguiente del interior de aquel globo in-

menso de donde deben provenir las causas de sus variaciones superficiales. Debe de hallarse mas caliente en su superficie de lo que puede ponerle el Sol. Tal vez posee él volcanes y manantiales de vapor; acaso es teatro de revoluciones capaces de producir los fenómenos que observamos en su atmósfera; quizas la electricidad toma parte en esas variaciones, y tambien es posible que la atmósfera de aquel planeta se abraza á veces en medio de inmensas auroras boreales¹.

Añadirémos aqui una observacion curiosa: estas variaciones del aspecto de Júpiter parecen estar en relacion con las de las manchas del Sol, y tener tambien su máximum cada once años.

1. Júpiter despide mas luz que los suelos de la Luna, de la Tierra y de Marte: refleja mas de las tres quintas partes; Saturno mas de la mitad, Marte una cuarta parte, la Luna una quinta parte. Es mas fotogénico que la Luna: 6 segundos de postura bastan para fotografialo, y Saturno necesita 60. Sin embargo, no puede decirse que emite él una luz propia, porque la sombra de los satélites que pasan entre el Sol y él es generalmente negra, y esos satélites desaparecen á su vez cuando Júpiter los encubre privándolos de la luz solar. En 1870, tuve yo la impresion de auroras boreales en la atmósfera de aquel majestuoso planeta.

CAPITULO IV

CONSTITUCION FISICA Y QUIMICA DE LA ATMOSFERA DE JUPITER.

Las observaciones expuestas en el capítulo anterior nos inducen ya á creer que la atmósfera de Júpiter debe ser muy diferente de la nuestra. Penetremos ahora mas íntimamente si es posible en el exámen de ese mundo, empezando por su análisis química.

En sus primeras investigaciones sobre el espectro de este planeta, habia ya observado Huggins, en 1866, que en dicho espectro hay « rayas que prueban la existencia de una atmósfera absorbente. Una banda oscura, añadia él, corresponde á algunas rayas atmosféricas terrestres, é indica probablemente la presencia de vapores semejantes á los de nuestra atmósfera. Otra banda no tiene su correspondiente entre las rayas de absorcion de nuestra atmósfera, y revela la presencia de algun gas ó vapor que no existe en la atmósfera terrestre. »

Vogel ha hecho despues sobre esto un exámen mas minucioso. Sus últimas investigaciones prueban que la mayor parte de las rayas del espectro de Júpiter (y son numerosas) coinciden con las del espectro solar. Sin embargo, una diferencia digna de atencion se nota desde luego por la presencia de ciertas bandas oscuras en la porcion ménos refrangible, sobre

todo en el rojo. Las otras rayas extrañas al espectro solar coinciden con las rayas telúricas.

« Mientras que se producen bandas en las partes ménos refrangibles, dice este astrónomo, las radiaciones mas refrangibles (azules y violáceas) experimentan una absorcion uniforme. La cubierta gaseosa que rodea á Júpiter ejerce pues, sobre los rayos solares que la atraviesan, una accion análoga á la que produce nuestra atmósfera; de lo cual debemos deducir la presencia de vapor de agua en la de Júpiter. Este espectro presenta en el rojo una banda oscura cuya longitud de onda es de 618 millonésimas de milimetro. No se puede asegurar si esta banda resulta de la presencia de un cuerpo especial que no se halla en nuestra atmósfera, ó bien de ciertas mezclas de los gases en proporciones diferentes de las de nuestro aire. Es posible que la composicion de las dos atmósferas sea la misma, pero que su accion sobre los rayos solares difiera, á causa de las condiciones de temperatura y de presion.

» El espectro de las bandas sombrías se caracteriza sobre todo por una absorcion uniforme muy marcada que sufren los rayos azules y violáceos. No se ven aparecer en aquellos sitios nuevas bandas de absorcion, pero las rayas son allí mas marcadas y mas anchas que en los otros lados, lo que prueba con evidencia que *las porciones oscuras de la superficie de Júpiter son mas profundas que las porciones vecinas*. La luz solar penetra y sufre allí una alteracion mas marcada.

» La coloracion amarillenta del planeta, y particularmente, el matiz mas pronunciado de las regiones sombrías, se explican por la absorcion uniforme que aquella atmósfera ejerce sobre los rayos azules y violáceos. »

Las bandas blancas de Júpiter y sus manchas blancas representan sin duda para nosotros las nubes mas elevadas de su atmósfera. Las regiones sombrías, generalmente matizadas de un castaño oscuro, y á veces rojizo, representan, ó bien el suelo del planeta, ó capas inferiores de la atmósfera. La diferencia de nivel es ciertamente considerable entre los dos; sin embargo, yo no he logrado nunca comprobar, y ningun astrónomo ha observado tampoco jamas, que esa diferencia de nivel sea sensible cuando una mancha blanca llega al borde del disco.

Pero ¿qué son las manchitas blancas redondas que á veces se ven en las bandas oscuras? ¿Serán cirros (*cirri*) análogos á los que se forman en las altas regiones de nuestra atmósfera? O bien, indicarian ellas la accion de volcanes situados bajo la capa oscura, y lanzando verticalmente enormes chorros de vapor? Con frecuencia se los ha visto reaparecer en los mismos puntos.

El cono de sombra que se extiende detras de Júpiter, por el lado opuesto al Sol, debe de estar rodeado de una penumbra variable, procedente de la atmósfera del planeta, pues algunas veces los satélites se eclipsan instantáneamente en el momento mismo en que penetran en este cono, quedando súbitamente invisibles, para recobrar despues repentinamente tambien todo su brillo en el instante mismo en que salen del cono; miéntras que, en otras ocasiones, por el contrario, no reaparecen sino lentamente, ni recobran sino de un modo gradual su brillo. Precisamente sucede que, miéntras que escribo yo estas líneas (1° de junio de 1876, á las 9 y 30 m. de la noche), el 3^{er} satélite sale de un eclipse, y ha empleado cerca de tres minutos para recobrar su brillo acostumbrado: la progresion ha sido muy patente y singularmente lenta. Tambien recuerdo que el 30 de enero de 1874, el 4° satélite empleó 3 minutos y 30 segundos para eclipsarse, y 10 minutos enteros para recobrar su brillo completo.

Un gran número de hechos prueban esta penumbra.

El tiempo que el satélite emplea para entrar en la sombra y para salir de ella depende de la velocidad de su movimiento y de la direccion, como tambien del diámetro aparente del Sol; pero las enormes diferencias observadas indican ademas la existencia de una penumbra.

El espesor de la atmósfera se comprueba tambien por las sombras de los satélites que caen al traves de dicha atmósfera. Yo he observado que estas sombras son prolongadas, cuando no vemos á Júpiter de frente, sino oblicuamente, como si ellas se marcaran sobre una serie de nubes escalonadas en un grande espesor. Las observaciones de M. Burton, en Dublin, confirman el mismo hecho, y áun han conducido á este astrónomo á calcular el espesor atmosférico que co-

responde á estas prolongaciones; hallando que la atmósfera de Júpiter debe de contar cerca de 10000 millas inglesas de profundidad, ó sea, 16000 kilómetros, ó 4000 leguas. Esto sería mas de la décima parte del diámetro del planeta, puesto que este tiene 35000 leguas de largo, y es seguramente exagerado.

La atmósfera de Júpiter debe ser sin embargo muy profunda y muy densa. Todos los observadores han consignado el hecho de que las bandas oscuras ó brillantes se debilitan considerablemente hácia los bordes del disco. Beer y Mädler dicen, á propósito de las manchas que les sirvieron en 1834 y 1835 para medir la duracion de la rotacion :

« Las manchas de que hablamos no pudieron nunca ser seguidas en observacion hasta los bordes, porque se desvanecieron siempre 1 h. 24 m., ó 1 h. 27 m. despues de pasar ellas por el centro. Este intervalo corresponde á 52° ó 55° de longitud jovicéntrica á partir del centro. Así que, en una region del globo donde la debilitacion causada por la atmósfera no alcanzaba aún el duplo del minimum, estas manchas eran ya invisibles, lo que no puede explicarse sino admitiendo una atmósfera muy densa alrededor del planeta. »

Esta atmósfera sin embargo no excede sensiblemente la superficie *visible* para nosotros (la superficie nebulosa); pues cuando los satélites pasan por detras de Júpiter, quedan ocultos sin que se produzca ningun fenómeno de refraccion, y no suelen trascurrir semanas sin que se observen estas ocultaciones durante todos los períodos de visibilidad de Júpiter.

Las masas nebulosas que se ven sobre su disco, ¿ tendrán una profundidad comparable á su longitud y á su anchura? El espesor de las nubes terrestres sería absolutamente imperceptible, visto á la distancia de Júpiter. El ancho de su disco representa 142000 kilómetros, y sus satélites, que no son sino unos puntos en los instrumentos ordinarios, tienen todos mas de 3400 kilómetros de diámetro. Hase calculado que las bandas nebulosas de este planeta colosal deben tener mas de la vigésima parte del diámetro del mas pequeño satélite. ¡ Cuánta no debería ser la profundidad de tal atmósfera, en

la cual flotarán nubes que midieran 160 kilómetros de espesor!

Puesto que comparamos á Júpiter con la Tierra, supongamos, como base de razonamiento, que en la region superior de las capas nebulosas que observamos, la presión atmosférica sea igual á la de nuestra propia atmósfera á la altura de 10 kilómetros sobre el nivel del mar, ó como una cuarta parte de la presión al nivel del mar. En la Tierra, la presión atmosférica se duplica cuando se desciende 5600 metros; pero la pesantez, en Júpiter, excede dos veces y média á la pesantez terrestre, y por consiguiente, un descenso de 2200 metros al través de la atmósfera de Júpiter, debe duplicar allí la presión atmosférica. Ahora bien, 160 kilómetros contienen 71 veces el guarismo anterior : por consiguiente, sería menester duplicar 71 veces la presión atmosférica de la region superior para obtener la que, para un espesor de 160 kilómetros, existiría en la superficie del globo. El cálculo da un número fabuloso compuesto de veintiun guarismos, é indica una presión tan enorme, que sería capaz de hacer al aire líquido. Nuestro aire atmosférico, cuya densidad es igual á la 900^a parte de la del agua, vendría á ser igual á la densidad del agua, y probablemente líquido, si se le comprimiera 900 veces, y sería igual á la densidad del platino si se le condensara 18000 veces : en este caso, ya no sólo sería *aire líquido*, sino *aire sólido*, y tan duro como el mas denso de los metales. Pero áun estamos aquí muy distantes del guarismo indicado poco ha para la presión atmosférica sobre la superficie de Júpiter, pues la densidad del aire debería exceder allí á la del platino mas de 10000 millones de millones de veces ¹.

Una suposición semejante es completamente absurda, y no tiene otro objeto que señalar las extremas dificultades que surgen cuando nos empeñamos en establecer una semejanza entre el estado de Júpiter y el de la Tierra. Sin embargo, las bases del razonamiento no eran exageradas, puesto que se suponía : 1^o que el aire de Júpiter tiene la misma composición que el nuestro; 2^o que la presión atmosférica, en la region superior de sus capas de nubes, no es menor que la que existe á la altura mas elevada de las nuestras; y 3^o que la profundidad de su region nebulosa es de unos 160 kilómetros. Necesitamos pues reducir enormemente estas condiciones. Y sin embargo, áun suponiendo únicamente al espesor de esa cubierta la 6000^a parte del diámetro del planeta, es decir, unos 22 kilómetros, tendríamos todavía una presión de 200 á 300 atmósferas; y ciertamente que una atmósfera como la

1. Proctor, *Our place among Infinites*.

nuestra no la resistiría, y no permanecería gaseosa, á ménos de suponer una temperatura sumamente elevada.

Los razonamientos que se acaban de exponer sobre la posibilidad de la existencia de una atmósfera gaseosa de altas presiones suponen temperaturas ordinarias. Temperaturas mas altas permitirían presiones mas considerables, y por consiguiente, una densidad mucho mayor, sin licuefaccion ó solidificacion. Y al considerar los efectos de la presion sobre los materiales de un globo sólido, no se ha de suponer que la resistencia de estos materiales pudiera protegerlos á ellos mismos contra los efectos de tal compresion. Nada de eso. Así, por ejemplo, una columna de hierro de 30 metros de altura se sostiene por sí misma, sin que su peso produzca en su base ningun efecto molecular sensible. Pero si imaginamos una montaña cúbica de hierro de 30 kilómetros de altura, la presion que ella ejercería sobre su base sería tal, que esta base cesaría de ser sólida para fundirse y correr como el agua, y la montaña descendería hasta que su peso quedara reducido á los límites de la presion que puede soportar el hierro. En Júpiter, una montaña se haría plástica en su base á mucho menor altura, á causa de la superioridad de la atraccion.

Sin embargo, en medio de todas estas condiciones, el globo de Júpiter es mucho ménos denso que el globo terrestre, puesto que su densidad no es sino la cuarta parte de la de la Tierra.

Todas estas consideraciones nos prueban que, mientras que Marte, Vénus y Mercurio se asemejan más ó ménos á nuestro planeta, no sucede lo mismo con Júpiter, cuyos materiales constitutivos, estado molecular fisico y químico, fuerzas locales, electricidad, calor, se hallan en condiciones muy diferentes de las de los cuatro mundos anteriores.

Hase creído hasta ahora que la temperatura de la superficie de Júpiter es inferior á la de nuestra atmósfera, á causa de su mayor alejamiento del Sol. Pues bien, la existencia del vapor de agua que satura su atmósfera y los movimientos formidables que allí tienen lugar y que observamos nosotros desde aquí, conducen por el contrario á pensar que en Júpiter hay mas calor que en la Tierra ¹.

1. Es harto difícil representarnos las nubes de Júpiter, pues no deben parecerse á las nuestras, ni por su forma, ni por su constitucion, ni por su origen. Las zonas



Las variaciones debidas á la accion del Sol no pueden ménos de ser allí sumamente lentas. No es mas extraordinario por una region del mundo de Júpiter conservar el mismo aspecto nebuloso durante un año entero, que ver en la Tierra el mismo cielo abierto sobre nuestras cabezas durante un mes, como acontece casi todos los inviernos en los paises del Norte. Pero no sólo no puede producir la accion del Sol sino variaciones lentas, sino que tampoco pueden ellas ménos de ser muy débiles; puesto que Júpiter no tiene estaciones, y en toda la duracion de su año, la variacion relativa de temperatura procedente del astro central no excede á la que nosotros experimentamos aquí en los quince dias inmediatos al equinoccio de primavera y de otoño. ¿Cómo esta accion, tan lenta y tan débil, podria ella producir las prodigiosas variaciones atmosféricas que se observan en aquel planeta?

Pero si se supone que aquel globo emite aún cierta cantidad de calor; si este calor es suficiente para mantener una resistencia efectiva contra la fuerza formidable de la pesantez, los cambios observados admiten una explicacion fácil. Enormes cantidades de vapores deben formarse continuamente en las capas inferiores y condensarse en las regiones superiores, bien sea elevándose directamente sobre la zona en la cual tomen ellos origen, ó bien dirigiéndose al norte ó al sur, segun los movimientos generales de la atmósfera. Aunque no nos sea posible adivinar por qué la zona ecuatorial ó cualquiera otra region varía de brillo y de color, apareciendo unas veces nebulosa, otras profunda y trasparente,

blancas nos parecen realmente ser capas nebulosas que reflejan la luz solar, y las manchas sombrías aberturas al traves de esas capas de nubes. Ahora bien, podemos figurarnos que existe una vasta zona de nubes en derredor de toda la Tierra, á lo largo de un mismo círculo de latitud, bien que esté no haya sucedido jamas, y tambien podemos imaginar que existe un claro en esta zona nebulosa, en cierto paraje, donde persiste fijo por espacio de algunas semanas. Pero nos pareceria de todo punto inverosímil admitir que ese claro pudiera viajar de uno á otro sitio sin ser descompuesto y destruido, dando allí siempre y con regularidad el buen tiempo, mientras que las nubes continuarian abrumando tenazmente á los paises vecinos. Pues bien, un hecho así no es cosa rara en Júpiter, y se produjo en 1860, en cuya época permaneció inmóvil durante 100 dias jovianos un claro de 16 000 kilómetros, el cual se prolongó despues con una velocidad de 240 kilómetros por hora, justamente en la region ecuatorial, donde quedaba visible noche y dia.

ora blanca, ora gris, nos hallamos aquí en un caso que corresponde al de la interpretacion de las manchas solares. No sabemos por qué estas manchas aumentan y disminuyen durante un periodo de once años; pero esto no nos impide adoptar tal ó cual opinion sobre la condicion de la atmósfera solar que pueda conciliarse con la manera de ser de las manchas.

En resumen, el régimen meteorológico de Júpiter, tal cual le observamos desde la Tierra, conduce á la conclusion de que la atmósfera de este planeta sufre variaciones mas considerables que las que pudieran provenir sólo de la accion solar; que esta atmósfera es muy espesa; que su presion es enorme; y que la superficie del globo no parece haber llegado al estado de fijeza y de estabilidad al cual ha llegado hoy ya la Tierra. Es probable que, aunque nacido mucho ántes que ésta, aquel globo ha conservado su calor originario mucho mas largo tiempo, á causa de su volúmen y de su masa. Este calor propio que Júpiter parece poseer aún, ¿será él bastantemente elevado para impedir toda manifestacion vital, y se hallará actualmente aún aquel globo, no en estado de Sol luminoso, sino en estado de Sol oscuro y ardiente, líquido todo él, ó apenas recubierto de una primera corteza coagulada, como lo estuvo la Tierra ántes que empezara á aparecer la vida en su superficie? O bien, ¿se hallará ese planeta colosal en el estado de temperatura por el cual pasó á su vez nuestro mundo durante *el periodo primario de las épocas geológicas*, en que la vida empezaba á manifestarse bajo formas extrañas, en seres vegetales y animales de una vitalidad maravillosa, en medio de las convulsiones y de las tempestades de un mundo naciente? — Esta última conclusion es la mas razonable que podemos sacar de la discusion que precede, hecha, sin ninguna opinion prejuzgada, de las observaciones mas recientes y mas precisas á las cuales debemos los conocimientos que hoy se poseen acerca del actual estado de ese mundo inmenso.

CAPITULO V

LOS HABITANTES DE JUPITER. — LAS EPOCAS DE LA NATURALEZA. — HABITABILIDAD SUCESIVA DE LOS MUNDOS. — EL MUNDO ETERNO. — UNA ESTANCIA EN JUPITER. — EL CIELO Y LA TIERRA VISTOS DESDE AQUEL MUNDO.

Hemos expuesto y discutido sinceramente todos los datos que la astronomía de observacion nos suministra actualmente sobre el mundo de Júpiter, sin preocuparnos de poner de acuerdo esos hechos con nuestra conviccion de la existencia de la vida en los mundos distintos del nuestro, y sobre todo, sin modificar y sin disimular nada, áun en los casos en que las observaciones parecian mas bien contrarias que favorables á nuestra doctrina. Hemos procedido así por dos razones: la primera, por respeto á *los hechos*, que es preciso siempre establecer y reconocer ante todo, puesto que son vivos testimonios de la realidad, y no ocultarlos nunca ó adulterarlos, como tantas veces se ha hecho en las historias de las religiones, y áun en la de las ciencias: la segunda razon que nos ha impuesto siempre la sinceridad, independientemente del sentimiento natural que la inspira, es la plena confianza que tenemos en que la doctrina de la vida universal y eterna no tiene por qué temer absolutamente nada de todos los hechos de detalle, ni tampoco de todas las aparentes contradicciones. Muy al contrario, estas mismas con-

tradiciones sólo sirven para engrandecer nuestra doctrina y para desarrollar nuestras ideas hasta en las proporciones extra-terrestres, que nunca adivinaríamos si los planetas fueran todos idénticos al que nosotros habitamos.

Sí, con un placer infinito observo y contemplo yo de lejos, en nuestras noches transparentes y silenciosas, ese globo gigantesco de Júpiter, procurando recoger cada testimonio de movimiento y de actividad que se opera en su inmensa atmósfera. Bien que esta atmósfera se muestre sobrecargada de nubes cuyas capas se suceden despiadadas envolviendo todo el planeta en un velo impenetrable; bien que sus variaciones de aspecto y de color me invitan á considerar ese astro como dotado aún tal vez de un calor demasiado fuerte para permitir la existencia de organismos análogos á los que conocemos; pues bien! siempre mis ojos se fijan con interés en los detalles que el telescopio revela, y siempre mi alma vuela por ese rayo de luz y va á reposar sus alas sobre el globo mismo, como si pudiera ella ya habitarle y vivir allí, mecida y arrobada en el seno de las atrayentes curiosidades de un mundo nuevo, poderoso y magnífico.

Y bien! qué nos importa la hora á la cual llegará la humanidad á Júpiter? El cuadrante de los cielos es eterno, y la aguja inexorable que marca lentamente los destinos girará siempre. Nosotros somos los que decimos *ayer* ó *mañana*; para la Naturaleza siempre es *hoy*. Como somos débiles mortales, todo lo referimos á nuestra medida miserable. Así, por ejemplo, yo nací sobre este planeta en 1842, y probablemente le dejaré ántes de concluir este siglo: los sucesos que han tenido lugar en Europa durante la Revolución francesa, ó bien en los tiempos de Luis XIV, de Enrique IV, de Felipe-Augusto, de Carlomagno, de los Merovingios, de los Romanos, de Vespasiano ó de Julio César, me parecen sumergidos en la noche del pasado; y cuando mi alma vibra impelida por el sentimiento de los grandes progresos que se realizan actualmente en las ciencias, y vé marchar juntos en una misma ascension hácia la luz: el telégrafo, el vapor, la aerostacion, la fotografía del Sol y de las estrellas, la análisis química de los astros, la medida del cielo, la conquista del Infinito!...

siento á veces haber nacido demasiado temprano, y quisiera no tener hoy sino sólo veinte años,... ó diez años... ó mas bien, no haber nacido aún, y venir en el siglo próximo, que será tan maravilloso. Pero la Tierra gira sin cesar, nosotros todos envejecemos, las generaciones se suceden, se empujan, se derriban, las olas suben, suben sin cesar, y luego vuelven á caer : en cada segundo nace un niño sobre esta bola diminuta que va rodando, y en cada segundo tambien, un alma deja su cuerpo terrestre y vuelve á entrar en la vida celeste; y para cada uno de nosotros, mañana nunca es seguro. Pero, al fin de la vida, los años pasados no parecen ya tan largos, y á la manera de los árboles de una avenida que la perspectiva estrecha, así ellos se unen y se confunden uno en otro. Mas para la Naturaleza, el pasado no difiere del porvenir; los sucesos tienen siempre el mismo valor relativo, y una jornada terrestre empleada en tiempo de Rómulo ó de Heródes, tiene la misma duracion que la jornada de ahora. Mejor aún, esta jornada dura siempre, gracias á la sucesiva trasmision de la luz, y se la vé siempre, desde cierta esfera del espacio. Nosotros no vemos ninguna estrella en su estado actual, porque la luz que de ella recibimos no nos llega instantáneamente, sino que emplea cierto tiempo para atravesar el espacio que de ella nos separa. Como la luz emplea ocho minutos para venir desde el Sol á la Tierra, cuando alguna conflagracion súbita se produce en un punto de la superficie solar, no la vemos en el momento en que se produce, sino ocho minutos despues, porque la onda luminosa ha empleado todo ese tiempo para saltar hasta nosotros; lo mismo que un sonido nos llega tanto mas tiempo despues de haber sido producido, cuando mas distantes nos hallamos del punto en que se produce. Hallándose el planeta Neptuno treinta veces mas léjos de nosotros que el Sol, cuando le observamos, no le vemos nunca tal cual se halla en el momento en que lo estamos mirando, sino tal cual se hallaba en el momento en que partió la fotografia luminosa que de él nos llega, es decir, cuatro horas ántes : si algo le sucede en este momento, no lo veremos hasta dentro de cuatro horas. La distancia que nos separa de las estrellas es tan vasta, que el rayo luminoso em-

plea años enteros en atravesarla. Vemos actualmente tal estrella en su estado de diez años ha; tal otra, en su estado de ha cincuenta años; esta nos aparece tal cual era hace cien años; aquella tal cual se hallaba hace mil años. Por consiguiente, alejándose de la Tierra á la distancia en la cual la luz reflejada por nuestro planeta en el espacio emplea una hora para llegar, se reciben los sucesos terrestres con un retraso de una hora; si uno se coloca á la distancia adonde esta luz no llega sino despues de un dia, el retraso sufrido es de veinticuatro horas; mas léjos, es de un año; mas léjos aún, de diez años, de cincuenta años, de cien años, de mil años, etc. ¹.

Así pues nosotros no vemos el Universo tal cual es, ni tal cual haya sido él nunca simultáneamente en una época cualquiera; sino que le vemos *al mismo tiempo* tal cual, en sus diferentes partes, ha sido *en diferentes épocas*. Vemos nuestro sistema planetario tal cual es este año, el sistema de Sirio tal cual era hace 22 años, la estrella polar tal cual era 50 años ha, Capella tal cual era hace 72 años, Rigel tal cual era hace algunos miles de años, una nebulosa tal cual era 100000 años ha, otra id. tal cual era hace un millon de años: las diferencias de las distancias que nos separan de los astros hacen que los rayos luminosos que de ellos recibimos al mismo tiempo han partido en épocas diferentes, y nos muestran, no

1. Basta suponer una vista, espiritual ó corporal, capaz de ver á tales distancias la superficie de la Tierra, para que de ello se deduzca este hecho extraño y real, que una jornada del tiempo de Heródes podría verse aún, sin mas que alejarse á bastante distancia en el espacio; que los rayos de luz continuamente reflejados por la Tierra llevan consigo la fotografia sucesiva de todos los instantes de nuestro planeta; y que estos rayos, aunque debilitándose en razon del cuadrado de la distancia, no se destruyen jamas; de tal suerte que, para el éter infinito que atraviesan las ondas luminosas, ó para Dios, que llena el infinito, millones de esclavos son siempre visibles en Egipto, edificando las Pirámides; Semiramis se pasea siempre en su carroza por los jardines aéreos de Babilonia; los rebaños humanos de Xérxes y de Alejandro atraviesan siempre los desiertos del Asia; Numa Pompilio se pasea siempre en los bosquecillos de la ninfa Egeria; Jesus espira siempre en el suplicio del Gólgota; Carlos Martel destruye siempre á los Sarracenos; Copérnico contempla siempre el cielo desde el jardín de su presbiterio de Thorn; las hogueras de la Inquisicion están siempre encendidas en España; Napoleon está siempre en Waterloo; la primavera del año 1876, en que yo escribo estas líneas, dura y durará siempre, y cada una de nuestras existencias, lectores, está inscrita en caracteres indelebles en los rayos de la luz. (Véase nuestra obra: *Narraciones del Infinito: Lumen*, historia de un alma.)

un estado simultáneo de las diversas provincias de la creación, sino de los estados sucesivos que por casualidad vemos simultáneamente. En otros puntos del espacio, son otras épocas distintas las que se ven. En el infinito del espacio, todo lo que ha pasado se halla aún presente, y hasta los mismos astros muertos brillan siempre.

No hablemos pues ya de ayer ni de mañana. Para nuestros sucesores en la escena del mundo terrestre, nuestro siglo xix°, actual para nosotros, quedará sumergido, como el xviii°, como el xvii°, como el xvi°, como la edad média, como la antigüedad, en la noche de los tiempos pasados : nuestra vida actual toda entera no es sino una ligera arruga en la frente de una onda, perdida á su vez en las oleadas del océano de las edades. Vendrá un tiempo en que el pastor errante por las orillas del Sena buscará el sitio donde Paris brilló y fascinó al mundo con su esplendor. ¡Buscad el sitio donde brillaron Babilonia, Tébas, Mémfis, Ninive, y tantas otras capitales sepultadas hoy en el olvido y perdidas bajo el polvo de desaparecidos siglos!

¡Que Júpiter esté habitado actualmente, que lo haya estado ayer, ó que lo esté mañana, poco importa á la grande, á la eterna filosofía de la Naturaleza! La vida es el objeto de su formacion, como ha sido el objeto de la formacion de la Tierra. Esto es lo esencial. El momento, la hora, son indiferentes.

Es indudable que ese hermoso planeta pudiera estar ahora habitado por séres distintos de nosotros, que viven tal vez en el estado aéreo, en las altas regiones de su atmósfera, encima de las nieblas y de los vapores de las capas inferiores, nutriéndose con el mismo fluido aéreo, reposando sobre el viento como el águila en la tempestad, y residiendo siempre en las alturas del cielo de Júpiter. Cierto que no sería aquella una morada desagradable, bien que fuera antiterrestre (sería la morada del antiguo Júpiter Olímpico y de su graciosa córte). Pero si no queremos prescindir demasiado, en nuestra concepcion de la vida, de los andadores propios de la mansion terrestre, nada nos impide esperar á que el planeta se enfrie, como el nuestro, y goce de una atmósfera purificada que per-

mita asimilarle á la Tierra. ¿Y cuál es el mundo que estaria mas ventajosamente preparado para ser la mansion de una vida superior? Él es el globo preponderante de toda la familia solar, el mas vasto en superficie, el mas importante por su masa, el mas favorecido por la posicion de su eje, el mas armonioso en su curso, enriquecido con cuatro satélites, y reinando como un soberano en medio de las órbitas planetarias. ¡Cuán maravillosas condiciones se hallan reunidas y preparadas en aquella estancia para el desarrollo de la vida, de la inteligencia y de la dicha! ¡Oh! y ¡cuán superior á la nuestra deberá ser aquella humanidad!... ¡Bienhadadas playas de Júpiter! Vosotras no conoceréis estos tormentos y estos dolores bajo los cuales gimen aún las desdichadas comarcas de nuestra Tierra! no os veréis regadas con la sangre de los mártires tantas veces derramada aquí en nombre de tantos dioses contradictorios! no conduciréis tumultuosos ejércitos de hermanos degollándose entre si periódicamente bajo las órdenes de algunos infames potentados! no seréis manchadas con los crímenes que el hambre, la ambicion y el orgullo cometen cada dia en este suelo!... Sino que prepararais en el cielo los Estados Unidos de una república inmensa, bendecida por el Criador, flotando pacífica en el éter luminoso, bañada en la tibia temperatura de una eterna primavera, sin inviernos ni estíos, engrandeciéndose lentamente en el seno de la paz y de la armonia, y marchando hácia un estado de perfeccion que jamas podrá alcanzar nuestro imperfecto, misero y diminuto planeta!

A los habitantes de Júpiter hemos de considerarlos sin preocuparnos de su época; que hayan ellos nacido ántes que nosotros, que sean contemporáneos nuestros, ó que nazcan despues de nuestra muerte, es una cuestion de interes secundario. Examinemos pues el mundo de Júpiter como estancia de habitacion, sin ocuparnos de la fecha á la cual se aplican nuestras consideraciones, y hablemos de presente, puesto que, para la Naturaleza, solo el presente existe.

Hagamos notar desde luego que esos séres son mas pesados que nosotros; pues la atraccion de aquel globo es mas que doble de la del nuestro : la caida de los cuerpos es allí

de 12 metros en el primer segundo (en vez de $4^m,90$); 1 kilogramo pesa allí 2 y medio, y un hombre de 70 kilogramos pesa 174 en aquel mundo. Sin embargo, los organismos se componen allí de sustancias de una débil densidad, y por otra parte la atmósfera es y permanecerá siendo muy densa; resultando de tales condiciones que las especies vivientes de la zoología de Júpiter carecen necesariamente de analogía con las nuestras.

El año de Júpiter se compone de 10455 días de 9 horas y 55 minutos cada uno. Es pues un calendario muy diferente del calendario cristiano. Allí no se conocen ni nuestros días, ni nuestras semanas, ni nuestros meses, ni nuestros años. El tiempo está dividido de muy distinta manera que aquí. Especialmente el día es dos veces y média mas corto que el nuestro, miéntras que el año es casi doce veces mas largo.

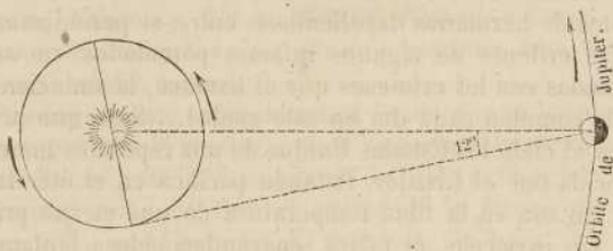


FIG. 74. — Relacion entre la órbita de Júpiter y la de la Tierra.

En vez de un satélite que ofrece una division del tiempo por meses de treinta días, Júpiter tiene cuatro que le presentan cuatro medidas diferentes, pero todas muy rápidas; pues la revolucion del I^{er} satélite no dura sino un día terrestre y 18 horas, ó sea, *cuatro* días de Júpiter solamente, durante los cuales se verifican todas sus fases: un cuarto por día; la revolucion del II^o satélite dura 8 días y medio de Júpiter: es una segunda especie de meses y de fases; el III^o recorre su órbita en 17 días de Júpiter, produciendo así una tercera especie de meses y de fases; por último, el IV^o efectúa su revolucion en 40 días de Júpiter: cuarta especie de meses. Hé aquí sin duda una cronología bien singular!

Continuemos asociando la Tierra á los espectáculos interesantes del cielo, como lo hemos hecho para la vista del Universo tomada desde la Luna, desde Marte, desde Vénus y desde Mercurio, bien que ya, á la distancia de Júpiter, nuestro planeta empieza á perder gran parte de su interes relativo : á pesar de todo, réstanos siempre alguna simpatia patriótica para este mundo en que hemos nacido, y deseamos saber qué efecto produce él visto á bordo de las otras naves celestes.

Vista desde Júpiter, la Tierra es un punto luminoso oscilando en las cercanías del Sol, del cual no se aleja ella nunca mas de 12° , es decir, mas de 24 veces el diámetro bajo el cual vemos este astro. Por consiguiente, no se la vé sino por la *tarde* ó por la *mañana*, como vemos nosotros á Mercurio, y áun ménos, pues es ella muy dificilmente visible á la simple vista, pero ofreciendo en los instrumentos de óptica el aspecto de la Luna en cuadratura.

Podrá apreciarse exactamente la relacion que existe entre la posicion de Júpiter y la órbita terrestre, examinando la figura 74, construida geoméricamente con la escala de 3 milímetros por 10 millones de leguas. La Tierra se halla 12° distante del Sol. Vénus, que sólo dista de él 8° , debe ser allí invisible; y Mercurio, cuya mayor elongacion es de $4^\circ 16'$, es allí enteramente desconocido. Marte, al contrario, se aleja hasta 17° , y se vé desde allí mejor que la Tierra. — El arco de la órbita de Júpiter dibujado en esa figurita representa el camino recorrido por ese mundo durante un año terrestre.

Si los astrónomos de Júpiter observan con atencion el Sol, en la época de los pasajes de nuestro pequeño globo delante de él es cuando les habrá sido mas fácil descubrirnos, como podriamos hacerlo nosotros para un planeta intra-mercurial. Esto es lo que representa nuestra figura 75, en la cual la Tierra no es sino *un puntito negro delante del Sol*. Así es como se nos vé desde allá.

Por la noche, el espectáculo del cielo visto desde Júpiter es lo mismo que el que nosotros vemos desde la Tierra, en cuanto á las constelaciones. Brillan allí, como aquí, Orion,

la Osa mayor, el Pegaso, Andr6meda, G6minis, y todas las demas constelaciones, y todos los diamantes de nuestro cielo :

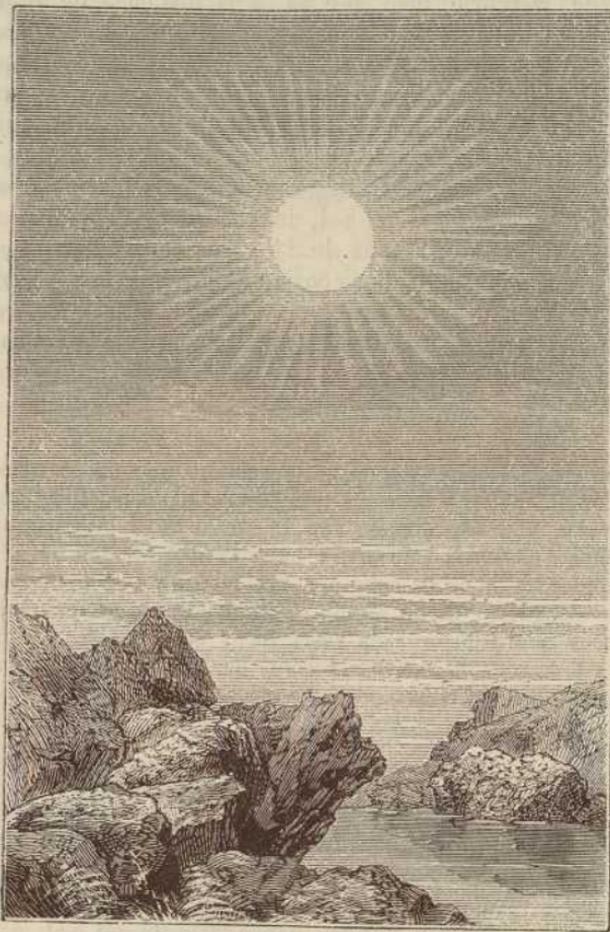


FIG. 75. — La Tierra vista desde Júpiter.

Sirio, Vega, Capella, Rigel, y sus rivales. Los 195 millones de leguas que nos separan de Júpiter *en nada* cambian las perspectivas celestes.

Pero la velocidad de rotacion produce una diferencia mucho mayor que aquí entre el movimiento de las estrellas próximas al ecuador y el de las estrellas que rodean el polo : las primeras y el zodiaco marchan con una rapidez fácil de seguir á la simple vista. El polo norte de Júpiter cae en el corazon del Dragon : allí está la estrella polar de aquel mundo ; el polo sur se halla junto á la gran nube de Magallanes.

De dia, el aspecto del cielo es enteramente distinto del nuestro, no sólo porque la atmósfera no tiene el mismo color ni la misma composicion que la atmósfera terrestre, sino tambien porque el Sol es allí 5 veces mas pequeño que visto desde aquí, en diámetro, y 27 veces mas pequeño en superficie, y porque marcha mucho mas aprisa en su aparente curso diurno. Este movimiento es fácil de seguir, viéndose igualmente cambiar de lugar á la simple vista la sombra del estilo de un cuadrante solar. En efecto, el astro del dia no emplea cinco horas entre su orto y su ocaso, es decir, que recorre unos 6° en diez minutos. Es un espacio igual al diámetro de nuestro Sol recorrido en 50 segundos ; este astro anda allí el equivalente de su propio diámetro en 10 segundos. ¡ Qué rapidez !

Pero el carácter mas curioso del cielo de Júpiter, es seguramente el espectáculo de sus cuatro lunas, ofreciendo cada una de ellas diferente movimiento. La mas próxima corre en el firmamento del planeta con una velocidad de 8° por hora ; la de nuestra luna sería igual si ésta se moviera en un espacio igual á su propio diámetro aparente en ménos de cuatro minutos : entónces podría ella ser la aguja de un gigantesco reloj celeste.

La posicion de estas cuatro lunas en el plano del ecuador hace que produzcan casi todos los dias eclipses totales de sol para los habitantes de las regiones ecuatoriales. El cono de sombra que Júpiter proyecta en pos de sí mide una extension en longitud de 13 780 veces el diámetro de la Tierra. Las tres lunas interiores no pasan nunca por detras del planeta sin atravesar esta sombra inmensa : por consiguiente, se eclipsan en cada revolucion, justamente en las horas en que debieran ellas mostrarse en su plenilunio. Sólo la cuarta logra llegar á la fase de la luna llena.

Tales circunstancias, unidas á la tan rápida revolucion de las lunas, deben de procurar á los pueblos de Júpiter un conjunto de fenómenos celestes sumamente variados, y complicar de un modo asaz extraño su cronología. Cada 42 horas terrestres, ó cada 4 dias de Júpiter, tiene lugar un eclipse total de la primera luna, y durante un tiempo considerable, ya ántes, ya despues de los equinoccios, un eclipse de sol, total ó parcial, alterna con aquel en intervalos de 21 horas terrestres, ó 2 dias de Júpiter. El mismo hecho acontece para el 2º satélite, en intervalos de 8 1/2 dias de Júpiter; para el 3º, en periodos de 17 dias; y para el 4º, cada 40 dias.

Fácilmente puede cualquiera figurarse todos los fenómenos nocturnos, tan extraños como interesantes, que se ofrecen en espectáculo á los habitantes de Júpiter, cuando las diversas magnitudes de estas cuatro lunas se unen á la rápida sucesion de sus fases.

Los movimientos de los tres primeros satélites están coordinados de tal manera, que nunca pueden ellos hallarse todos á la vez en un mismo lado del planeta : cuando uno falta en el firmamento de Júpiter, alguno ó algunos de los otros ha de brillar en él; resultando de aquí que por las noches luce siempre una claridad lunar, iluminando á veces al planeta al mismo tiempo tres lunas espléndidas de diferentes tamaños y de fases diversas.

Sin embargo, esos astros no dan á Júpiter toda la luz que generalmente les atribuyen los tratados de astronomía.

Pudiera creerse, en efecto, como tantas veces se ha escrito, que esas cuatro lunas alumbran sus noches relativamente cuatro veces el equivalente de lo que á la Tierra alumbra su única luna; supliendo ellas en cierto modo la escasez de la luz recibida del Sol. Pero son tales sus distancias, que las tres mas lejanas aparecen allí mucho mas pequeñas de lo que nuestra luna nos parece á la simple vista : el 3º satélite presenta un diámetro algo mayor que la luna cuando él está en el horizonte, y una quinta parte mas ancho cuando se halla en el zenit; el 4º ofrece un disco que sólo es de la cuarta parte en diámetro y como $\frac{1}{14}$ en superficie. Es verdad que, cuando los cuatro satélites son visibles á la vez, cubren una extension de cielo mucho mayor que nuestra luna; pero tambien reflejan la luz de un sol 27 veces mas pequeño que el nuestro : en resúmen, la luz total reflejada no es igual sino sólo á la décimosexta parte de la de nuestro plenilunio, áun suponiendo que el suelo de aquellos satélites sea tan blanco como el de la luna, lo que no parece probable, sobre todo el del 4º. Así

que, las cuatro lunas de Júpiter no prestan á sus habitantes todo el servicio que generalmente se cree.

Pero justo es añadir aquí una postrera observacion; y es que, habiéndose formado y desarrollado el nervio óptico de aquellos seres desconocidos en el seno de una intensidad de luz 27 veces mas débil que la que aquí disfrutamos, deberá ser mas sensible que el nuestro en la misma proporcion; siendo muy natural pensar que los habitantes de Júpiter deben ver « tan claro » en su planeta como vemos nosotros en el nuestro. Nuestra organizacion terrestre no ha de considerarse como tipo, pues ella es sólo relativa á nuestro planeta. Cada planeta tiene su órden de organizacion que le es peculiar y apropiado á sus condiciones especiales. Ahora bien, si los ojos de los habitantes de Júpiter son 27 veces mas sensibles que los nuestros, su sol es tan luminoso y tan ofuscante para ellos como para nosotros el nuestro, y no deberá disminuirse 27 veces la claridad de los satélites para juzgar de su efecto en ellos. Por consiguiente, en realidad, el conjunto de sus lunas les da un máximum de luz integralmente computado por la extension de su superficie reflectante, y que por lo tanto excede en la mitad á la que nos envia la luna llena.

Tal es el mundo de Júpiter, bajo el doble punto de vista de su organizacion vital y del espectáculo de la naturaleza exterior visto desde aquel inmenso observatorio. Pero ¿no habrémos de dirigirnos las mismas preguntas, con respecto á los cuatro globos que forman su magnífico sistema?

CAPITULO VI

LOS SATELITES DE JUPITER. — LA VIDA EN SU SUPERFICIE.

En los capítulos anteriores hemos visto que el globo colosal de Júpiter está acompañado de un hermoso sistema de cuatro satélites que en derredor le forman su córte. La primera vez que la curiosidad científica dirigió el anteojo de Galileo hácia aquel brillante planeta, el afortunado escrutador de los misterios celestes tuvo el gran placer de descubrir esos cuatro mundos abreviados, que creyó al principio ser estrellas, pero que no tardó en reconocer que pertenecían al mismo Júpiter y dependían de él. Viólos alternativamente acercarse y alejarse despues del planeta, pasarle por detras, volver á colocársele delante, oscilar á su derecha y á su izquierda, á distancias limitadas y siempre las mismas. No tardó pues Galileo en deducir que se trataba de cuerpos que giran alrededor de Júpiter, en cuatro órbitas diferentes, formando en cierto modo una miniatura del sistema solar. Estos cuerpos pertenecen á Júpiter, como la Luna pertenece á la Tierra : es un sistema de cuatro lunas que le acompañan en su viaje alrededor del Sol.

El satélite mas próximo al planeta gira en torno suyo á la distancia de 430 000 kilómetros, ó 107 500 leguas ; el segundo á la distancia de 170 500 leguas ; el tercero á 270 000, y el cuarto siguiendo una órbita trazada á 478 500 leguas del mismo centro.

Vistos por un anteojo ordinario, tienen la apariencia de estrellitas dispuestas siguiendo una línea tirada por el centro del planeta, casi paralela á las bandas, y en la prolongacion del ecuador.

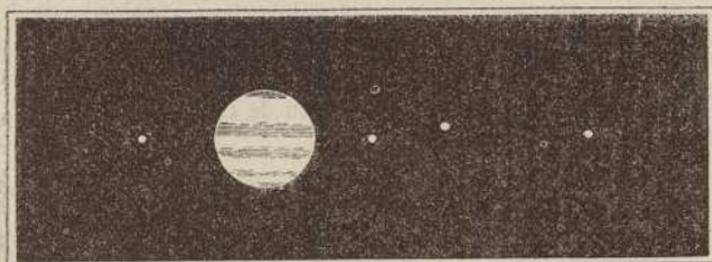


FIG. 76. — Júpiter y sus cuatro satélites.

El sistema entero se halla comprendido en una superficie visual como de los dos tercios del diámetro aparente de la Luna terrestre. Así pues, si se aplicara por su centro el disco de la Luna sobre el de Júpiter, no sólo quedarían cubiertos todos sus satélites, sino que el mas lejano del planeta no se acercaría al borde de la Luna mas de una sexta parte de su diámetro aparente.

Las variadas y siempre mudables configuraciones de estos cuatro globos en el cielo de Júpiter deben de ofrecer allí un curioso espectáculo. Ya soñamos nosotros, con dulce simpatía, en medio del profundo silencio de la noche, cuando nuestra pálida Febé derrama desde las alturas de la inmensidad su frígida y apacible luz, y lentamente descende á nuestra alma extasiada la poética influencia de su celeste claridad. ¡Qué sería pues si en ese mismo cielo varias lunas cruzaran y entrelazaran sus rayos luminosos, deslizándose en silencio por las playas etéreas, y eclipsando sucesivamente y por turno las constelaciones lejanas que se hunden y se pierden en el fondo de la noche infinita?

Estos cuatro satélites giran alrededor del poderoso planeta siguiendo las órbitas representadas en nuestra figura 77, á las distancias que se señalan en el breve cuadro siguiente.

Sólo conviene que el lector sepa que el plano de estas órbitas no es perpendicular á nuestro rayo visual, es decir, que no los vemos girar de frente; al contrario, ese plano, como el ecuador de Júpiter, está inclinado sobre la eclíptica (en cuyo plano nos hallamos nosotros); de suerte que, para nosotros, no hacen ellos mas que oscilar á derecha é izquierda de Júpiter: nunca los vemos arriba ni abajo. Es como si, para mirar la figura anterior, colocáramos esta página, no de frente, sino tendida en la dirección de nuestro rayo visual, y vista por el borde.

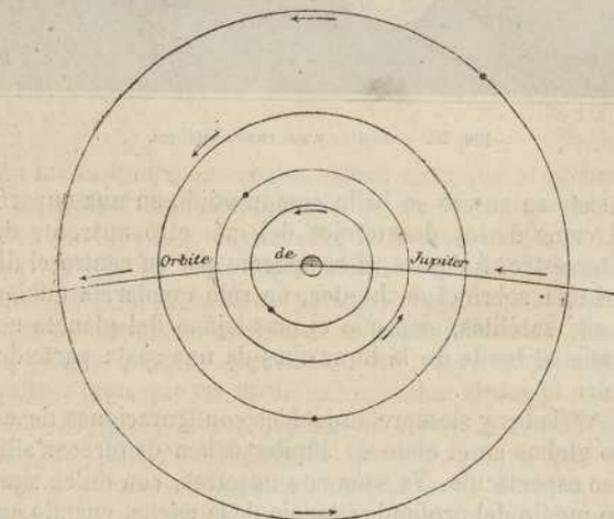


FIG. 77. — El sistema de Júpiter.

Hé aqui los elementos astronómicos y las relaciones que los cuatro satélites ofrecen con su mundo central:

	DIST. DEL CENTRO DE \mathcal{J}		DUR. DE LAS REVOLUCIONES		DIAMETRO		
	en rad. de \mathcal{J}	en kil.	en días terrs.	en días de Júp.	apar.	$\frac{\text{J}}{\text{S}}$	en kil.
I. Io.....	6 049	430 000	1 18 ^h 27 ^m 33 ^s	4,2	1,02	0,32	3800
II. Europa...	9 623	682 000	3 13 14 36	8,6	0,91	0,27	3390
III. Ganimédes	15 350	1 808 000	7 3 42 33	17,3	1,49	0,47	5800
IV. Callisto...	29 998	1 914 000	16 16 31 50	40,4	1,27	0,33	4400

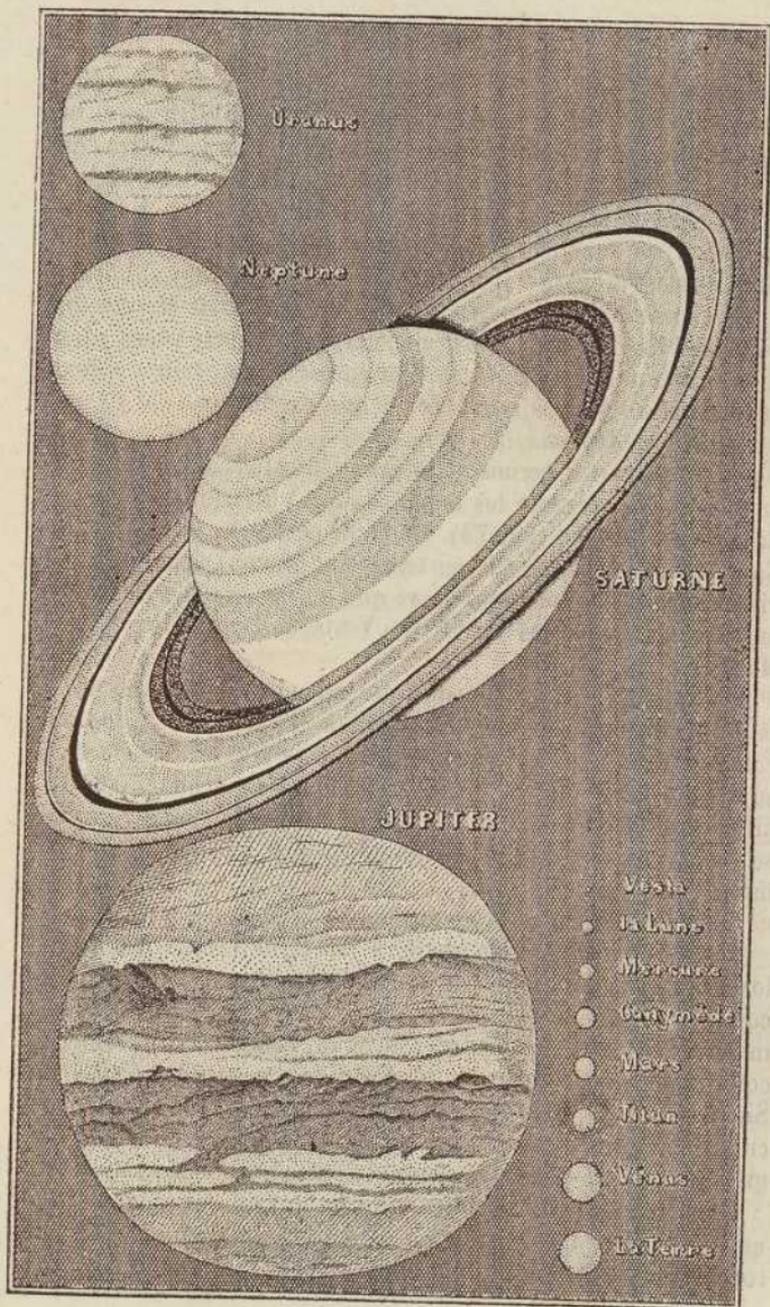


FIG. 73.—Magnitudes comparadas de los diferentes mundos del sistema solar.

Nótese pues que se trata de una familia magnífica. Las dimensiones de esos mundos son respetables. El III^o (Ganimédes) tiene un diámetro igual á los $\frac{47}{100}$ del de la Tierra, es decir, casi á la mitad; y mide 5 800 kilómetros, ó 4 450 leguas : tiene la importancia de un verdadero planeta. No sólo excede él en mucho, lo mismo que sus hermanos, á todos los planetas menores que gravitan entre Marte y Júpiter, sino que *aventaja en cerca del doble el volumen de Mercurio*, é iguala á los dos tercios del de Marte. Es cinco veces mas voluminoso que nuestra Luna. Por consiguiente, reinar sobre tal mundo no sería una ambicion que desdeñaran los Césares ó los Napoleones.

Por primera vez hemos dado cabida á estos satélites en un cuadro que representa los tamaños de los diferentes mundos de nuestro sistema (fig. 78). En él se notará la presencia de Ganimédes y de Titan (del sistema de Saturno) : bien merecian ellos este honor, pues se vé que no hacen mala figura al lado de los pequeños discos de Vesta, la Luna, Mercurio y Marte.

Al examinar el cuadrado que precede, un hecho muy notable fija desde luego nuestra atencion : la extrema velocidad con que esos mundos giran alrededor de Júpiter. Io efectúa su revolucion en 42 h. 27 m., midiendo su órbita 430 000 kilómetros de radio, y 2 702 000 de largo. Por consiguiente su velocidad es de 4 060 kilómetros por minuto, ó 17 670 metros por segundo!

¿Estarán habitados esos mundos?

Hasta ahora ha habido siempre la costumbre de asimilarlos á la Luna, que no *parece* habitada : se ha asegurado que, como ella, son esos otros tantos globos inertes, desiertos, invariables, privados de aire y de agua, flotando en el espacio como espectros descarnados y adormidos en su último sueño. Sin embargo, *ninguna* razon tenemos para admitir que esos cuatro mundos se asemejen en nada á nuestro satélite, y ménos aún para privar de séres vivientes á todos los satélites.

Durante estos últimos diez años he querido yo comprobar estas ideas por la observacion directa, y, no diré que me he tomado el trabajo, sino mas bien el placer de examinar con

atencion esos astros con toda la frecuencia que me ha sido posible hacerlo. Para ello me he servido de un telescopio de 20 centímetros de diámetro, y de aumentos que varían desde 100 hasta 400 veces, según el estado de la atmósfera. El resultado de estas numerosas observaciones ha sido el convencerme de que esos cuatro mundos distan mucho de ser invariables como nuestra Luna; que, por el contrario, experimentan ellos variaciones á veces considerables, y que conducen á la conclusion de que están rodeados de atmósferas y frecuentemente cubiertos de nubes.

La enorme distancia á que nos hallamos de Júpiter, hace que esos astros nos parezcan excesivamente pequeños, aun vistos con instrumentos de la mayor potencia óptica, y, sirviéndonos de una comparacion familiar, los hallemos semejantes, por su exigüidad, á cabezas de alfileres. Sólo se distingue su superficie cuando pasan por delante del planeta: cuando se hallan á su lado, parecen simples puntos luminosos en el fondo negro del cielo.

Con el fin de averiguar si varían de brillo, y en qué proporciones, he examinado en cada noche de observacion su brillo relativo, señaladamente en los años 1873, 1874, 1875 y 1876. Como las diferencias son á veces débiles, é importa mucho no dejarse influir por ninguna idea prejuzgada, las he anotado sin saber á qué satélite se referían, y sin preocuparme de la identificacion, que no se hizo hasta el fin de las observaciones¹.

Varios hechos interesantes se desprenden de la comparacion de estas observaciones. El primero es que la naturaleza intrínseca de esos cuatro mundos no es la misma, y que la superficie reflectante difiere mucho en cada uno de ellos.

En cuanto á las *dimensiones*, el orden decreciente ha sido éste: III, IV, I, II. A veces el primero ha parecido mas pequeño que el segundo.

Por lo que hace á la *luz intrínseca*, en superficie igual, tenemos I, II, III, IV. Algunas veces el segundo ha parecido algo mas luminoso que el primero.

Con respecto á la *variabilidad*, el orden decreciente es IV, I, II, III.

1. Se hallarán los detalles de estas observaciones en las *Actas de la Academia de Ciencias*, y en el tomo VII de mis *Estudios sobre la Astronomía*, 1876.

Estas observaciones prueban que los cuatro satélites de Júpiter varían de brillo de un día á otro. El IV^o es el que ofrece mas fuertes variaciones; oscilando desde la 6^a hasta la 10^a magnitud. Como sus fases son imperceptibles vistas desde la Tierra, deducimos de aquí que su constitucion física es absolutamente distinta de la de la Luna. Hay probabilidades en favor de la hipótesis de que gira, como la Luna, presentando siempre el mismo lado al planeta. Pero esta hipótesis no da cuenta de todas las variaciones observadas; y ese pequeño mundo parece ser teatro de muy variadas revoluciones atmosféricas.

Una observacion rara me ha confirmado en las conclusiones que preceden sobre la existencia de una atmósfera alrededor de estos globos.

El 25 de marzo de 1874, vi pasar dos satélites (el II^o y el III^o) delante del planeta: el II^o era blanco y el III^o de un gris oscuro; la sombra del II^o era gris, y la del III^o negra. ¿A qué serian debidas estas diferencias, que yo observé y dibujé durante cerca de dos horas? La mejor explicacion es admitir que esos globos están rodeados de atmósferas variables. Sus discos variarían de brillo segun la cantidad de nubes que ocupen dicha atmósfera: cuando el hemisferio vuelto hácia nosotros esté despejado, aparecerá mas oscuro que cuando esté cubierto de nubes blancas. Esta misma atmósfera producirá á veces ciertas penumbras que darán un color gris á la sombra de los satélites.

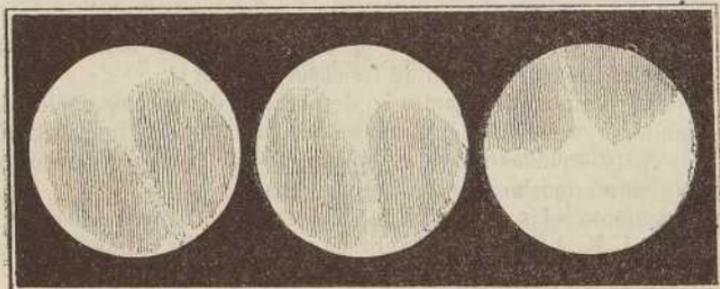


Fig. 79. — Aspectos observados en el III^o satélite de Júpiter.

El IV^o satélite es particularmente digno de atencion. No sólo experimenta él enormes fluctuaciones de brillo, no sólo parece á veces absolutamente negro durante sus pasajes por delante del planeta, sino que tambien suele dejar de ser redondo en apariencia, presentando una figura poliédrica.

Así, por ejemplo, el 30 de diciembre de 1871, el astrónomo inglés Burton, que le había notado una ó dos veces singularmente sombrío y orlado, al sur, de un segmento brillante, le halló enteramente redondo. El 8 de abril de 1872, le halló, por el contrario, prolongado en el sentido de las bandas de Júpiter, y mas puntiagudo en el lado del este que en el oeste : era casi enteramente negro. M. Erck hizo la misma observacion. El 4 de febrero de 1872, apareció tambien prolongado en la direccion de las bandas y gris oscuro, miéntras que su sombra era re-

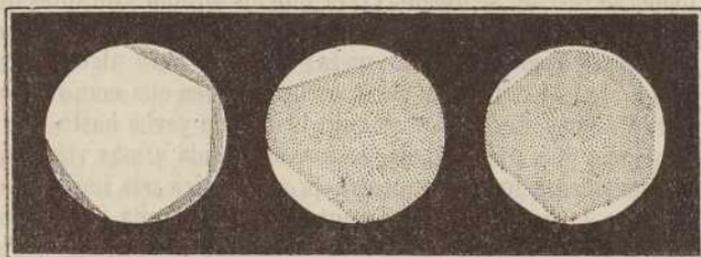


FIG. 80. — Aspectos observados en el IV^o satélite de Júpiter.

donda y negra. El 26 de marzo de 1873, era muy opaco, pero sin embargo mas claro que la sombra, y presentando una forma poliédrica.

El mismo dia, á la misma hora, otro astrónomo, M. W. Roberts, observaba en otra parte y notó con extrañeza la oscuridad de este satélite y su forma, que se apresuró á dibujar. No es precisamente la misma forma vista por el anterior observador, pero sin embargo están ambas conformes en el hecho capital de que el lado oriental del satélite era mas agudo que el lado occidental. Dos observadores han hecho al mismo tiempo un dibujo, cada uno en un punto diferente, y estos dos dibujos se han hallado estar perfectamente acordes.

Nuestras figuras 79 y 80 representan estos diferentes aspectos observados en los satélites III^o y IV^o de Júpiter. La primera ofrece tres dibujos telescópicos hechos por Dawes el 11 de febrero de 1849, el 31 de enero de 1860 y el 21 de agosto de 1867 (¿si serán océanos?). La segunda reproduce los tres dibujos del IV^o satélite que acabamos de mencionar : 8 de abril, 4 de febrero de 1872, y 26 de marzo de 1873.

Tales son esos cuatro mundos. Véase cómo su estudio dista mucho de ser tan insignificante como se le supondría á primera vista superficialmente.

Imposible nos es imaginar que la existencia de los astros pueda tener otro objeto que recibir ó dar la vida. La *vida*, tal es el gran fin, el grande objeto que vemos brillar en los destinos de la creacion. Por el contrario, la ausencia de vida, es para nosotros sinónimo de muerte, ó de la nada. Nuestra lógica se resiste, se niega á creer que los millones de soles que arden en el infinito no sirvan para nada, que no alumbren, ni calienten ni gobiernen nada; si pues para algo sirven, este « algo », segun nosotros, es la vida, sea ella como fuere, por lo demas, desde la mas ruin brizna de yerba hasta la inteligencia mas privilegiada, la mas instruida y mas vigorosa.

Esta afirmacion que nuestra propia lógica nos impone, es también la de la Naturaleza entera, cuya infinita fecundidad ha sembrado la vida en derredor nuestro, en todos los parajes y puntos capaces de recibirla; cuya prevision admirable da un doble y un múltiple objeto á la existencia de las cosas y de los séres, produce varios efectos por una misma causa, y va hasta acumular la vida á expensas de los mismos séres vivientes.

Si el mundo gigantesco de Júpiter se halla actualmente en las condiciones de temperatura de las épocas primitivas de la Tierra, no podemos considerarle como actual residencia de la vida intelectual. Será la tierra del ictiosáuro, pero no la del hombre, no el mundo tibio, tranquilo, apacible, necesario á las manifestaciones de un sistema nervioso delicado y del pensamiento contemplativo. Sólo mas adelante, en los siglos venideros, será Júpiter habitado por una raza intelectual, y — ¿quién sabe? — tal vez por nosotros mismos. Su situacion será entónces incomparablemente superior á la de la Tierra : un imperio inmenso, una primavera perpetua, largos años y una temperatura suave y siempre igual, formarian de él una mansion de paz y de felicidad verdaderamente digna de ser envidiada.

Por otra parte, si consideramos el sistema de Júpiter, bien

sea que esté él ó no actualmente habitado, parécenos que es él mucho mas útil á sus cuatro satélites que éstos á él mismo.

¿En qué estado se hallan esos cuatro mundos? ¿Es que ellos á su vez no son estancia de la vida orgánica, y aun de la vida intelectual? ¿No les da el globo de Júpiter un suplemento de calor, siendo para ellos un sol apenas extinguido? Su superioridad de volúmen y de masa reproduce en medio de ellos una imágen del mismo Sol en medio de sus cuatro planetas mas próximos, Mercurio, Vénus, la Tierra y Marte; pues las distancias y los volúmenes relativos de los cuatro satélites de Júpiter forman un sistema singularmente análogo al de los cuatro primeros planetas del sistema solar.

Cada uno de los cuatro mundos del sistema de Júpiter posee en efecto sus años especiales, sus dias, y sin duda tambien sus estaciones; y las mismas razones tienen los habitantes de cada uno de ellos para creerse en el centro del Universo, que los habitantes de nuestra pequeña Tierra que por espacio de tantos siglos se han ilusionado con el mismo sueño. El globo de Júpiter les ofrece el aspecto de una luna gigantesca, capaz de compensar eficazmente la escasa cantidad de luz que reciben del Sol. Para el primero de los satélites, este globo inmenso mide $19^{\circ} 49'$ y parece 1400 veces mayor en superficie que nuestra Luna llena. ¡Qué coloso! Aun para el satélite exterior, la superficie aparente de Júpiter excede todavia 75 veces á la que la Luna nos presenta.

Las cantidades de luz reflejadas por Júpiter no corresponden precisamente á estas superioridades de superficie, á causa de la debilidad de la luz solar; pero como su potencia reflectante es casi tres veces mayor que la de la Luna, determinaremos aproximadamente esta claridad multiplicando los guarismos anteriores por 3, y dividiéndolos por 27. Este pequeño cálculo nos da los guarismos 155 y 8 (representando á la Luna por 1) para expresar la cantidad de luz que Júpiter envia á su primero y á su último satélite.

El efecto de esta luz debe ser considerable para los ojos de los habitantes de los satélites, á quienes hemos de aplicar la misma reflexion que á los del mundo de Júpiter: los

ojos de aquellos habitantes deben de ser mucho mas sensibles que los nuestros, y sin duda son brillos 27 veces mas fuertes que esos los que alli se producen para ellos.

¡Magníficos espectáculos se contemplan desde aquellos observatorios! El colosal Júpiter es el objeto mas maravilloso de su cielo; siendo para ellos el soberano del Universo, el verdadero Júpiter, no ménos admirado por ellos que por nosotros el Sol, pues para ellos el Sol no es mas que un disco diminuto y brillante, miéntras que, visto desde el primer satélite, el globo inmenso de Júpiter le supera 35 000 veces. Añádanse á esto las coloraciones mágicas que decoran este disco con los matices mas vivos, desde el naranjado y el rojo hasta el violáceo y purpúreo; añádanse tambien sus instantáneas variaciones de aspecto, producidas por su movimiento de rotacion, y sus fases inmensas correspondiendo á la posicion de los satélites que bogan en torno de él, y tendrémos una idea aproximada de la magnificencia de los cuadros que ofrece la naturaleza en aquellos cuatro mundos trasportados por el astro gigante al traves de las lejanas profundidades de la inmensidad!

Terminarémos como siempre dando el siguiente resumen de los conocimientos adquiridos sobre el mundo de Júpiter, cuya situacion uranográfica difiere bastante de la de las estancias visitadas anteriormente.

ESTADO PARTICULAR DEL MUNDO DE JUPITER.

Duracion del año.....	11 años 10 meses 17 dias.
Duracion del dia.....	9 horas 55 minutos.
Número de dias en su año.	10 455.
Satélites.....	Cuatro lunas y cuatro especies de meses.
Dimensiones.....	1234 veces mas voluminoso que la Tierra.
Vuelta al mundo de Júpiter.	111 100 leguas.
Densidad de los materiales.	La cuarta parte de la densidad média de la Tierra.
Pesantez en la superficie.	Dos veces y média mas energética que aquí.
Atmósfera.....	Alta, densa, violentamente agitada, y saturada de vapores.
Temperatura.....	Probablemente mas elevada que en la Tierra.
Estaciones.....	Nulas. Primavera perpetua.

LOS MUNDOS DE JUPITER.

- Estado probable de la vida. Inicial, en su aurora, como en la Tierra antes de la aparición del hombre.
- Satélites Actualmente habitados sin duda.
- Diámetro del Sol..... Cinco veces mas pequeño que visto desde aquí = 6'.
- Aspecto de la Tierra..... Débil estrella de la mañana y de la tarde, y puntito negro que pasa todos los años por delante de su Sol.



LIBRO VIII

LOS MUNDOS DE JUPITER

CAPÍTULO PRIMERO

LIBRO VIII

EL SISTEMA DE SATURNO

CAPITULO PRIMERO

EL PLANETA SATURNO.

Desde la Tierra hasta la órbita de Marte hemos recorrido 19 millones de leguas; desde la órbita de Marte hasta la de Júpiter, hemos atravesado 136; para llegar á Saturno, necesitamos ahora saltar un nuevo abismo de 163 millones de leguas mas; pues este planeta gravita á la distancia de 355 millones de leguas del astro central de nuestro sistema, — distancia casi diez veces superior á la de la Tierra respecto al mismo centro.

Aquí terminaban, ménos ha de un siglo, las fronteras de la república solar; pues Saturno es el último planeta que se distingue á la simple vista, el último por consiguiente conocido por los antiguos; y desde la antigüedad, su lenta revolución, treinta veces mas larga que nuestro año, se consideraba como formando el límite del sistema planetario. Este planeta presenta el aspecto de una estrella pálida de primera magnitud; va como arrastrándose á paso lento por su prolongadísima ruta; es el símbolo del Destino y del Tiempo, y durante los siglos en que la astrología preocupaba las inteligencias, fué considerado como una divinidad fatal, como un astro calamitoso que ejercía una funesta influencia en los destinos de la humanidad. ¿Qué mortal habria podido entonces adivinar la verdad? ¿Qué profeta, qué santo, qué dios te-

rrestre habria podido imaginar que esa estrella lejana no es otra cosa que un mundo incomparablemente mas voluminoso y mas magnífico que el nuestro? y no sólo un mundo, sino un grupo de mundos, compuesto, como el sistema solar, de un astro central y de ocho globos principales, coronado con una diadema extraordinaria, única tal vez en todo el cielo, un verdadero universo, en fin, cuyos mundos son dignos de ser elevados al rango de planetas, puesto que uno de ellos es superior á Mercurio y á Marte! ¿Quién habria podido suponer que, á tan prodigiosa distancia del Sol, y tan lejos del límite do alcanza nuestra vista, habia de revelar el telescopio la existencia de tal universo? ¡Ah! el descubrimiento del sistema saturnal ha venido oportunamente á convencernos de que el Cielo no ha sido creado para nosotros, y de que nuestra situacion en el espacio nada importa á la organizacion general de los mundos y de las humanidades siderales.

Observado desde la mas remota antigüedad, como los planetas que acabamos de estudiar, Saturno recibió denominaciones que correspondian á sus aspectos. Su nombre sanscrito era « *Sanaistschara* » (que se mueve despacio); el que le daban los Egipcios significaba *aparente*; los Griegos le llamaron *Kronos* y *Nemesis*, con el sobrenombre de *φάivos* (resplandeciente); entre los Hebreos vino á ser la estrella del Sabbath, y desde el origen mismo de la medida del tiempo, se dió su nombre al sábadó: *Saturni-dies*. El signo ♄, con el cual se le representa desde la edad media, recuerda la guadaña del dios del tiempo.

Las mas antiguas observaciones escritas que de él se han conservado son una ocultacion por la Luna que se observó en Aténas el 21 de febrero del año 503 ántes de J. C., por un llamado *Thius*, y una conjuncion con la estrella γ de Virgo, comprobada por los astrónomos caldeos en Babilonia, el 14 de *Tybi* del año 519 de Nabonassar, que corresponde al 1º de marzo del año 228 ántes de nuestra era.

La revolucion de Saturno alrededor del Sol exige para efectuarse por completo 10 759 dias terrestres, ó sea, 29 años y 167 dias. Como el desarrollo de su órbita mide 2 215 millones de leguas, el movimiento de este planeta en el espacio es de 9 500 metros por segundo; tres veces ménos rápido,

por consiguiente, que el de la Tierra. Esta órbita es elíptica, y Saturno se halla, en su perihelio, 40 millones de leguas más próximo al Sol que en su afelio. El tamaño aparente del globo saturnal varía de 15" á 20".

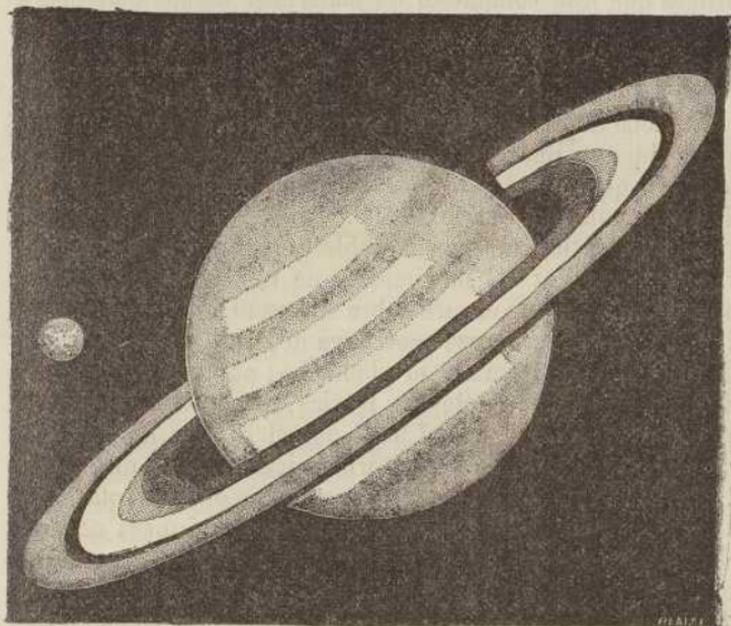


FIG. 81. — Tamaños comparados de Saturno y de la Tierra.

Combinando este tamaño aparente con la distancia, se halla que su diámetro ecuatorial es cerca de diez veces mayor que el de la Tierra (véase la fig. 81) y pasa de 30 000 leguas; de suerte que tenemos los guarismos siguientes para las dimensiones de este importante planeta comparado con la Tierra :

Diámetro polar.....	8,92
Diámetro ecuatorial.....	9,94
Superficie.....	90
Volúmen.....	864
Masa.....	92

Este mundo mide cerca de 100 000 leguas de circuíto; su superficie es 90 veces mas vasta que la de nuestro pequeño planeta, y su volúmen es 864 veces mas considerable. No pesa sin embargo sino 92 veces mas que la Tierra, lo que prueba que está compuesto de materiales ménos macizos, y que su densidad média no es sino los 130 milésimos de la de nuestro globo : es la ligereza del palo de arce, y flotaria sobre un océano como una bola de esta madera.

El globo de Saturno es aún mas aplanado en sus polos que el de Júpiter, pues su depresion es de $\frac{1}{16}$; de suerte que, miéntras que su diámetro ecuatorial mide 30 500 leguas, su diámetro polar sólo mide 27 450.

Esta depresion tan considerable probaria sin otra observacion la rapidez del movimiento de rotacion del planeta; pues es preciso que él gire sobre sí mismo con enorme velocidad, para que la fuerza centrifuga desarrollada en su ecuador haya así deformado el globo. Las observaciones están acordes con esta conclusion teórica. Desde fines del siglo anterior, William Herschel halló por el cambio de lugar de las manchas que el globo saturnal gira sobre sí mismo en 40 h. 16 m., resultado obtenido por medio de cien rotaciones seguidas durante el año 1793... Esta fecha famosa nos recuerda que miéntras que inteligencias superiores se ocupaban así tranquilamente en escudriñar los arcanos y los grandes problemas de la naturaleza, en conquistar el verdadero progreso, otros parecian haber tomado empeño en oscurecer bajo una niebla de sangre el sol naciente de la Revolucion francesa.

Los resultados obtenidos por William Herschel para la duracion de la rotacion de Saturno han sido confirmados por las medidas mas recientes.

Así que, el dia de Saturno es como el de Júpiter, mas de dos veces mas corto que el nuestro, miéntras que el año de aquel mundo es cerca de treinta veces superior al nuestro: resultando de aquí que el calendario de aquellos habitantes cuenta el guarismo, fabuloso para nosotros, de 25 069 dias para cada año!

El eje de rotacion de Saturno está inclinado $64^{\circ} 18'$ sobre

el plano de la órbita; la oblicuidad de la eclíptica es por consiguiente en aquel mundo de $25^{\circ} 42'$. Es una inclinacion que difiere poco de la de la Tierra; de donde podemos concluir que las estaciones de aquel mundo lejano, durando cada una mas de siete años, son sin embargo poco diferentes de las nuestras por lo que hace al contraste entre el estío y el invierno. También los climas se distribuyen allí, como en la Tierra, en zonas tórridas, templadas y glaciales.

En cuanto á la cantidad de calor y de luz que este planeta recibe del Sol, como se halla casi diez veces mas distante que nosotros del astro central, le vé cerca de 10 veces mas pequeño en diámetro, 90 veces ménos extenso en superficie, y recibe de él igualmente 90 veces ménos calor y luz. Evidentemente son estas muy distintas condiciones de existencia de las de la Tierra.

Pero aún no hemos hablado del carácter mas extraordinario del mundo de Saturno.

Cuando por primera vez se vé llegar á este planeta al campo visual de un anteojo astronómico, queda uno realmente maravillado, pudiendo apénas dar crédito á sus ojos. En efecto, por mas que hayamos visto á Saturno dibujado en las obras de astronomía, quedanos siempre alguna duda que no podemos explicarnos sobre la autenticidad de tales figuras; hallándonos á veces inclinados á suponer que los astrónomos exageran..... como si fuera posible exagerar la ciencia del infinito! — Pero cuando, con los ojos fijos en el anteojo, vemos llegar tranquilamente frente á nosotros esa creacion sublime rodeada de su hermoso cortejo, forzoso nos es rendirnos ante la realidad, y sentirla (si es que poseemos esta facultad; pues hay muchos séres que jamas han sentido nada, que no pueden nunca experimentar la mas minima emocion, y á quienes no sorprenderia siquiera un viajero que llegara de la Luna y les trajera de allí alguna curiosidad!) Yo de mi sé decir que, de mis primeras observaciones astronómicas, hay tres que han dejado en mi alma una memoria *indeleble*: tales son las del anillo de Saturno, de la Luna y de la triple estrella (naranjada, verde y azul) de Andrómeda, la primera vez que me fué dado contemplarlos al telescopio.

Con efecto, Saturno presenta un fenómeno único en el sistema solar : el globo que forma el planeta propiamente dicho está rodeado, á una distancia considerable, de un anillo casi plano y muy ancho, que vemos oblicuamente, y que, en vez de parecernos circular, nos parece elíptico y de una dimension transversal variable; el mas pequeño diámetro aparente no excede nunca á la mitad del mayor.

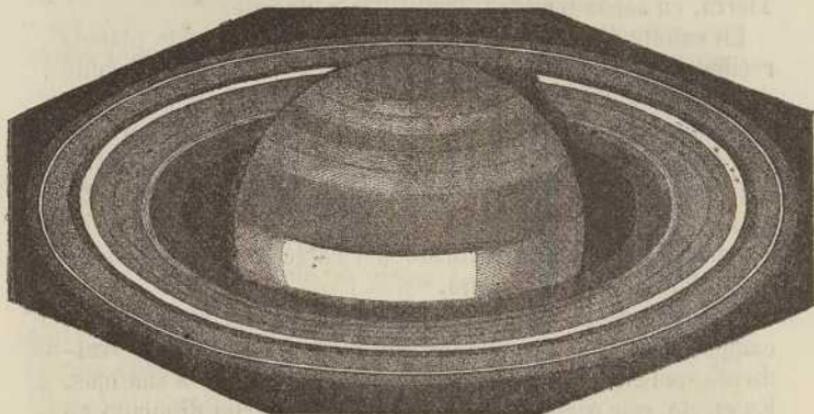


FIG. 82. — Saturno y sus anillos.

Vista desde la Tierra, una porcion del anillo parece que pasa sobre el planeta, mientras que la parte opuesta pasa por detras. Cerca de la region donde el anillo se proyecta sobre el planeta, se vé, en la superficie de éste, una sombra que marca evidentemente la porcion donde, á causa de la interposicion del anillo, no penetra la luz del sol. El planeta no es luminoso por si mismo, sino que, como sus hermanos, está simplemente alumbrado por el Sol.

Esta conclusion puede hacerse extensiva al anillo, pues, en la parte diametralmente opuesta á la que nos ha presentado una sombra sobre el planeta, proyecta éste, al contrario, sobre el anillo, una sombra negra muy fácil de distinguir y reconocer por su paralelismo á los bordes del planeta que la produce.

El anillo no es continuo, sino clara y distintamente dividido en dos; hallándose la separacion mas próxima al borde exterior que al interior. Tal vez áun este sistema anular está él distribuido en un gran número de anillos concéntricos, pues los instrumentos de mayor potencia óptica han mostrado á veces indicios de un número de divisiones mucho mayor.

Hé aqui las medidas de los dos anillos principales :

Diámetro exterior del anillo exterior.....	40,00	6 71 000 leguas.
Diámetro interior del anillo exterior.....	35,29	62 640
Diámetro exterior del anillo interior.....	34,47	61 200
Diámetro interior del anillo interior.....	26,67	47 340
Anchura del anillo exterior.....	2,40	4 260
Anchura de la división entre los anillos.....	0,41	720
Anchura del anillo interior.....	2,90	6 930
Distancia entre el anillo y el planeta.....	4,34	9 314

¡Qué admirable sistema! Es el único ejemplo que conocemos de una superficie á nivel; y ese anillo que, como se vé, no mide ménos de 71 000 leguas de diámetro mayor y de 14 800 leguas de ancho, no tiene mas de 60 á 70 kilómetros de espesor! Es plano por ambos lados, y nos presenta sucesivamente cada una de sus caras por la combinacion del movimiento de Saturno con el de la Tierra.

La primera vez que Galileo dirigió hácia Saturno el anteojo que acababa de inventar, fué singularmente sorprendido de su vision. Era en el verano del año 1610. Su instrumento no era de bastante fuerza para mostrarle la forma real del anillo, y sólo distinguia dos apéndices luminosos á cada lado del planeta. Decia él que eran « como dos servidores que ayudan al viejo Saturno á andar su caminata, permaneciendo siempre á su lado ». Y le dió á Saturno el nombre de *Tricorps*.

A causa de la combinacion de los movimientos de Saturno y de la Tierra, los anillos se nos presentan por el borde ó de canto cada quince años, y entónces son invisibles. El año 1612 era una de esas épocas de desaparicion, y Galileo, despues de haber visto disminuir sus dos estrellitas, dejó al fin de distinguirlas. ¿Cómo explicar tal desaparicion? En vano

inquirió la causa el ilustre astrónomo, llegando á creer que se habia engañado en sus observaciones anteriores, y cayendo en tal desaliento, que desde aquella época dejó de ocuparse de este extraño planeta. « ¡ Saturno ha devorado á sus hijos ! » decía sonriendo tristemente. Sin embargo, aún vivió él treinta años, y habria podido persuadirse de la realidad de sus primeros descubrimientos. Pero el infortunado filósofo habia de sufrir pronto otros dolores mucho mas crueles que esta decepcion.

La verdadera forma del apéndice saturnal fué descubierta por Huygens durante las observaciones que hizo desde 1656 hasta 1659 con un telescopio de 7 metros construido por sus propias manos.

La division principal que separa el anillo en dos fué descubierta independientemente por el astrónomo inglés Ball, en 1665, y por D. Cassini en Paris, en 1675. El anillo interior á esta division es mucho mas blanco, mas claro que el exterior.

Un tercer anillo, interior á los dos que preceden, ha sido señalado en 1850 por el astrónomo americano Bond, valiéndose del grande anteojó de Harvard College (Estados Unidos), y por los astrónomos ingleses Dawes y Lassell. Este anillo es oscuro y trasparente, pues que al traves de él se distingue el globo de Saturno ¹. Ya habia sido descubierto, en 1838, por Galle, de Berlin; pero esta observacion apénas llamó entónces la atencion de los astrónomos.

1. M. Trouvelot ha hecho, desde 1874 hasta 1875, observaciones precisas de las cuales resulta que el anillo trasparente interior ha cambiado de aspecto desde su descubrimiento en 1850. En vez de ser enteramente trasparente, como lo representa la figura anterior, que es un facsimile de la misma de Bond, ya no lo es sino en su mitad interior: el globo saturnal permanece visible á su entrada bajo este velo, pero va desvaneciéndose insensiblemente, dejando de percibirse al llegar bajo el borde exterior. ¿ Será esto un cambio real, ó bien, no deberá atribuirse este reparo sino á la esrupulosa atencion que ha puesto el autor en sus observaciones? Es bien dificil fallar sobre detalles de tan extrema delicadeza. Sin embargo, es probable que si Bond, Dawes, Lassell, Warren, Delarue, etc., no hubieran seguido el trazo del globo bajo el anillo gris, hasta el anillo brillante, no le habrian dibujado marcándole de un modo tan neto. Por otra parte resultaria de una análisis especial hecha en 1852 por M. O. Struve, que el sistema saturnal habria sufrido desde la época de su descubrimiento cambios sorprendentes, puesto que el borde interior de los anillos parece acercarse poco á poco al planeta, al mismo tiempo que acrece su total anchura: el anillo del medio parece que aumenta mas aprisa que el anillo exterior. ¿ Asistirán algun dia los habitantes de la Tierra al grandioso y formidable espectáculo de la dislocacion completa de los anillos de Saturno, y de su caída sobre el planeta?

El anillo del medio es siempre mas brillante que el planeta, siendo su brillo mas vivo en su borde exterior; este brillo disminuye gradualmente hasta el borde interior, donde á veces ha parecido tan débil, que era difícil distinguirlo del anillo oscuro interior.

Varios astrónomos, provistos de poderosos instrumentos, Vico en Roma, Bond en los Estados Unidos, Struve en Rusia, Dawes y Lassell en Inglaterra, y recientemente M. Trouvelot en Harvard College, han notado diferentes líneas negras en los tres anillos ¿Serán éstas divisiones reales? Imposible es decidirlo aún.

Pero ¿cuál es la naturaleza de esos anillos?

¿Son sólidos, líquidos, ó gaseosos?

Bien sean ellos en número de tres, ó mas multiplicados, no es posible que sean sólidos, y que se asemejen, por ejemplo, á unos aros planos más ó ménos anchos. Las constantes variaciones de la atracción central del planeta, combinada con la de los ocho satélites, no sólo los habria dislocado y roto, si es que hubieran podido formarse, sino que habrian impedido previamente, y de un modo absoluto, su formación. Mas fácil sería admitir que fueran líquidos, porque, en este caso, su elasticidad podria por decirlo así prestarse á todos los caprichos de la atracción: pero, como lo ha demostrado M. Hirn, habria, en este caso, transformación del movimiento en calor, disminución del movimiento y caída definitiva sobre el planeta. ¿Serán mas bien gaseosos? La transparencia del último pudiera hacerlo creer, pero no hay nada de esto tampoco. ¿Qué deberémos pues pensar, decisivamente, de su naturaleza?

Este es un problema cuya discusión matemática abordé yo en 1867, discusión que me ha conducido á admitir que « el único sistema de anillos que puede existir, es un sistema compuesto de un número infinito de *partículas distintas girando en torno del planeta con diferentes velocidades, segun sus distancias respectivas*. Estas partículas, añadia yo, pueden ordenarse en serie de anillos estrechos, ó pueden moverse unas y otras, con irregularidad. No observándose ninguna refracción en el borde del planeta, visto al traves del anillo interior, resulta de aquí que este anillo no es gaseoso, y que los rayos no pasan al traves de un gas. Los otros dos anillos pueden ser de igual naturaleza, pero formados de partículas bastante multiplicadas para impedir la transparencia.

En todo caso, su movimiento de rotacion se efectúa en el tiempo indicado á continuacion ¹.

	DISTANCIA		PERIODOS.	
	en radios de $\frac{1}{2}$			
Anillo interior trasparente.....	1,36 á 1,57		5 ^h 50 ^m á 7 ^h 11 ^m	
Ancho anillo central.....	1,57	2,09	7 11	11 9
Anillo exterior.....	2,14	2,40	11 36	12 5
Primer satélite.....	3,36		22 37	

Segun mis cálculos, las partículas que forman el anillo trasparente deben girar alrededor del planeta en tiempos comprendidos desde 5 h. 50 m. hasta 7 h. 11 m., segun su distancia de Saturno, siendo la zona mas próxima la que gira con mayor rapidez; las que componen el ancho anillo luminoso deben girar en períodos comprendidos entre 7 h. 11 m. y 11 h. 9 m., tambien segun sus distancias: por último, el limite exterior de este singular sistema debe efectuar su revolucion en 12 h. 5 m. Pero los ocho satélites que gravitan fuera de los anillos deben producir considerables perturbaciones en estos movimientos, perturbaciones tales que, tal vez es al equilibrio inestable que ellas mantienen constantemente á lo que se debe la conservacion del apéndice saturnal; pues parece que, sin su apoyo exterior, los ludimientos y los choques que inevitablemente tienen lugar debieran poner en peligro á cada instante la estabilidad de esa singular corona.

Suponiendo el anillo sólido, concluyó Laplace en una duracion de 10 horas y média, y William Herschel creyó observar precisamente un cambio en esta duracion. Pero este período no puede pertenecer sino á una zona situada en el cuarto superior del ancho anillo central, y no al resto del sistema ². En efecto, no ha sido verificado por las observaciones modernas. El anillo no po-

1. *Cosmos* del 6 y del 13 de febrero de 1857, ps. 150 y 175; *Estudios sobre la astronomia*, t. III, p. 30. Cinco años despues de la publicacion de esos articulos, y seis meses despues de la de ese volúmen, publicó M. Hirn un trabajo que conduce á las mismas conclusiones. En 1859, M. Clark Maxwell, sin dar los guarismos del cuadro que aquí arriba insertamos, habia obtenido resultados análogos, en cuanto á la división de los anillos en asteróides.

2. Mientras que el globo de Saturno gira sobre sí mismo en 10 h. 16 m., los materiales que constituyen sus anillos giran tambien con la velocidad necesaria para desarrollar una fuerza centrífuga igual á su pesantez hácia el planeta: es la única condicion posible de su equilibrio, y para esto es preciso que los asteróides mas próximos giren mucho mas aprisa que el mismo Saturno. En la Tierra sucederia otro tanto, si tuvieramos un satélite, ó un rosario de satélites cercanos á la superficie, poco elevados sobre nuestras cabezas. Para que una bala de cañon, por ejemplo, lanzada horizontalmente desde la cima de nuestras mas altas montañas, pudiera circular alrededor de la Tierra sin caer, necesitaria correr 17 veces mas aprisa que el ecuador terrestre y dar la vuelta al mundo en una hora y 24 minutos.

dria girar en una sola pieza sino en la hipótesis de que, siendo enorme su masa, sus partes obedecieran mas bien á esta masa que á la atraccion del planeta. Tal vez aumenta él de espesor hasta hácia el medio del anillo central.

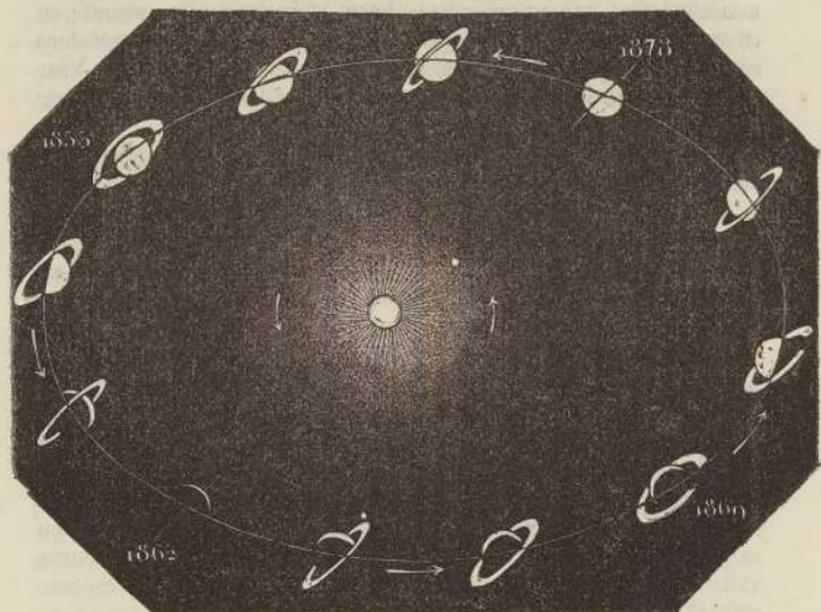
Por otra parte, yo he calculado que el límite matemático de toda atmósfera es la distancia á la cual gravitaria un satélite en el tiempo preciso de la rotacion del planeta, y que esta distancia es (en semidiámetros) 6,64 para la Tierra, 2,31 para Júpiter, y 1,98 para Saturno. De modo que Saturno podria hallarse rodeado de una atmósfera que se extendiera hasta el ancho anillo central; en cuyo caso, los anillos interiores, formando parte de la atmósfera saturnal, girarian con el planeta y en el mismo tiempo. — Vése pues que, á pesar de haber sido estudiado en diversos sentidos, aun está por resolver este problema.

El anillo no puede escapar á la destruccion que resultaria de la atraccion del planeta, sino por un movimiento de rotacion; pero si este sistema fuera perfectamente circular y tuviera por centro el mismo de Saturno, el equilibrio seria instable: luego sólo puede conservarse el anillo en virtud de una excentricidad y de un movimiento. Esta excentricidad se halla comprobada por las observaciones, habiendo sido anunciada desde el año 1684 por Gallet de Avignon. « En la cuadratura, dice este astrónomo, el centro del planeta aparece mas próximo al borde oriental del anillo. »

Schwabe, sin tener conocimiento de la observacion, tan antigua, del astrónomo frances, advirtió lo mismo en 1827; pero el espacio oscuro comprendido entre el anillo y el planeta le pareció mas ancho al este que al oeste. Harding, á quien comunicaron este hecho, le halló exacto; lo participó á William Struve, quien se propuso determinar la diferencia de los dos espacios oscuros valiéndose del grande antejo de Dorpat; y halló que el espacio oriental era $0^{\circ},21$ mayor que el occidental¹.

1. Estos anillos se han escapado del ecuador de Saturno, como la Tierra se escapó del Sol, y la Luna de la Tierra, quedando ahí como el único y último ejemplo de la creacion de los mundos en nuestro sistema. Pero ¿por qué permanecen en ese estado, en vez de condensarse tambien en forma de satélites, como los otros ocho del sistema de Saturno? Precisamente son estos mismos ocho satélites los que lo estorban. Por medio de sus revoluciones, cambian ellos á cada instante el equilibrio, é impiden la continuidad de todo procedimiento de agregacion. Aun el vacío que separa los dos anillos es debido á la influencia de los satélites, pues un satélite que circulara en ese vacío efectuaría su revolucion en un período submúltiplo de los de Dione, Encélado, Mimas y Tétis, donde la atraccion vendría periódicamente á desarreglarlo. Los satélites de Saturno mantienen los anillos y el intervalo que los separa, como la atraccion de Júpiter ha impedido la formacion de un gran planeta entre él y Marte, y mantiene vacíos entre las diferentes zonas de los planetas menores.

Hemos dicho que, de vez en cuando, desaparece el anillo á nuestra vista, á causa de la combinacion del movimiento de la Tierra con el de Saturno. Esto es fácil de explicar. Notemos desde luego, que si nos halláramos en la prolongacion del eje de rotacion de Saturno, es decir, encima de uno cualquiera de sus polos, veriamos de frente los anillos, que nos parecerian entónces enteramente *circulares*, como lo son en realidad. Al contrario, si nos suponemos colocados en el plano del ecuador de Saturno, en la prolongacion de estos anillos ecuatoriales, ya no los veremos sino



83. — Cambios de perspectiva en el aspecto de los anillos de Saturno vistos desde la Tierra.

de canto, como una línea que atraviesa al planeta traspasándole en cada lado. Entre estas dos posiciones extremas, los anillos se nos mostrarán más ó ménos ovalados, según que los veamos más ó ménos oblicuamente. Ahora bien, basta considerar con alguna atención la figura anterior, para comprender que cuando Saturno, en su movimiento alrededor del Sol, pasa al plano del Sol, como lo hemos visto en 1862, y como lo volveremos á ver en 1878, sus anillos desaparecen para nosotros : 1º porque no los vemos sino

de canto, ó por el borde; y 2º porque dejan de estar alumorados. Esta desaparicion tiene lugar naturalmente cada medio año saturnal, es decir, cada quince años nuestros. Recíprocamente, esos anillos tienen para nosotros su máximum de abertura en las extremidades del eje de la órbita de Saturno perpendicular al anterior. La desaparicion dura algunos meses, con variaciones que dependen del movimiento de la Tierra.

Añádase aún que estos anillos no están distribuidos segun una superficie absolutamente plana, sino que experimentan irregularidades que son visibles cuando se nos presentan de lado ó de canto, y que producen sombras sobre el planeta. Además, varían perceptiblemente en longitud y en espesor. Cuando la luz de los anillos se reduce á un hilo, se distinguen en este hilo unos nudos brillantes. William Herschel creyó comprobar un cambio de lugar en estos puntos luminosos, y su rotacion en 10 h. 32 m. Ahora ya no es posible aceptar esta conclusion sino bajo beneficio de inventario, puesto que Schroeter y Hardin en 1802 y 1803, Schwabe en 1833 y 1848, de Vico en 1840 y 1842, Schmidt y Bond en 1848, Secchi en 1862 y Trouvelot en 1874, han hallado siempre esos puntos inmóviles. Schroeter los tomó por montañas, y Olbers vió en ellos ciertos efectos de perspectiva de algunas partes del anillo dotadas de mayor extension é intensidad de luz. Bond creía que eran producidos por el reflejo de la luz emanada de los bordes interiores, vistos oblicuamente al traves de las aberturas de los anillos, pues no se halla todo el sistema en el mismo plano.

CAPITULO II

LOS SATELITES DE SATURNO.

No bastaba á la ambicion de Saturno el maravilloso sistema anular que es objeto de tanta admiracion, sino que tambien ha recibido del Cielo el mas rico cortejo de satélites que existe en todo el sistema solar : nada ménos que ocho mundos le acompañan en su destino.

Estos ocho mundos forman un imperio de dos millones de leguas de anchura. Sin embargo, Saturno está tan distante de la

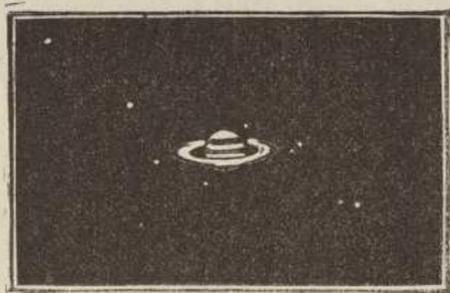


FIG. 84. — El cortejo de Saturno.

Tierra, que esa anchura se halla reducida para nosotros á un espacio tal que la Luna nos le ocultaría enteramente! Si el centro

de la Luna se aplicara sobre el centro de Saturno, el satélite mas lejano, no sólo no traspasaria el disco lunar, sino que ni se aproximaria á sus bordes, faltándole aún para alcanzarlos como un tercio del semidiámetro lunar.

Hé aqui los nombres de los ocho compañeros de Saturno, con sus distancias del centro del planeta valuadas en leguas, y la duracion de sus revoluciones valuadas en dias solares terrestres :

	DISTANCIA DEL CENTRO DE SATURNO		DURACION DE LAS REVOLUCIONES.
	en radios de $\frac{1}{2}$.	en leguas.	
I. Mimas.....	3,36	51 750	0 ^h 22 ^m 37 ^s 23 ^a
II. Encelado...	4,31	66 400	1 8 53 7
III. Tétis.....	5,34	82 200	1 21 18 26
IV. Dione.....	6,84	105 300	2 17 41 9
V. Rhea.....	9,55	147 100	4 12 25 11
VI. Titan.....	22,14	341 000	15 22 41 25
VII. Hyperion..	26,78	412 500	21 7 7 41
VIII. Japet.....	64,36	991 000	79 7 53 40

Los tres primeros satélites están todos mas próximos á Saturno que la Luna á la Tierra; y aún lo estarian mas si se midieran sus distancias de la superficie del planeta. En este caso, Mimas sólo dista, por término medio, unas 36 350 leguas, y aún el IV^o, Dione, no se halla sino á 90 000 leguas, es decir, á menor distancia tambien que la de la Luna. Sus distancias de la arista del anillo exterior son aún mas cortas, acercándosele Mimas hasta á 17 450 leguas.

Nuestra figura 85 muestra el sistema de las órbitas con sus dimensiones relativas proyectadas sobre el plano del ecuador de Saturno. Estas órbitas casi coinciden con el plano del anillo y del ecuador. El único que hace excepcion es Japet, el VIII^o satélite, cuya órbita alcanza una inclinacion de 12° 14'. Segun Laplace, esta diferencia se explica por la accion preponderante de Saturno, « que, en virtud de su aplanamiento, retiene los seis primeros orbes y sus anillos en el plano de su ecuador; mientras que la accion del Sol, que tiende á desviarlos, no se hace sentir sino por el satélite mas lejano ».

Los satélites de Saturno no han sido descubiertos sino su-

cesivamente, según la gradación de su brillo respectivo y el progreso de los instrumentos de óptica. El primero que se distinguió (el mas voluminoso, Titan) fué descubierto por Huygens en 1655. Los instrumentos de este astrónomo ha-

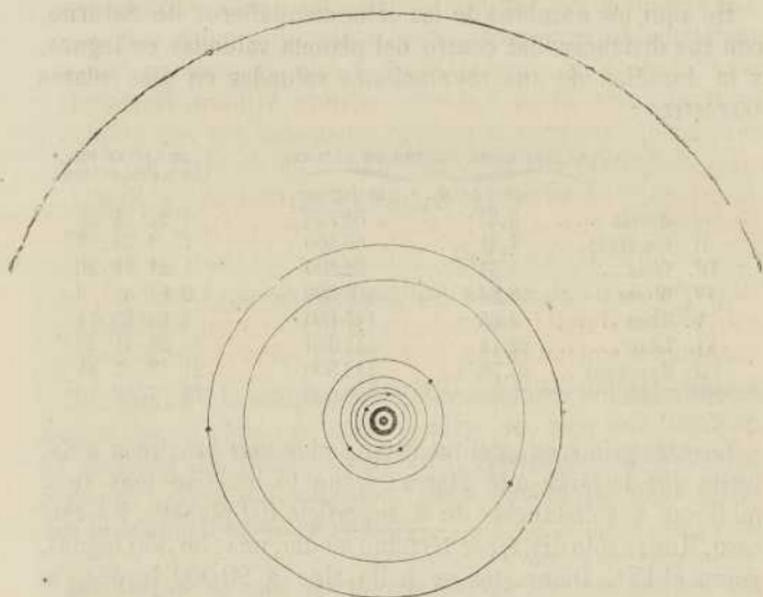


FIG. 85. — El sistema de Saturno.

brian sido suficientes para descubrir otros, si él los hubiera buscado con atención; pero en aquella época reinaba la singular convicción de que no podía haber mas satélites que planetas! y nadie los buscó. — La historia de las ciencias demuestra que á cada paso las clásicas preocupaciones han retardado el progreso: cada época tiene las suyas; es harto difícil emanciparse de ellas, y los que tienen bastante independencia de carácter para hacerlo, no son generalmente comprendidos ni apreciados por sus contemporáneos.

Titan es el VI^o satélite; el segundo descubierto fué Japet, el mas lejano, en el Observatorio de Paris, en 1671, por J.-D. Cassini. El año siguiente, señaló el mismo astrónomo

otro nuevo, el V^o, Rhea, y doce años despues, en 1684, descubrió él tambien otros dos, el III^o (Tétis) y el IV^o (Dione). Luis XIV hizo acuñar una medalla conmemorativa, con esta inscripcion : *Saturni satellites primum cognití.*

Las cercanías de Saturno habian sido desde entónces tan completamente exploradas, que nadie imaginaba que pudieran existir aún otros satélites, y sólo despues de haber trascurrido mas de un siglo fué cuando William Herschel, con el auxilio del gran telescopio construido por sus propias manos, descubrió dos más, hallando el 28 de abril de 1789 á Encelado, y el 17 de setiembre del mismo año á Mimas. Por último, el mas débil de todos, Hyperion, ha sido el octavo descubierto, en 1848. Valiéndose de sus poderosos instrumentos, Bond en Cambridge, y Lassell en Liverpool, le descubrieron simultáneamente en América y en Inglaterra. Los nombres con los cuales se designan estos globos les fueron aplicados por sir John Herschel.

Se han observado en estos satélites, y especialmente en Japet, ciertas variaciones de brillo que parecen demostrar que probablemente giran alrededor de su planeta presentándole siempre la misma cara, como lo hace la Luna con la Tierra.

A la espantosa distancia que de ellos nos separa, es bien difícil medir sus dimensiones. Sin embargo, Titan, que es el principal de ellos, ofrece el brillo de una estrella de la octava magnitud, y se le ha reconocido un diámetro de medio segundo, que corresponde á 1600 leguas : por consiguiente, es mayor en volúmen que dos de los principales planetas del sistema solar, Mercurio y Marte. Japet subtiende un ángulo de 0',30, que corresponde á 1000 leguas, es decir, casi al diámetro de Mercurio. Rhea parece tener el diámetro de nuestra Luna. Los otros cinco miden de 200 á 500 leguas de diámetro. En nuestra figura 78 se ha visto á Titan colocado por su tamaño en el rango de los planetas.

¿A qué consecuencias nos conducen todos estos datos y documentos, relativamente al estado probable de la vida, tanto en Saturno como en sus ocho reinos?

CAPITULO III

LA VIDA EN EL UNIVERSO DE SATURNO.

Así pues el globo inmenso de Saturno es centro de un verdadero universo, de un universo lejano, mas grande que el universo entero que imaginaron nuestros padres y que el de los pueblos y de los individuos que viven en la ignorancia de la astronomía. Hesiodo creía dar una idea suficiente de las dimensiones del Universo diciendo que el yunque de Vulcano habia tardado nueve dias y nueve noches para caer desde el Cielo sobre la Tierra, y otro tanto para caer desde la Tierra en los infiernos. Pues bien, el camino que mide esa caída, bien que superior al diámetro de la órbita lunar, no igualaria al del sistema saturnal! Las medidas precisas de la astronomía son incomparablemente mas poéticas que las ficciones de los poetas mas audaces. El universo saturnal, tan distante de nosotros, que una cabeza de alfiler colocada en la extremidad de nuestro brazo nos le oculta á la vista enteramente, es un verdadero sistema solar en miniatura, — en miniatura por comparacion, pues la órbita del último satélite mide nada ménos que 6 millones de leguas de extension, lo que no es ciertamente el marco de una miniatura! Como, por otra parte, en el infinito no hay grande ni pequeño, este sistema es en realidad tan rico y tan digno de atencion como el sistema planetario entero; y para los habitantes de sus diferentes mundos, es un verdadero universo.

¿Cuáles son las condiciones de habitabilidad de toda esa república de mundos? ¿Qué analogías y qué diferencias presentan ese globo central y sus compañeros con la Tierra? ¿Bajo qué forma ha podido aparecer la vida en el astro saturnal y en su sistema?

Lo primero que llama nuestra atención, al estudiar atentamente ese planeta lejano, es la presencia de bandas análogas á las de Júpiter. Hay una sobre todo que se extiende sobre el ecuador del planeta y que es permanente, mientras que las otras varían; generalmente se halla teñida de un ligero color rojo-carmin. Por lo demás, todo el globo de Saturno es mas amarillo que el anillo blanco luminoso. Aunque mas difíciles de observar que las de Júpiter, á causa de su enorme distancia, las bandas de Saturno han podido sin embargo ser dibujadas, sobre todo en estos últimos veinte años, con bastante frecuencia para comprobar sus rápidas y casi cotidianas variaciones. Formanlas unas nubes de la naturaleza de nuestros *cirri*, que se hallan dispuestas en largos regueros en las alturas de la atmósfera saturnal, á causa de la rapidez del movimiento de rotación. Si la banda ecuatorial es la mas permanente, proviene esto sin duda de que la causa que la produce es permanente también, y esta causa no es otra que la atracción del anillo. Bessel ha calculado que la masa del anillo debe ser $\frac{1}{118}$ de la del globo de Saturno: como la atracción obra en razón directa de las masas y en razón inversa del cuadrado de las distancias, y el anillo se halla muy próximo á la superficie, debe resultar de aquí una marea diurna de prodigiosa elevación, tanto en la atmósfera como en los mares de Saturno, y la banda atmosférica ecuatorial debe ser una especie de rodete, una hinchazón nebulosa de muchos cientos de kilómetros de espesor. — La acción de los satélites es mucho mas débil.

Saturno se halla pues circundado de una atmósfera que recuerda la de Júpiter en cuanto á la disposición general, pero que presenta esta diferencia esencial de una banda ecuatorial permanente debida á la atracción del anillo. La análisis espectral ha confirmado esta analogía.

« El espectro de Saturno, dice Huggins, es débil, pero se descubren en él algunas rayas semejantes á las que distinguen el espectro de Júpiter. Estas rayas están ménos fuertemente indicadas en la luz de las asas de los anillos, demostrándonos así que el poder absorbente de la atmósfera alrededor de los anillos es mas débil que el de la atmósfera que envuelve el globo del planeta. Las rayas de absorcion de este espectro parecen ser las del vapor de agua. »

El P. Secchi ha hallado esta misma analogía entre los espectros de ambos planetas, y ha señalado además en el de Saturno ciertas líneas que no coinciden con ninguna de las de nuestra atmósfera terrestre; deduciendo de esto que la atmósfera saturnal encierra gases que no existen en la nuestra. Hé aquí también los resultados obtenidos por Vogel el año anterior :

En el espectro de Saturno se han podido reconocer las rayas mas marcadas del espectro solar. Algunas bandas, sobre todo en el rojo y el naranjado, no tienen allí sus correspondientes; pero coinciden con grupos de rayas del espectro de nuestra atmósfera, *exceptuando sin embargo una banda muy intensa* (longitud de onda = 618). Los rayos azules y violáceos sufren una absorcion uniforme á su paso al traves de la atmósfera de Saturno; esta absorcion es sobre todo muy marcada en la zona ecuatorial oscura. El espectro de Saturno presenta por consiguiente muy grande analogía con el de Júpiter. — No sucede lo mismo con el *anillo*. La banda característica en el rojo no se encuentra allí, ó á lo ménos, está sólo marcada por un trazo muy débil. Es pues probable que el anillo carezca de atmósfera, ó que sea ella sumamente tenue.

La atmósfera de Saturno, por lo demas, es tan espesa, y está tan cargada de nubes, que jamas puede verse la superficie de su suelo, lo mismo que sucede con Júpiter, exceptuando tal vez los parajes de las regiones polares, que de ordinario son mas blancas que las zonas templadas y tropicales, quizás porque están también cubiertas de nieve, y que son tanto mas blancas, alternativamente en cada polo, cuanto mas entrado está el invierno. Pero no distinguimos, como en Marte, el suelo geográfico, los continentes, los mares y las variadas configuraciones que deben diversificarle.

La intensidad de la pesantez en la superficie de Saturno excede como en $\frac{1}{10}$ á la que aquí existe; pero la densidad de las sustancias es allí siete veces mas débil que aquí, y además, la forma esferoidal del planeta prueba que, como en Júpiter, y como en la Tierra, esta densidad va aumentando desde la superficie hácia el centro; de suerte que las sustancias exteriores son de una ligereza inconcebible. Por otra parte, si aquella atmósfera es tan profunda como parece serlo, debe ser en su base de una fuerte densidad y de una enorme presión, y mas pesada que los objetos de la superficie. Es indudablemente una situación bastante extraña. ¿Serán, pues, los habitantes de Saturno seres aerostáticos incapaces de permanecer en el suelo, y flotando en la atmósfera, como tenemos por acá algunos modelos, ciertas imágenes artificiales poco respetuosas en esos animales de tripa de buey, inflados de hidrógeno, con que se suele divertir á los niños y á las gentes sencillas en las ferias y otras fiestas públicas? ¿Será Saturno un mundo aéreo, cuyos indigenas viven sentados sobre tronos de nubes, como en los tiempos mitológicos lo fué el Olimpo, donde á la sazón reinaban juntos el mismo Saturno, Júpiter, Marte, Vénus y toda la corte de tales deidades? Sir Humphry Davy habria penetrado entónces sin duda los secretos del cielo cuando daba la siguiente curiosa descripción de los habitantes de este planeta :

« Aquellos seres gigantescos, decia él, de una forma indescripible, me parecieron dotados de un sistema de locomocion análogo al del caballo marino, pero sus movimientos se efectuaban por medio de seis membranas de las cuales se servian como si fueran alas; sus colores eran hermosos y variados, sobre todo azul y rosa : la parte anterior de su cuerpo se hallaba provista de un gran número de tubos móviles y enrollados, cuya forma recordaba un poco la de las trompas de elefantes.... Yo experimenté un estupor insólito cuando vi á uno de ellos emprender su vuelo y elevarse hácia las nubes.... Aquellos seres viven en la atmósfera. Su grado de sensibilidad y de dicha es muy superior al de los Terrícolas : están dotados de numerosos sentidos, han sometido las fuerzas de la naturaleza, y gracias á la densidad de su atmósfera y á la pesantez específica de su planeta, han podido determinar con precision todos los movimientos del sistema solar : cual-



EL SISTEMA DE SATURNO.

quiera de ellos podría decir dónde esta la Luna terrestre, sin verla, sólo por el cálculo: sus inteligencias están en una actividad incesante y esta actividad es para ellos un perpetuo manantial de gozos. Se nutren de flúidos, viven entre sus nubes, que dirigen ellos mismos á la manera de carrozas aéreas, etc., etc.^{1.} »

Es un hecho incontestable que el mundo de Saturno es mas aéreo que el nuestro, y que su atmósfera ejerce una funcion considerable, miéntras que la densidad de los cuerpos es allí extremadamente débil. Esta presion atmosférica sería hasta pavorosa, si aquel mundo fuera tan frio como parece indicarlo su grande lejanía del Sol; pero puede ella ser considerablemente disminuida por el calor. Ahora bien, las observaciones telescópicas nos inducen á creer que, en efecto, hay allí una cantidad de calor mas fuerte que la que resultaria de la distancia á que se halla el astro del dia; pues éste, visto desde Saturno es, como hemos dicho, 90 veces mas pequeño en superficie, hallándose reducidos su calor y su luz en la misma proporcion. El agua no podría subsistir allí sino en el estado sólido del hielo, y el vapor de agua tampoco podría producirse para formar nubes análogas á las nuestras. Pues bien, se notan allí variaciones meteóricas análogas á las que hemos observado en Júpiter, pero ménos intensas. Los hechos se unen pues á la teoría para mostrarnos que el mundo de Saturno se halla en un estado de temperatura por lo ménos tan elevado como el nuestro, si no más.

¿De dónde proviene este calor? Sin duda del mismo globo de Saturno, que no se ha enfriado aún como el nuestro, á causa de su enorme volúmen. Por lo demas ¿quién sabe si la constitucion física y química de su atmósfera, y las influencias cósmicas que resultan de su misteriosa armazon de anillos y de su cortejo de ocho satélites, no se aunarán para producir ciertos esluvios eléctricos y para trasformar ciertos movimientos en calor? Tiene la Naturaleza en reserva mil procedimientos que nos son desconocidos. Lo que podemos asegurar, es que los movimientos observados en ese mundo

1. *Los últimos días de un filósofo*, trad. del autor.

ejano excluyen todo pensamiento de muerte ó de inercia, y prueban que es él hoy teatro de una actividad no ménos poderosa que esta cuyos efectos pudiera comprobar un observador aquí en nuestro propio planeta⁴.

Hemos visto que la inclinación del ecuador de Saturno es de 28°. Por consiguiente las estaciones tendrían con corta diferencia la variedad de las nuestras, si el Sol fuera el único regulador de la temperatura saturnal. Pero acabamos de demostrar que ese mundo disfruta de un manantial de calor independiente del de los rayos solares; resultando de todos estos hechos que las estaciones de este planeta son templadas en sus extremos de frío, y que sin duda, á pesar de la debilidad de la acción solar, los inviernos saturnales son ménos fríos que los inviernos terrestres. Cada una de estas estaciones dura mas de siete años nuestros!

Pero el carácter mas raro del calendario saturnal, es indudablemente el hallarse complicado, no sólo con el guarismo fabuloso de 25060 dias por año, sino tambien de ocho especies de meses diferentes, cuya duración varía desde 22 horas hasta 79 dias, es decir, desde casi 2 dias saturnales hasta 167. Es como si nosotros tuvieramos aquí ocho lunas diferentes, de las cuales la mas próxima recorriera todas sus fases en dos dias, y las otras siete escalonaran sus meses hasta ocupar cerca de medio año.

Los habitantes de un mundo semejante deben diferenciarse sin duda de nosotros, de un modo extraño, bajo todos conceptos. La ligereza especifica de las sustancias saturnales y

4. Hay mas. Ora sea por un efecto del calor interior, ora por ciertas variaciones dependientes de la atracción de los anillos, ora en fin por causas aún desconocidas, esa atmósfera nebulosa que nos delinea el contorno del globo saturnal visto desde aquí, ha presentado á veces cambios de forma bien extraños. Así, en 1805, halló William Herschel que el mayor diámetro de aquel globo no era el diámetro ecuatorial, sino un diámetro que forma con el ecuador un ángulo de 45°; de modo que Saturno dejaba de ser redondo para aproximarse á la forma rectangular. Y esto no puedo ser una ilusión de óptica, pues el eminente astrónomo repitió varias veces sus medidas, muy sorprendido, como es de suponer, de semejante figura. Esta deformación del planeta no ha sido vista solamente por dicho astrónomo, puesto que tengo yo aquí presentes varias observaciones del mismo orden hechas desde principios de este siglo por Schroeter, Kitchener, Airy, Bond, Coolidge y Schiaparelli. Luego existen fuerzas incomparablemente mas poderosas que las fuerzas terrestres obrando en ese mundo y en su atmósfera.

la densidad de la atmósfera habrán conducido la organizacion vital en una direccion extra-terrestre, y las manifestaciones de la vida se habrán producido y desarrollado alli bajo formas inimaginables. Suponer que alli no hay nada fijo, que el planeta mismo no tenga esqueleto, que la superficie sea líquida, que los seres vivientes sean gelatinosos, en una palabra, que todo sea alli inestable, seria sin duda traspasar los límites de la induccion puramente científica. Pero indudablemente, de todos los mundos del sistema, él es el que mas se aproxima á tal estado. Las condiciones de pesantez son alli, no sólo extrañas, sino que áun varian de una latitud á otra¹.

Si los esfinges hablaran, si las estatuas de Memnon pudieran hacerse comprender, las voces de la Naturaleza nos dirian tal vez que los Saturnícolas tienen cuerpos transparentes al traves de los cuales se vé circular la vida; que jamas sienten el peso de la materia; que vuelan sin alas en el seno de una atmósfera nutritiva; que no están sometidos como nosotros á una alimentacion grosera y á sus ridiculas consecuencias; que están dotados de un sistema nervioso incomparablemente mas sensible que el nuestro; que de él reciben por decirlo asi la ciencia infusa, estudian gozando de una dicha perpetua los misterios de los cielos y de los mundos, y viven en fin en un estado casi angélico una vida treinta veces mas larga que la nuestra.

¡Maravillosa morada aquella, sin duda! y bien se deja comprender que la naturaleza habrá sabido alli sacar el mejor partido posible de todas esas tan favorables condiciones, como lo ha hecho aqui de las mediocres condiciones te-

1. A causa de la velocidad del movimiento de rotacion, la pesantez se disminuye $\frac{1}{4}$ en el ecuador; de suerte que, mientras que en las regiones polares pesan los objetos mas que en la Tierra, en el ecuador pesan ménos. Un cuerpo que cae recorre sobre nuestro globo 4^m.90 en el primer segundo de su caída, y sobre Saturno 5^m.34 en las latitudes polares, y sólo 4^m.51 en las regiones ecuatoriales. Si Saturno girara solamente dos veces y média mas aprisa, los objetos *no tendrían ya peso ninguno* en estas regiones! Pero hay mas: la atraccion contraria del anillo disminuye aún el peso en una proporcion notable, y hay una zona, entre el anillo interior y el planeta, donde los cuerpos son igualmente atraídos por arriba y por abajo. No es menester hacer un grande esfuerzo de imaginacion para concebir que si una atmósfera intermedia lo permite, los habitantes aéreos de Saturno pueden muy bien gozar de la facultad de volar hasta á los anillos!

resres. Pero entre todos esos espectáculos extra-terrestres, el que mas nos sorprenderia, si pudiéramos trasladarnos á aquella estancia, sería indudablemente el extraño aspecto de los anillos que se prolongan en el cielo como un puente colgante lanzado en las alturas del firmamento. Hagamos la suposicion de que habitamos en el ecuador mismo de Saturno : aquellos anillos nos aparecen como una línea delgada que han trazado en el cielo sobre nuestras cabezas, pasando justamente por nuestro zenit, elevándose del este y aumentando en anchura, descendiendo despues hácia el oeste y disminuyendo segun la perspectiva. Sólo allí tenemos los anillos precisamente en el zenit. El viajero que se traslada desde el ecuador hácia el uno ú el otro polo, sale del plano de los anillos, y éstos bajan insensiblemente, al mismo tiempo que sus dos extremidades dejan de parecer diametralmente opuestas para ir acercándose poco á poco una á otra. El celeste arco de triunfo disminuye de altura y de anchura á medida que nos acercamos al polo. Cuando llegamos al 63° grado de latitud, la cima del arco ha descendido á nivel de la prolongacion de nuestro horizonte, y el maravilloso sistema desaparece del cielo; de suerte que los habitantes de los polos, hasta esa latitud (que corresponde á la de nuestro golfo de Botnia) no le conocen, no le han visto nunca, — á ménos que hayan viajado hácia el ecuador, — y se hallan en una posicion ménos ventajosa que la nuestra para estudiar su propio mundo, á pesar de hallarnos nosotros á la distancia de 300 millones de leguas.

Para formarse una idea del aspecto de los anillos vistos desde Saturno á una latitud média (al 30° grado), examínese nuestra figura 86, donde este aspecto se halla geoméricamente representado, como tambien el de varios de sus satélites, jugueteando sobre ese arco iris perpetuo y mostrando continuas y variadas fases. La sombra ovalada que se vé en medio del sistema es la del mismo globo de Saturno, que eclipsa una region de los anillos más ó ménos extensa segun la época del año : esa sombra es análoga á la que la Tierra proyecta sobre la Luna durante los eclipses. La vista que hemos dibujado aquí está tomada á medianoche, hallándose el Sol detras de nosotros y alumbrando el lado de los anillos que atraviesa nuestro cielo.

Durante medio año saturnal, los anillos dan una admirable claridad lunar á un hemisferio del planeta, y durante el otro medio iluminan el hemisferio opuesto; pero siempre hay medio año sin « claridad anular », puesto que el Sol no alumbra sino una cara á la vez. Quizas durante ese medio año (no olvidemos que equivale á 15 años nuestros) la cara oscura esparce cierta claridad fosforescente. A pesar de su volúmen y de su número, los satélites no emiten tanta luz nocturna como es de suponer, pues no reciben, en igualdad de superficie, sino la 90ª parte de la luz solar que recibe nuestra luna. Ni aún Titan alumbra gran cosa, pues aparece allí solamente con un diámetro igual á los $\frac{2}{3}$ del de la Luna, y no envía á Saturno sino la 200ª parte de la luz de nuestro plenilunio. Japet no tiene sino $\frac{1}{2}$ del diámetro aparente de nuestro satélite, y sólo refleja una claridad 3850 veces mas débil; Hyperion no envía sino la 9000ª parte. Todos los satélites saturnales que pueden hallarse á la vez sobre el horizonte y tan próximos como es posible á la plena fase, no envían en total mas de la 100ª parte de nuestra luz lunar. Pero el resultado debe de ser casi el mismo, porque el nervio óptico de los Saturnícolas debe ser 90 veces mas sensible que el nuestro.

El movimiento de Mimas es tan rápido, que los Saturnícolas pueden verle andar en el cielo como la aguja de un inmenso cronómetro. Describe 360° en 22 horas, ó sea, 16° por hora; de suerte que en dos minutos recorre un espacio igual al diámetro aparente de nuestra propia luna.

No es esto aún toda la extraña singularidad de tal situación. Esos anillos son tan anchurosos, que su sombra se extiende por la mayor parte de las latitudes medias. Durante quince años, está el Sol al sur de los anillos, y durante otros quince al norte. Los países del mundo de Saturno que tienen la latitud de Madrid sufren un eclipse total de Sol que dura mas de siete años, y los que tienen la latitud de Paris le sufren durante mas de cinco años. Para el ecuador, es este eclipse ménos largo y no se repite sino cada quince años; pero allí hay casi todas las noches eclipses de las lunas saturnales, unas eclipsadas por otras, y tambien por los anillos alternativamente todas ellas. Para las regiones circumpolares, el astro del día nunca es eclipsado por los anillos; pero los satélites giran en espiral describiendo circu-

los fantásticos, y el mismo Sol desaparece para el polo durante una larga noche de quince años.



FIG. 86. — Paisaje saturnal visto á medianoche, á la claridad anular.

Como se vé, ese mundo no ofrece ninguna analogía con el nuestro, y la vida allí debe ser muy diferente de lo que es aquí.

Desde allí sólo aparece el Sol bajo el aspecto de un disco diámetro y resplandeciente, casi diez veces mas pequeño que el nuestro en diámetro, es decir, de $3' 22''$, y los planetas inferiores á la órbita de Saturno se desvian de él solamente :

Mercurio á.....	2° 19'
Vénus.....	4° 21'
La Tierra.....	6° 1'
Marte.....	9° 11'
Júpiter.....	33° 3'

Para los habitantes de Saturno, la Tierra es, como para Júpiter y aún mas, un *puntito* luminoso que no se separa mas de 6° del Sol, es decir, unas 12 veces el ancho aparente que él nos ofrece. Mas difícil habrá sido aún descubrirla desde allí que desde Júpiter, pues no es sino un punto imperceptible, y hasta es muy

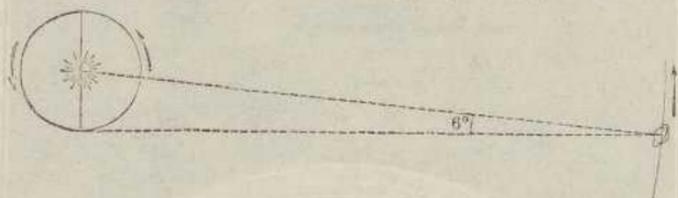


FIG. 87. -- Relacion entre la órbita de la Tierra y la distancia de Saturno.

dudoso que hayan podido verla cuando pasa por delante del Sol, lo que le sucede cada quince años; á ménos de admitir, lo que por lo demas es muy posible, que los Saturnícolas gocen de facultades visuales trascendentes. De todos modos, *este planeta es el último* desde donde es posible distinguir nuestro mundo diminutivo, y para el resto del universo, para el infinito entero, somos como si no existieramos siquiera. Por otra parte, es evidente, que si por allá han descubierto nuestro globo, no por eso piensan en *nosotros*, pues este globulillo debe de haber sido declarado por los académicos saturnales harto mediocre, abrasado, desierto é inhabitable.

Mercurio y Vénus son desde allí completamente invisibles. Marte es algo ménos difícil de distinguir que la Tierra; pero en cambio Júpiter es allí el verdadero dios del firmamento, brillando por mañana y tarde, como Vénus para nosotros. Urano es para ellos una estrella brillante, visible en las constelaciones de medianoche, y Neptuno una estrellita visible tambien á la simple vista.

Tal es el espectáculo del universo visto desde el globo de Saturno. Visto desde los satélites, tal vez es aún mas extraordinario.

No olvidemos que son ellos verdaderos mundos, algunos de los cuales son mas voluminosos que Vesta, Ceres, Pálas y Mercurio, y mas semejantes á la Tierra que el mismo Saturno. Es mas que probable que son habitables y que están habitados, lo mismo que las provincias del sistema de Júpiter; y cierto que el coloso en torno del cual gravitan parece, bajo el punto de vista de las causas finales, hecho mas bien para ellos que ellos para él. Visto desde Mimas, el globo de Saturno ocupa en el cielo un espacio de 17° de ancho, es decir, 900 veces mas extenso en superficie que nuestra Luna-llena! Va pareciendo cada vez ménos colosal segun que se va alejando el punto de vista de satélite en satélite; pero desde el VII es aún 16 veces, y desde el último, 4 veces mas vasto en superficie que nuestro plenilunio. ¡Qué globo y qué fases! El anillo no es visible sino de lado, de canto: es una línea de luz celeste que se extiende por ambos lados del globo y ocupa, vista desde Mimas, un espacio de 93° : la mitad del cielo! Añádase á este espectáculo que, para cada satélite, son los otros siete otras tantas lunas que giran acompasadas, ofreciendo las mas admirables sucesiones de fases, de mutuos eclipses, y de juegos ópticos variados de mil maneras por la varilla mágica que arrolló el anillo de Saturno en derredor del maravilloso planeta, — coloridos traslúcidos, que no podríamos pintar sino teniendo por paleta un arco iris y por lienzo el azul del zenit.

Superfluo seria añadir que, á pesar de la mejor voluntad del mundo, es difícil imaginar que los anillos puedan estar habitados por seres de ninguna especie.

En conclusion, este maravilloso sistema se nos presenta en las condiciones fisiológicas siguientes, que resumen todas las observaciones anteriores:

ESTADO PARTICULAR DEL MUNDO DE SATURNO.

Situación astronómica.....	Globo central, rodeado de anillos y de ocho satélites.
Duración del año.....	29 años ó 10 759 días terrestres.
Duración del día en el globo...	10 horas 16 minutos.
Número de días en el año.....	25 069.
Estaciones y climas.....	Probablemente nulos. Temperatura constante.
Temperatura.....	Sin duda mas elevada que la de la Tierra.
Atmósfera.....	Densa y cargada de vapores.
Diámetro del globo en el ecuador.	Casi diez veces mayor que el de la Tierra = 30 500 leguas.
Vuelta al mundo saturnal.....	Unas 100 000 leguas.
Densidad de los materiales.....	Siete veces mas débil que aquí = 0,130.
Pesantez en la superficie.....	Un décimo mas fuerte que aquí.
Estado probable de la vida.....	Séres aéreos, habitando sin duda en el seno de la misma atmósfera.
Estado probable en los satélites.	Moradas extrañas, pero que sin duda difieren ménos de la Tierra que el mismo Saturno.
Gran diámetro de los anillos...	71 000 leguas.
Gran diámetro del sistema.....	1 982 000 leguas.
Diámetro del Sol.....	Diez veces mas pequeño que visto desde aquí = 3' 22".
La Tierra apreciada desde Saturno.	Casi invisible : un punto telescópico que pasa cada quince años por delante del Sol.

LIBRO IX

URANO Y NEPTUNO. — LOS UNIVERSOS LEJANOS.

LA VIDA EN EL INFINITO.

CAPITULO PRIMERO

EL MUNDO DE URANO.



Nuestro viaje planetario nos ha llevado á las regiones extremas del dominio del Sol, regiones descubiertas solamente por las últimas conquistas de la astronomía. Para la antigüedad, Saturno marcaba el límite del sistema, y hasta fines del siglo anterior, fué este planeta la *última Thule* de la navegación celeste. Propenso siempre á medir el Universo por su propia talla, el entendimiento humano no se atrevía á aventurarse mas allá; y cuando probaba á representarse el abismo desconocido que se extiende allende esa antigua frontera, la distancia saturnal, diez veces superior á la que nos separa del Sol, parecía ya tan inmensa, que nadie osaba colocar las estrellas mucho mas léjos, y áun algunos suponían que la sombra de Saturno debía eclipsar las del Zodiaco! El descubrimiento de un nuevo planeta, descubrimiento hecho en 1781 por William Herschel, astrónomo hannoveriano emigrado en Inglaterra, extendió de repente y de un salto el límite del sistema, desde 355 hasta 733 millones de leguas! Esto fué una verdadera revolución.

Dióse á este planeta el nombre de Urano, designándole con el signo Υ , que recuerda la inicial de Herschel.

A esa distancia del centro comun de las órbitas planetarias

(V. la lám. I), Urano gravita en una lenta revolucion que necesita 84 de nuestros años para efectuarla por completo. Cada año de Urano es por consiguiente igual á 84 de los nuestros : si la biología está allí en la misma relacion que la nuestra con la traslacion del planeta en su órbita, un niño de diez años cuenta 840 años terrestres, una jovencita de diez y ocho años no tiene ménos de 1700 primaveras, y un centenario ha vivido 8 400 de nuestros años, — es decir, que nació 4 000 años ántes de la fundacion de las pirámides.....

El largo de esta órbita es de 2 300 millones de leguas, que él recorre en 30 686 dias, de suerte que su velocidad, inferior á la de la Tierra, es de 62 980 leguas por dia, á 6 700 metros por segundo.

A esa distancia, el planeta de Herschel es invisible á la simple vista. Por lo demas su brillo aparente se halla justo en el límite del alcance de la vista humana, pues varía de la 6^a á la 7^a magnitud¹, y en ciertas ocasiones, cuando la distancia es la menor posible, las buenas vistas pueden distinguirle, sabiendo donde está. Su diámetro mide 4". Combinándole con la distancia, se halla que corresponde á una línea de 13 400 leguas, es decir, mas de cuatro veces superior al diámetro de nuestro globo; resultando de aquí que el volumen de este planeta es 74 veces mayor que el de la Tierra. Es el ménos voluminoso de los cuatro planetas exteriores; pero aún lo es mucho mas él solo que los cuatro planetas interiores (Mercurio, Vénus, la Tierra y Marte reunidos). Se ha

1. Yo observé á Urano el 5 de junio de 1872, en una circunstancia muy particular. Habia calculado previamente que debia él pasar en aquella fecha justo contra Júpiter, á la débil distancia de 4' 40", distancia menor que el semidiámetro de la órbita del primer satélite. Llegado el dia, no falté á la observacion, concluyendo de ella que su brillo es igual al del III^{er} satélite de Júpiter, es decir, de 6^a magnitud.

Ya habian observado á Urano, sin seguirle ni reconocerle como planeta, en diez y nueve circunstancias diferentes. Fué observado, en efecto, por Flamsteed, en 1690, 1712 y 1715; por Bradley, en 1748, 1750 y 1753; por Mayer, en 1756; por Lemonnier, en 1759 (cuatro veces), 1768 (dos veces), 1769 (seis veces), y 1771. Si este astrónomo hubiera trascrito con regularidad sus propias observaciones, es indudable que habria él arrebatado á Herschel la gloria de su descubrimiento; pero ponía tal desórden en sus notas y apuntes, que se ha encontrado despues en el Observatorio una de sus observaciones de Urano escrita en un saco de papel que habia contenido polvos para el cabello.

En los libros del Indostan se halla mencionado un planeta difícil de distinguir á la simple vista, y que llamaban *Rahi*.

podido determinar su masa, según los principios expuestos anteriormente, por la velocidad de sus satélites en derredor de él y por su influencia sobre Neptuno, hallándose que pesa 15 veces más que nuestro planeta. Dedúcese de esto que la materia que le compone es mucho más ligera que la de nuestro mundo: su densidad no es sino la quinta parte de la nuestra ($= 0,209$); es más fuerte que la de Saturno, pero más débil que la de Júpiter.

En la superficie de Urano, obra la pesantez con una intensidad algo más débil que en la superficie de la Tierra ($= 0,88$), de suerte que las condiciones de equilibrio y de

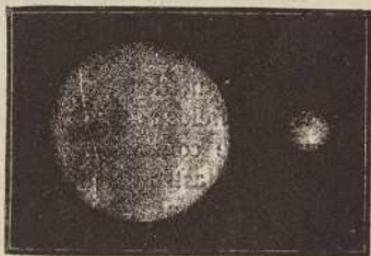


FIG. 88. — Tamaños comparados de Urano y de la Tierra.

movimiento de los cuerpos son allí casi las mismas que aquí, con la diferencia sin embargo de una densidad menor en las sustancias de que están formados.

Urano gira sobre su eje en un período que las observaciones no han podido aún determinar, á causa de la exigüidad del disco de este planeta visto desde la Tierra, pero que debe ser de una rapidez análoga á la rotación de Júpiter y de Saturno, pues sus satélites giran muy rápidamente¹.

Existe aquí una particularidad sorprendente: los satélites de Urano no giran como los demás. Las lunas de la Tierra, de Júpiter, de Saturno y de Neptuno giran todas del oeste al este, en el plano de los ecuadores de estos planetas, ó con

1. Yo he calculado que un cuerpo libre situado á una escasa altura sobre la superficie de Urano efectuaría su revolución en 2 h. 53 m. Si se admite 0,209 para la densidad, la rotación debería ser de 10 h. 40 m.; un centésimo más solamente la ascendería á 11 horas, con tal que este elemento desempeñe en el sistema del mundo el papel que yo he creído reconocerle.

corta diferencia, y este plano no forma un ángulo considerable con el de sus órbitas alrededor del Sol. Los satélites de Urano giran, al contrario, del este al oeste, y en un plano casi perpendicular á aquel en que el planeta se mueve. De este hecho podemos deducir que el eje de rotacion de Urano está casi tendido sobre el plano de su órbita, y que el Sol gira en su cielo en apariencia de occidente á oriente, en vez de girar de oriente á occidente. Casi pudiera decirse que aquel es un mundo inverso. Pero aún hay mas. El ecuador de aquel globo singular tiene 76° de inclinacion; por consiguiente el sol de su cielo se aleja durante el decurso de su largo año hasta esa misma latitud: es como si nuestro sol abandonara el cielo asombrado del Africa central y de los trópicos para irse á las regiones boreales donde nuestras valerosas expediciones buscan, desde diez años acá principalmente, al traves de los hielos, de la soledad y el crepúsculo, la misteriosa ruta que conduce al polo! ó como si, en Paris, viésemos en verano el astro del día girando en derredor del polo, sin ocultarse nunca, ni aún á medianoche, por espacio de 21 años (¡qué verano!), y permanecer despues invisible durante un invierno de otros 21 años tambien... Las estaciones son allí aún incomparablemente mas extrañas que las que hemos señalado en Vénus, pues las regiones ecuatoriales no son mas privilegiadas que las regiones polares. Sí, relativamente á la Tierra, es aquel en realidad un mundo inverso!

Pero, por otra parte, ¿qué vienen á ser las estaciones producidas por un sol 390 veces ménos caliente que el nuestro? Hallándose Urano 19 veces mas distante que nosotros del astro central, le ofrece éste un disco 19 veces mas pequeño en diámetro; por consiguiente, 390 veces mas pequeño en superficie. Si representáramos por un círculo de 19 centímetros de diámetro el tamaño aparente del Sol visto desde la Tierra, al de Urano no le corresponderia sino un centímetro. Segun lo que hemos dicho acerca de la luz de la Luna, este tan reducido sol de Urano alumbraba como 1584 lunas-lleñas. Aunque mas pequeño, es tan vivo y deslumbrante como el nuestro; su diámetro sólo mide $1'40''$.

En tales condiciones de luz, no ha podido formarse el nervio óptico como se ha formado en la Tierra. Un habitante de Urano, trasladado á nuestra luz, quedaria ofuscado y ciego como quedó el virtuoso Régulo despues de su suplicio. Sus ojos están constituidos para aquella claridad templada, y miéntras que aquí los nictálopes y los ojos nocturnos son la excepcion, allá son la regla. Mas sensibles que los nuestros, sus órganos visuales, en armonia con el medio envolvente en el cual se han desarrollado, les permiten ver tan claro durante el dia, y mas claro durante la noche de lo que nosotros vemos aquí. Sin duda alguna distinguen ellos á la simple vista las estrellas de la 7^a magnitud.

La atmósfera de Urano ha sido examinada y verificada por la análisis espectral. Difiere de la nuestra por sus facultades de absorcion, se asemeja mas á las de Saturno y de Júpiter que á la que nosotros respiramos, y encierra *gases que no existen sobre nuestro planeta.*

Hé ahí pues un mundo que difiere del nuestro bajo todos conceptos, tanto y aún mas que las condiciones de habitabilidad del fondo oscuro de nuestros océanos difieren de las de las soleadas montañas de la América del Sur. De aquí inferimos que no puede estar habitado... por séres semejantes á nosotros. Sin ser tan extremado como el mundo de Vénus, donde en 56 dias se pasa de los calores del estio á los frios del invierno, y de las tempestades de la canícula á las nieves de Navidad, sin embargo, á pesar de la inmensa lentitud de sus años, ofrece Urano una estancia habitable muy variada bajo el punto de vista de los climas y de las estaciones. Sin duda habrá él dado origen á ciertos séres de liviana densidad material y de una sensibilidad extrema. ¡Cuán largos años, y sin duda tambien cuán larga vida pueden emplearse allí en el estudio de la naturaleza, en la investigacion de los secretos del Universo, en los placeres del trabajo intelectual, en la dicha de profundas afecciones, que aqui teme uno verlo todo destruido á cada instante, en este nuestro tan rápido, agitado y convulsivo planeta!

Como ya hemos dicho, ese mundo va acompañado de un sistema

de varios satélites. Hasta estos últimos años, se había creído que eran en número de ocho, pues William Herschel, al estudiar su propio planeta, creyó descubrir él mismo hasta seis, y en 1851, Lassell descubrió otros dos mas próximos al planeta que los de Herschel. Pero al mismo tiempo exploró y verificó este astrónomo las cercanías de ese lejano planeta, y no logró hallar sino dos de los seis satélites de Herschel. Por lo demas, los otros cuatro no los ha vuelto á ver nadie. Por último, el año anterior, los astrónomos de Washington dirigieron su grande ecuatorial de 66 centímetros de diámetro hácia esa misma region, y confirmaron definitivamente las conclusiones de Lassell. De modo que Urano sólo tiene cuatro satélites, cuyos elementos son los siguientes :

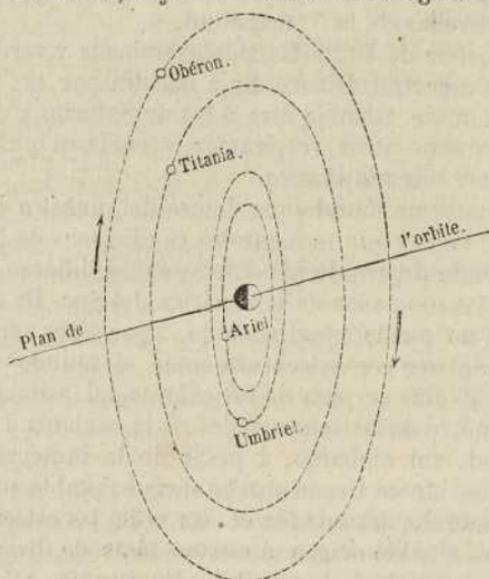


FIG. 89. — El sistema de Urano.

	DISTANCIA.		DURACION DE LAS REVOLUCIONES.	
I. Ariel...	7,44	radios Hr , 6 49 000 leguas	2 ^h 12 ^m 29 ^s 21 ^o	
II. Umbriel..	10,37	69 000	4 3 28 7	
III. Titania..	17,01	112 500	8 16 56 26	
IV. Oboron..	22,75	150 000	13 11 6 55	

Tienen pues los habitantes de Urano, ademas de las raras

diversidades que hemos ántes señalado, cuatro diferentes especies de meses.

Compréndese bien que si, ya á la inmensa distancia que de él nos separa, el planeta Urano no ofrece sino un disco muy pequeño, sobre el cual los mas poderosos instrumentos no han logrado aún distinguir nubes ni variaciones auténticas, sus cuatro satélites no sean otra cosa que puntos matemáticos por decirlo así, que no se han podido todavía medir ni pesar. Pero de lo que podemos estar seguros, es de que esos puntos son verdaderos globos de grande dimension, mas voluminosos que los pequeños planetas que flotan entre Marte y Júpiter, y que pueden ser mansion de la vida tan bien como estos mismos planetas. La analogía nos induce á creer que el máximo de vitalidad de esos mundos habrá coincidido, como el de la Luna, de los satélites de Júpiter y de los de Saturno, con el período cosmogónico en que su planeta habrá sido su sol, tiempo pasado para la Luna, presente para Júpiter, no simultáneo, como lo hemos visto, para los diferentes mundos.

Visto desde Urano, el universo estrellado es lo mismo que

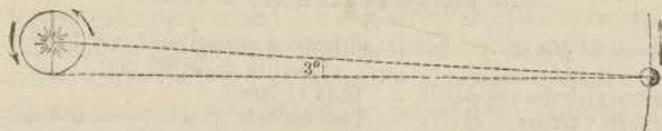


Fig. 90. — Relacion entre la órbita de la Tierra y la distancia de Urano.

visto desde aquí, pero no sucede otro tanto con el sistema solar. Mercurio y Vénus son allí absolutamente desconocidos, y lo mismo podemos decir de la Tierra, por mas que tal conclusion pueda causarnos cierto enojo. En efecto, nuestro minúsculo planeta, ademas de ser enteramente invisible por su pequeñez, se halla envuelto y perdido entre los rayos del Sol, del cual no se aleja él para los Uranícolas mas de 3 grados. Yo he trazado la figura geométrica que precede aquí (cuya escala es de 1 milimetro por 10 millones de leguas) para mostrar exactamente la relacion que existe entre la posicion de Urano y el movimiento de la Tierra alrededor del

Sol. — Así que, para los habitantes de aquel mundo, nosotros no existimos, la Tierra misma *no existe*, y ella y nosotros hemos concluido para todo el resto del Universo.

Tampoco Marte es visible desde Urano, el mismo Júpiter, el planeta colosal, siempre eclipsado entre los rayos solares, no habrá podido ser descubierto desde allí sino por medio de una observación asidua, bien que sea él á veces visible á la simple vista, con una luz mas de cinco veces inferior á la que nos envia. Saturno es para los Uranícolas una estrella de la mañana y de la tarde, pero una estrella débil aún, pues en sus elongaciones se halla mas léjos de Urano que de nosotros, y no presenta sino medio disco; de suerte que su luz está reducida á la octava parte de la que habitualmente se le conoce. Neptuno, visto tambien desde aquella estancia, es igualmente una estrella pequeña. Así que, desde ese planeta, sólo se ven otros tres, ninguno de los cuales aventaja, en brillo á las lucientes estrellas del cielo.

Si recapitulamos aquí las condiciones astronómicas de Urano, formaremos el breve cuadro siguiente :

ESTADO PARTICULAR DEL MUNDO DE URANO.

Duración del año.....	Ochenta y cuatro veces mas largo que el nuestro = 30 686 dias.
Duración probable del día.....	Unas 11 horas.
Estaciones y climas.....	Parecen muy variados, pero templados por un manantial de calor propio del planeta.
Número de satélites.....	Cuatro; luego cuatro especies de meses.
Diámetro del globo.....	Cuatro veces mayor que el de la Tierra = 134 000 leguas.
Vuelta al mundo uránico.....	42 000 leguas.
Densidad de los materiales.....	Cinco veces mas débil que aquí = 0,209.
Pesantez en la superficie.....	Como una décima parte mas débil que aquí (= 0,88).
Atmósfera.....	Densa y diferente de la nuestra.
Estado probable de la vida.....	Sin duda mucho mas larga que aquí, y de muy distinta manera organizada.
Tamaño del Sol.....	Diez y nueve veces mas pequeño que visto desde aquí (1' 40"). Su luz y su calor son allí 300 veces mas débiles.
La Tierra apreciada desde Urano.	Completamente invisible

CAPITULO II

EL MUNDO DE NEPTUNO



Miéntras que en 1781 el descubrimiento de Urano habia ensanchado las fronteras del sistema solar extendiendo su radio desde 355 hasta 733 millones de leguas del Sol, el descubrimiento de Neptuno, en 1846, alargó, por otro salto más, esas fronteras hasta la distancia de 4100 millones de leguas del astro central! — Las estrellas, que á principios de este siglo se las suponía á corta distancia mas allá de Urano (como ántes de 1781 se las habia supuesto situadas á corta distancia mas allá de Saturno), se hallaron inmediatamente trasladadas, por la fuerza misma de los hechos y de los cálculos, á una distancia muy superior á los mil millones de leguas. Así es cómo la idea ha ido engrandeciéndose en el espíritu humano en razon directa de los descubrimientos astronómicos.

Importa advertir aquí que el descubrimiento de Neptuno difiere de los de todos los demas planetas por el método empleado para conseguirlo. Miéntras que Urano, los satélites de Júpiter, de Saturno y de Urano, y los planetas menores situados entre Marte y Júpiter, en una palabra, los astros imperceptibles á la simple vista y desconocidos de la antigüedad, fueron descubiertos por la observacion óptica, Neptuno ha sido revelado por el cálculo.

Al formar las tablas del movimiento de Urano, el astrónomo francés Bouvard había notado, desde 1821, que este planeta ofrece en su movimiento ciertas irregularidades que indicaban hallarse perturbado por la atracción de otro planeta exterior á él. Durante mas de veinte años, quedaron los astrónomos convencidos de la existencia de este planeta perturbador, pero sin que ninguno de ellos terminara los cálculos necesarios para fijar *su posición*, — cálculos empezados por el mismo Bouvard en Francia, y por Bessel en Alemania. Siguiendo los consejos de Arago, un jóven matemático francés, M. Leverrier, á quien la solución del problema ha immortalizado, emprendió este trabajo y condujo la investigación á buen fin; anunciando á la Academia de Ciencias, el 31 de agosto de 1846, la posición teórica del planeta desconocido. Méenos de un mes despues, el 23 de setiembre, M. Galle, astrónomo de Berlin, le buscaba con el antejo, y al fin logró descubrirle, no léjos de la posición señalada.

Fué esta una irrefutable demostracion de la realidad de las leyes de la atracción y de la exactitud de los cálculos astronómicos. El matemático francés había hallado el planeta « en la punta de su pluma ». Semejante descubrimiento probaba una vez más que, por la inducción, la inteligencia humana puede descubrir « las verdades eternas ocultas en la majestad de las teorías ».

Al mismo tiempo que el géometra francés, un estudiante de la universidad de Cambridge, M. Adams, había emprendido la solución del mismo problema, y le había resuelto justamente de la misma manera ocho meses ántes, sin que el director del Observatorio nacional de Inglaterra juzgara oportuno dar aviso de este hecho al mundo sabio! — Este doble descubrimiento nada tiene de extraño: la historia de la ciencia ofrece á cada paso coincidencias semejantes.

Se decidió dar al nuevo planeta el nombre de Neptuno, y representarle por medio de un globo coronado con un tridente, como signo abreviador, en esta forma : ♆.

Segun la fórmula empírica de Titius que hemos señalado ántes, el matemático francés creyó natural suponer la distancia de Neptuno á 36 veces la de la Tierra, lo que le daba un periodo de 217 años. Pero, despues del descubrimiento, se comprobó que esta distancia es algo menor, que sólo es de 30 veces, y que por consiguiente la revolución se efectúa en 165 años, ó con mas exactitud, en 60 127 días.

Presentando esta órbita un desarrollo de cerca de siete

mil millones de leguas, la velocidad del planeta es de 116 000 leguas por día, ó de 5 400 metros por segundo. Naturalmente es la mas débil de las velocidades planetarias.

A tan enorme distancia, que distan mucho de ser insignificantes, no ofrece sino el brillo de una estrella de 8ª magnitud, con un disco telescópico de 2",6. El cálculo geométrico demuestra que su diámetro es de 4,387, representando por 1000 el de la Tierra; lo que le da 14 000 leguas de diámetro y 44 000 de circunferencia en contorno. Su superficie es 19 veces mas extensa que la de nuestro globo y su volumen vale tanto como el de 84 tierras. Bajo el punto de vista de las dimensiones, Neptuno es por consiguiente el tercer planeta del sistema, segun el orden del tamaño, como ha podido verse ya, por lo demas, en nuestra figura 78.

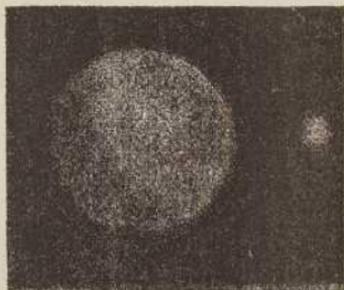


FIG. 51. — Tamaños comparados de Neptuno y de la Tierra.

Inmediatamente despues del descubrimiento de Neptuno, dirigió M. Lassell uno de los mejores instrumentos de esta época hácia el nuevo planeta, y el 10 de octubre de 1846 descubrió un satélite que ofrece el aspecto de una estrellita de 14ª magnitud. La distancia média de este satélite es de 13 semidiámetros del planeta, lo que corresponde á unas 100 000 leguas, y su revolucion se efectúa en 5 días y 21 horas. El mes de los Neptunicolas no dura siquiera seis días de los nuestros. Esta velocidad de traslacion prueba que Neptuno debe de girar sobre sí mismo en un periodo rápido, como

Júpiter, Saturno y Urano. (Segun mis cálculos, fundados en la densidad, este periodo sería de 11 horas.)

De modo que cada año de ese mundo equivale á 165 de los nuestros! Como lo hemos hecho notar al hablar de Urano, si por término medio se vive allí tantos años como aquí, los niños deben estar aún en nodriza á la edad de 200 años, se debe entrar en quinta á la edad de 3 300 años (si es que esta dichosa invencion de la guerra permanente ha sido imaginada y practicada allí tambien, como en nuestro inteligente planeta), y los centenarios gimen bajo el peso de 16 500 inviernos!

Compréndese desde luego que, á la distancia de mas de mil millones de leguas que separa siempre á ese planeta del nuestro, nada logren distinguir en su superficie ni nuestros mas poderosos telescopios. Por consiguiente, su constitucion física nos es á estas horas casi enteramente desconocida. Sabemos sin embargo, segun la velocidad de su satélite, y segun las perturbaciones que él ejerce sobre Urano, que su masa es 18 veces mas fuerte que la de la Tierra; que su densidad média no es sino la quinta parte de la de nuestro globo (= 0,216), y que la pesantez es casi la misma que aquí (= 0,953). La análisis espectral ha comprobado ademas con entera certeza, como en el caso de Urano, la existencia de una atmósfera absorbente en la cual se hallan *gases que no existen en la nuestra*, y que presenta casi una identidad de composicion química con la de Urano.

Siendo la distancia de Neptuno al Sol 30 veces mayor que la de la Tierra, el astro del día (si es que desde allí puede dársele este nombre) presenta un diámetro 30 veces mas pequeño que nuestro Sol terrestre. Para formarnos una idea exacta de esta extrema diferencia, representémosnos el Sol visto desde la Tierra en una escala de 2 milímetros por 1'; su disco aparente medirá así 64 milímetros de diámetro. Pues bien! visto á la distancia de Neptuno, este disco no ofrece en la misma escala sino un diámetro de 2 milímetros (fig. 92). Este diámetro angular es en efecto de 1' 4".

De aquí se deduce que la *superficie* del sol neptúnico es 900 veces menor que la del nuestro, y que el calor y la luz

solares se hallan allí en la misma proporción. Es en realidad un sol liliputiense, 900 veces ménos extenso que el que nosotros vemos. Creeríase que la luz allí es tan débil, que apénas se distingue el día de la noche en aquel mundo: sin

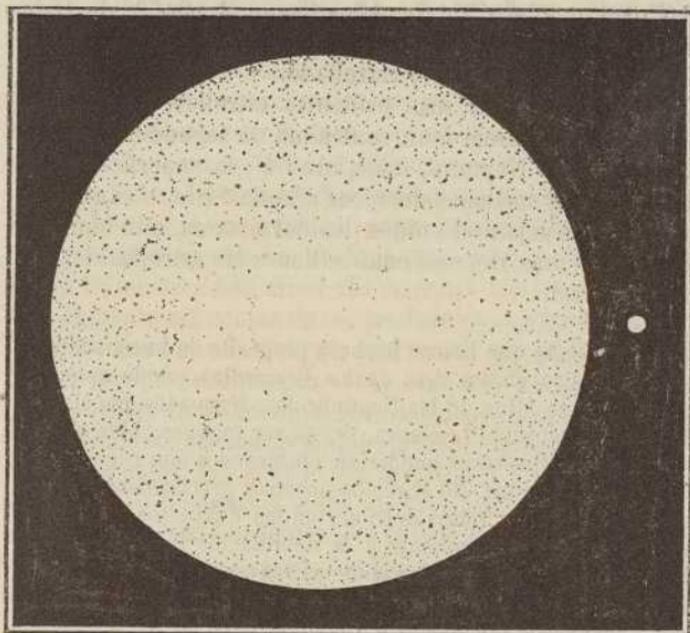


FIG. 92. — El Sol visto desde la Tierra y visto desde Neptuno.

embargo, si la comparamos con la que nos envía á medianoche la Luna llena, quedarémos sorprendidos de la diferencia. En efecto, la claridad lunar es 618 000 veces ménos intensa que el Sol; de donde se infiere que, á pesar de ser 900 veces mas débil que aquí, la luz del día neptúnico viene á ser igual aún á la que emanaría de 687 Lunas llenas que esparcieran sus rayos argentados desde las alturas de un cielo despejado y puro.

Vista desde Mercurio, la superficie del Sol es 6673 veces mas considerable que vista desde Neptuno. Notémos sin em-

bargo que el sol neptúnico presenta aún, en este postrer globo, un brillo muy superior al de todas las estrellas que vemos en el cielo. Su diámetro de 64" sólo es tres veces mayor que el de nuestro Júpiter; pero el brillo es incomparablemente mas intenso. Es menester alejarse hasta á las estrellas para que ese Sol benéfico llegue á perder de todo punto su aparente superioridad, perdiéndose él como un punto en medio del espacio estrellado.

El diámetro de las mas brillantes estrellas, del mismo Sirio, no llega siquiera á un centésimo de segundo. Como el Sol, visto desde Neptuno, mide aún 64", la superficie de su disco excede 41 millones de veces á la de Sirio. Asi que, en el planeta mas lejano de todos los del sistema, aún alumbrá el Sol como mas de cuarenta millones de estrellas de primera magnitud.

El razonamiento que hemos hecho á propósito de la sensibilidad del nervio óptico en los ojos de los Uranícolas, puede aplicarse con mayor razon á los de los Neptunícolas. Formados en el seno de esa débil intensidad luminosa, deben ser mas sensibles que los nuestros, y aquellos séres quedarian ofuscados y aun cegados por la luz del día terrestre. No dirémos nosotros precisamente, con el Aleman Wolff, que la retina deba ser en los diferentes mundos de una dimension correspondiente á la debilitacion luminosa, y que la talla de los habitantes de los planetas sea á su vez proporcionada á ese desarrollo del órgano visual planetario; pues, así como este razonamiento le ha conducido á valuar la talla de los habitantes de Júpiter en « catorce piés y dos tercios, talla del gigante Og, rey de Bazan », la misma idea nos conduciria á suponer á los Neptunícolas una talla de 57 metros; miéntras que, no sólo el tamaño de los ojos no suele guardar proporcion con el de los séres, sino que aun las dimensiones como el peso de éstos están regulados en parte por la fuerza vital de cada planeta y en parte por la intensidad de la pesantez.

Si el mundo de Neptuno no tuviera otro manantial de calor que el que el Sol le procura, su temperatura média sería, no precisamente 900 veces mas fria que la de la superficie terrestre (puesto que su atmósfera puede conservar, acumular, atesorar la cantidad proporcionalmente recibida), pero sería

siempre sin embargo incomparablemente interior á la de nuestros polos cubiertos de nieves perpetuas, y, bajo el punto de vista terrestre, aquella tierra lejana sería un globo de hielo perdido en la noche del espacio y condenado á una esterilidad incurable. Mas aún cuando el simple buen sentido no bastara para conducirnos á una conclusion mas en armonía con las enseñanzas de la Naturaleza, la diferencia radical que separa á esos mundos lejanos del nuestro bajo el punto de vista de la constitucion material y de la densidad, y las revelaciones de la análisis espectral sobre sus atmósferas, están concordés para probarnos que Neptuno y Urano son unos mundos de muy distinta naturaleza del que nosotros habitamos; que no pueden estar poblados por moradores cuyo sistema de vida sea análogo al nuestro, y que las fuerzas de la Naturaleza han dado allí origen á ciertas producciones enteramente diferentes de las producciones orgánicas terrestres, — tan extra-terrestres, en verdad, que si las vieramos, no las reconoceríamos por séres organizados, y que un viaje hecho desde la esfera de Saturno á la de Neptuno sería incomparablemente mas prodigioso, mas fantástico y mas insensato que todos los delirios de las *Mil y una Noches*, todos los cuentos de hadas y todas las creaciones emanadas de las burbujas de jabon sopladas por la loca de casa (imaginacion).

Sean ellos como fueren, los habitantes de Neptuno ocupan un observatorio único para el estudio de la astronomia sideral. Nosotros, habitantes de la Tierra, nos hallamos muy mal instalados para este estudio; porque las estrellas están tan léjos de aquí, que, para medir su distancia, necesitamos situarnos en los dos extremos de un mismo diámetro de la órbita terrestre, á seis meses de intervalo, y formar un triángulo con este diámetro de 74 millones de leguas y la estrella cuya lejanía queremos medir; y esta lejanía es tal, aún para las estrellas mas cercanas á nosotros, que los 74 millones de leguas se borran, y apénas son suficientes para la formacion del triángulo! La estrella *mas próxima á nosotros* se halla, en efecto, á mas de 100 000 veces este diámetro! Pero desde Neptuno, la base del triángulo es treinta veces mas larga, siendo por consiguiente la medida treinta veces mas fácil.



Los astrónomos de Neptuno habrán podido medir el Cielo con grande facilidad, determinar la distancia de todas las estrellas de nuestra region, y tomar posesion del infinito mucho mejor que nosotros, pobres pigmeos reducidos á una mezquina base de 74 millones de leguas solamente. Pero tambien es preciso suponer, para esto, que los ópticos de Neptuno hayan inventado instrumentos tan perfectos y tan fina y delicadamente divididos como los nuestros (¿y por qué no los habrian de haber inventado?) y que se viva allí bastante tiempo para poder continuar como aquí un mismo trabajo durante muchos años, — y diez años de Neptuno valen tanto como 1 650 años nuestros.

¿Estará Neptuno mas cerca de las estrellas que nosotros? Sí, como acabamos de verlo; pero, ¡cuán superiores son aún las distancias de la astronomía sideral á las de la astronomía planetaria, puesto que desde Neptuno á la estrella mas próxima, hay cerca de 8 000 veces la distancia que le separa del Sol!

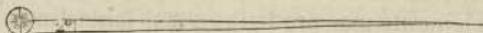


FIG. 93. — Relacion entre la órbita de la Tierra y la distancia de Neptuno.

Excusado es decir que, desde ese mundo, la Tierra es *completamente invisible*. Es un simple punto matemático perdido entre los rayos de su pequeño sol, del cual no se separa ella á mayor distancia que $1^{\circ} 54'$. Yo he trazado su dibujo geométrico (fig. 93) con la escala de 1 milímetro por 20 millones de leguas. — Mercurio y Vénus, con mayor razon, son allí tambien desconocidos. Aunque mas léjos del Sol, tampoco Marte es mas visible que los tres planetas anteriores, pues no se aparta de él á mas de 3° . Júpiter mismo es desconocido en Neptuno, pues, desde aquella distancia, tampoco es él otra cosa que un punto eclipsado entre los rayos solares: su mayor elongacion es de 10° . Saturno ha sido tal vez descubierto, si se supone á los astrónomos neptúnicos en posesion de excelentes instrumentos y en asidua observacion del Sol: para ellos es una estrellita que se aleja de él hasta á 18° . Es muy probable que Urano sea el único planeta que conocen; siendo para ellos la estrella de la mañana y de la tarde, que se aparta hasta á 40° del Sol; pero es preciso no olvidar que desde

Urano á Neptuno hay mas de 400 millones de leguas en la época mas favorable á la observacion; de modo que este planeta no ofrece aún á los Neptunicolas sino el aspecto de una estrella muy ordinaria.

Así, pues, en resúmen, el último planeta conocido de nuestro sistema nos presenta la situación siguiente :

ESTADO PARTICULAR DEL MUNDO DE NEPTUNO

Duración del año.....	165 años terrestres, ó 60 127 días.
Duración probable del día.....	Unas 11 horas.
Luna y meses.....	Revolucion en 5 días y 21 horas.
Diámetro del globo.....	Cuatro veces superior al de la Tierra = 14 000 leguas.
Vuelta al mundo de Neptuno...	44 000 leguas.
Densidad de los materiales.....	Casi cinco veces mas débil que aquí (= 0,216).
Pesantez en la superficie.....	Casi la misma que aquí (= 0,953).
Atmósfera.....	Diferente de la nuestra.
Estado probable de la vida.....	Sin duda mucho mas larga que aquí. Organismos absolutamente diferentes.
Tamaño del Sol.....	Treinta veces ménos extenso que aquí (64"). Disco luminoso diminuto; 900 veces ménos luz.
La Tierra apreciada desde Neptuno.....	Completamente desconocida.

Tal es la última isla de nuestro archipiélago planetario; tal la última provincia de la república solar, postrera etapa de nuestro celeste viaje.

CAPITULO III

LOS SISTEMAS PLANETARIOS DIFERENTES DEL NUESTRO

Al llegar al término del gran viaje que acabamos de hacer, importa mucho que no cerremos los ojos sin observar ántes aún por un momento el espacio que nos rodea. Insensiblemente nos hemos ido alejando hasta mas allá de 1000 millones de leguas, en cuya lejanía hemos perdido de vista la Tierra y sus compañeros, sin que sin embargo hayamos abandonado los dominios del Sol. Ahora ya tenemos frente á nosotros un horizonte que, léjos de detenerse, se desarrolla adelante, avanzando siempre hasta... el *infinito*. ¿Habrémos llegado á las fronteras del imperio solar, como parecería á primera vista? No. Otros astros, que obedecen igualmente la dominacion del poderoso foco se alejan aún mas allá de la órbita de Neptuno : débiles cometas, ligeros y vagabundos en apariencia, van volando allende las soledades silenciosas del espacio trans-neptúnico, hasta á miles de millones y áun *decenas de miles de millones* de distancia ! y allá, en el espacio helado y oscuro, abreviando el paso, como si hubieran quedado ciegos, parecen atentos á la menor señal, se detienen al sentir en medio de la noche la mano invisible del dios lejano que viene á asirlos aún, inclinan hácia él su cabeza vaporosa, le reconocen, bien que no sea él allí ya sino

una estrella, y se vuelven hacia él precipitándose con una velocidad creciente en su calor y en su luz, como si fueran arrebatados por el ardor devorante de un insondable amor : caen desmelenados entre sus garras con tal velocidad, que traspasan su objetivo y van flanqueando el astro del día en el fuego de su perihelio... Tal fué el formidable cometa de 1680, que despues de haberse aproximado á la atmósfera misma del astro radiante, se alejó majestuoso por el espacio, atravesó sucesivamente las órbitas de todos los planetas, abandonó al mismo Neptuno, y prosigue su vuelo, cuya revolucion completa dura mas de cuarenta siglos, hasta á 32 000 millones de leguas del centro del sistema, desde cuyo abismo sabe el poderío magnético del Sol atraerle suavemente y hacer que vuelva hácia él!

Ninguna razon puede persuadirnos tampoco que Neptuno sea el último planeta del sistema. Los que tal afirman, se hallan en el mismo caso que los que afirmaban, cien años ha, que nada habia mas allá de Saturno, ó los que cincuenta años ha decian que Urano señalaba el limite del sistema planetario; y aún son ménos disculpables, á causa de los hechos comprobados en este último siglo. Al contrario, es indudable que la órbita de Neptuno no cierra el dominio solar, puesto que un gran número de cometas tienen su afelio mucho mas allá, siendo muy probable que uno ó muchos planetas graviten en esas últimas regiones. Nuestra ignorancia sobre esto en nada prueba su ausencia.

Naturalmente, nada podemos decir de esos planetas desconocidos, y lo mismo sucede con los *miles de cometas* que circulan en todas direcciones y á todas distancias al traves del sistema solar. Entre esas humaredas errantes, unas están únicamente formadas de vapores, en cuya composicion entra por la mayor parte el carbono, primer elemento de la vida, y las otras son meras agregaciones de asteróides que van ellas sembrando durante su curso en el seno de la inmensidad. ¿Desempeñarán algun papel esos astros misteriosos en la difusion de la vida por los otros mundos? Parece oreible, á juzgar por su constitucion química. Pero en cuanto á ser ellos mismos mansion de la vida orgánica, no

podría figurárselo la imaginación mas temeraria; sus incesantes variaciones de forma, sus metamorfosis tan rápidas, sus inauditos cambios de temperatura, desde el fuego hasta el hielo y mas allá, parecen oponerse invenciblemente á toda manifestacion orgánica... Pero, sobre todo, ¿dónde acaba la materia? ¿dónde principia el espíritu?

El Sol se ha alejado tras de nosotros. Desde Neptuno, sólo ofrece un disco apenas sensible á la vista, aunque muy brillante aún : desde el afelio del famoso cometa que hemos citado poco ha, todavia aparece 30 veces menor que visto desde Neptuno, no ofreciendo ya sino un diámetro de 2" ! allí no es mas que una estrella brillante. ¿Hasta dónde se extenderá su atraccion? — Hasta las mismas estrellas.

Cada estrella es un sol voluminoso y pesado, como el que nos alumbrá : la distancia á que se hallan de nosotros es la que únicamente las reduce al aspecto de puntos brillantes. Si pudieramos acercarnos á una cualquiera de ellas, experimentaríamos la misma impresion que yendo desde Neptuno al Sol : la estrella aumentaria á medida que nos aproximáramos, pronto presentaria un disco circular, é iria ensanchándose insensiblemente hasta convertirse en un sol tan grande como el que vemos desde la Tierra; continuando despues ese disco luminoso creciendo en tamaño aparente á proporcion que nos acercáramos á él, llegaria en un momento dado á extenderse como una hoguera inmensa cubriendo el cielo entero; ofuscamiento y abrasamiento colosal, ante el cual quedariamos aniquilados, fundidos como la cera, evaporados como una gota de agua caida sobre hierro hecho ascua!.... Asi es cada estrella.

Cada sol del infinito tiene su esfera de atraccion particular, esfera que se extiende hasta el limite en que se halla neutralizada por otra. La atraccion disminuye en razon inversa del cuadrado de las distancias, pero en ninguna parte se anula enteramente. A la distancia de Neptuno, la atraccion solar es 900 veces menor que á la distancia de la Tierra; mientras que la Tierra, si fuera detenida en su curso, caeria hácia el Sol $0^m,00294$ en el primer segundo de su caída (ménos de 3 milímetros), Neptuno no caeria sino $0^m,00000327$. A la distancia del afelio del cometa de 1680,

la pesantez hácia el Sol llega al débil guarismo de $0^m,00000000416$ para la caída teórica hácia el Sol durante el primer segundo. Esta atracción continúa así decreciendo á medida que uno se aleja. Pero al mismo tiempo, si se marcha en la dirección de una de las estrellas vecinas, se empezará á sentir su influencia. La más próxima á nosotros está á una distancia 210 000 veces superior á la que nos separa del Sol; á 8 billones de leguas; es la del Centáuro, brillante estrella doble cuya masa y cuya órbita he calculado yo. Esta masa es igual á la mitad de la del Sol; resultando de esto, que si se viaja desde aquí á esa estrella, se llegará á un punto neutral donde se contrabalancean las dos atracciones, y que este punto se halla á las tres cuartas partes de la distancia que de ella nos separa, es decir, á 6 billones de leguas de aquí, ó lo que es igual, á 2 billones de leguas de la estrella, pues que la distancia es de 8 billones. En ese punto, un cuerpo celeste, un cometa, se hallará indeciso, no pesará ya nada, y se detendrá; pero la mas leve influencia exterior le hará penetrar, bien sea en la esfera de atracción de nuestro sol, ó bien en la del sol α del Centáuro.

Este sol del Centáuro está situado en el cielo austral, al lado del polo antártico, y nos aparece bajo la forma de una brillante estrella de primera magnitud. El sol más próximo á nosotros, después de aquel, está situado en el cielo boreal, en la constelación del Cisne: es la 61ª estrella de esta constelación. Su distancia es superior á 400 000 veces el radio de la órbita terrestre: cerca de 15 billones de leguas. He observado muchas veces esta estrella: apenas se la distingue á la simple vista, pero al telescopio es doble, como la anterior; sólo que, sus dos componentes no giran la una en derredor de la otra, cuya conclusión me sorprendió bastante, cuando la hallé comparando todas las observaciones hechas desde ciento veinte años acá, y de donde resulta que su masa no puede ser determinada. Pero sea lo que fuere, el hecho que debe causarnos mayor sorpresa, es que las distancias que separan unos de otros los soles del infinito se cuentan, no ya por millones, ni aun por miles de millones, sino por *billones* de leguas.

La más brillante estrella de nuestro cielo, Sirio, es un sol cuyo volúmen, si se ha de juzgar por su luz, debe ser 2 600 veces más considerable que el de nuestro Sol. Su distancia es de 897 000 veces 37 millones, es decir, 33 *billones* 189 000 *millones* de leguas.

Citarémos aún entre « nuestras vecinas » la 70ª de Ophiuchus, situada junto al ecuador. Yo he calculado que pesa como *tres veces más que nuestro sol*, es decir, 900 000 veces más que la Tierra. Su distancia es de 1 400 000 veces el semidiámetro de la órbita terrestre, ó sea, 54 *billones* de leguas.

Los astrónomos están acordes para admitir, desde muchos siglos ha ya (desde los tiempos de Kepler) que cada uno de esos innumerables soles que pueblan el infinito es centro de un sistema análogo al sistema planetario del cual formamos nosotros parte. Cada una de las estrellas que vemos en el cielo nos muestra de léjos un foco luminoso en derredor del cual se hallan congregadas otras familias humanas. Nuestros ojos son harto débiles para poder distinguir esos planetas desconocidos; nuestros mas fuertes y poderosos telescopios distan mucho aún de alcanzar á penetrar tales profundidades. Pero la Naturaleza no se inquieta de la extrema debilidad de nuestros ojos ni de los cortos alcances de nuestros telescopios, y saltando los límites donde se detiene el vuelo de nuestras fatigadas concepciones, continúa ella desarrollando su fecundidad y sus magnificencias.

Llegada es ya sin embargo la hora en que esos sistemas planetarios diferentes del nuestro cesen de permanecer adormidos en el dominio de las hipótesis. Allí adonde no alcanzan nuestros ojos ni nuestros telescopios, la mecánica celeste ha revelado ya la existencia de astros oscuros, invisibles entre los rayos de esos lejanos soles, pero que los perturban en sus propios movimientos al través de la inmensidad; — y aún ya á estas horas, entre los astros así conjeturados, los vigorosos telescopios contemporáneos han reconocido varios.

Cincuenta años ha, por ejemplo, anunció Bessel que Sirio se halla perturbada en su marcha por la atractiva influencia de uno ó de varios cuerpos pertenecientes á su sistema. Pues bien! hace catorce años que fué descubierto este planeta, perdido entre el centelleo de aquel sol brillante: desde entónces se le ha observado asiduamente todos los años, y yo mismo le he visto el invierno anterior. Reuniendo todas las observaciones hechas desde su descubrimiento, he podido construir la figura 94, que muestra el movimiento del planeta observado desde 1862 á 1876. El disco central representa el sol Sirio; los cuatro puntos cardinales están indicados con líneas de puntos; el movimiento propio de Sirio en el espacio está marcado por la grande flecha, cuya longitud corresponde exactamente á ese movimiento durante catorce años (la figura está trazada sobre la escala precisa de 5 milímetros por un

segundo). Si la estrellita descubierta en 1862 al este de Sirio no le perteneciera, si estuviera ella situada detras de aquel sol, en el fondo de los cielos, habria permanecido fija, y Sirio se habria separado de ella en la direccion indicada por la flecha. Pero, al contrario, pertenece á Sirio, su sol, le acompaña en su marcha, como la Tierra acompaña nuestro Sol, y gira en torno de él siguiendo una órbita prolongada. Desde 1862, no ha recorrido ella sino la línea marcada en esa figura, curva insuficiente aún para permitirnos calcular el resto de su órbita y saber en cuánto tiempo efectúa su revolucion. Segun se vé, es muy pequeña al lado de Sirio, pero mucho mas voluminosa sin embargo que Júpiter relativamente al Sol. ¿Será un planeta inmenso, enteramente oscuro y no brillando sino por la reflexion de la luz de Sirio? No es probable : debe ser aún luminosa por sí misma, como lo fué nuestra propia tierra durante tantos siglos. No corresponde exactamente á las perturbaciones observadas, lo que nos demuestra que el sistema de Sirio posee sin duda otros globos aún desconocidos. Nuestro malogrado amigo Goldschmidt creyó haber visto tres más.

Procion es, como Sirio, un sol de primera magnitud, en derredor del cual se han hallado, primero por el cálculo, y despues con el telescopio, varios satélites.

Conocemos gran número de estrellas que van acompañadas de astros mas pequeños girando en torno de ellas, como la Tierra gira en torno de nuestro Sol. Estos sistemas, que se cuentan ya por centenares, se hallan bastante asiduamente observados, para poder calcular como se han calculado, las órbitas y los períodos de los planetas (brillantes ú opacos) que los componen.

Entre estos sistemas estelares, gran número de ellos presentan, no una brillante estrella acompañada de una ó de varias mas pequeñas, sino dos estrellas iguales en brillo : tales sistemas no pueden ser comparados con el nuestro, puesto que sólo se componen de dos soles. Estos dos soles giran uno en derredor del otro, en revoluciones variadas, algunas de las cuales duran miles de años. A veces son de dos diferentes colores : un *sol esmeralda* gira alrededor de un *sol rubi*, ó bien un *sol zafiro* gira en torno de un *sol granate*. ¡Qué años tan maravillosos, cuán singulares estaciones, qué dias y qué noches se disfrutarán en los planetas desconocidos que gravitan por allá en derredor de esos soles de tan vistoso y galano colorido!

El número de las estrellas dobles ó múltiples descubiertas hasta hoy en todo el Cielo asciende ya al guarismo de 10530. Yo las

he examinado y discutido todas separadamente, para saber cuáles son los sistemas en movimiento, analizar despues estos movimientos, y averiguar si son rectilíneos ó curvilíneos : este trabajo me ha conducido á formar un catálogo de 612 sistemas múltiples en movimiento, comprendiendo mas de 20 000 observaciones.

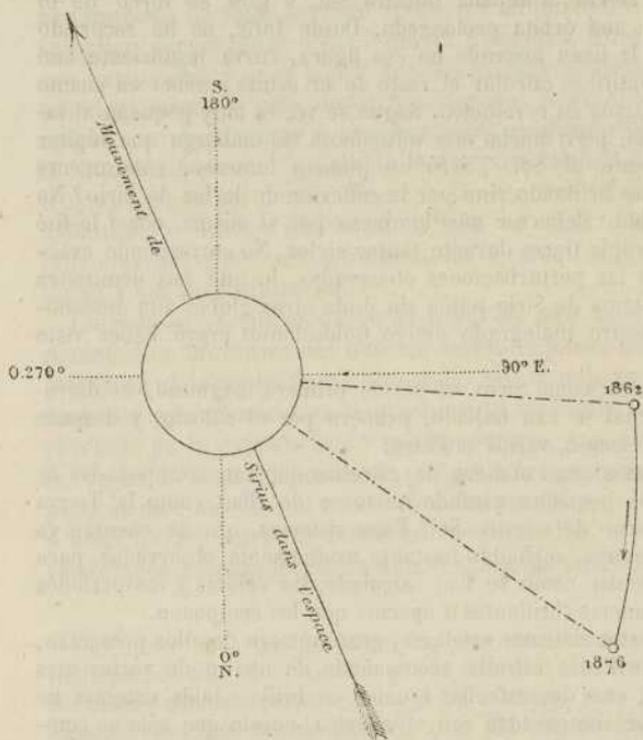


FIG. 94. — El sistema de Sirio, descubierta en 1862.

Por consiguiente, ahora ya no es por hipótesis cómo podemos hablar de los sistemas solares diferentes del nuestro, sino con entera certidumbre, pues que conocemos tan gran número de ellos, de todo orden y de toda naturaleza. Las estrellas simples deben ser consideradas como otros tantos soles análogos al nuestro, rodeados de familias planetarias. Las estrellas dobles cuya segunda es mucho mas pequeña que

la otra pueden ser clasificadas en el mismo rango; pues esta segunda estrella puede ser un planeta opaco que sólo refleja la luz de la estrella principal, ó bien un planeta caliente aún y luminoso. Las estrellas dobles cuyas dos componentes ofrecen el mismo brillo son reuniones de dos soles conjugados, en derredor de cada cual pueden gravitar planetas invisibles desde aquí: son unos mundos enteramente diferentes de los que han sido objeto de esta obra, puesto que *están alumbrados por dos soles*, ora simultáneos, ora sucesivos, de diversas magnitudes, según las distancias de esos mundos á cada uno de ellos, y han recibido en patrimonio años dobles cuyas noches están iluminadas, no sólo por lunas de diferentes colores, sino también por un nuevo sol..., un sol nocturno!

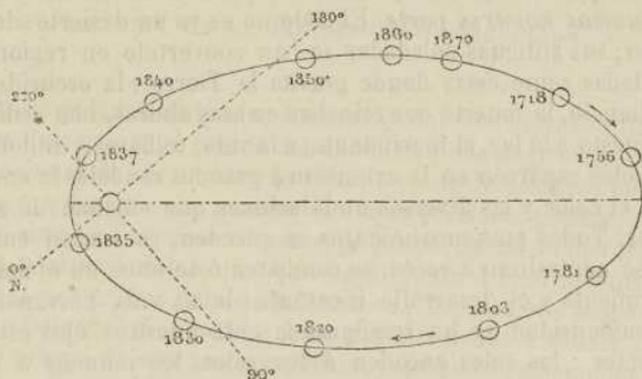


FIG. 95. — El sistema estelar de γ , de Virgo.

Como tipo de estos extraños sistemas, señalaré, entre otros, el de γ de Virgo, cuya órbita y período he calculado yo recientemente. Si suponemos fijo uno de los dos soles, el otro gira en derredor de él en un período de 175 años. Yo he podido recoger las observaciones hechas sobre esta estrella doble desde el año 1718, que fué el de su descubrimiento, y he marcado en la figura 95 las posiciones comprobadas desde dicho año en las fechas principales de las observaciones. Fácilmente se vé que, en 1893, la situación volverá á ser lo que era en 1718. Para que los planetas que gravitan alrededor de cada uno de esos soles estén en condiciones suficientes de estabilidad, es preciso que se hallen estrechados,

muy próximos á su sol respectivo, permaneciendo así bajo el ala protectora de cada uno de ellos; pues de lo contrario, en la época del periastro (como en 1836), serian atraídos por el segundo sol, y perderian su ruta.... Cuando decimos estrechados y muy próximos, entiéndase que tal vez se trata sin embargo de distancias mayores que la de la Tierra al Sol. La figura está trazada con la escala de 10 milímetros por segundo. El eje mayor es de $6",77$: esta longitud representa al minimum 2 mil millones de leguas; y sin embargo, en los instrumentos de mayor potencia óptica, las dos estrellas casi parecen tocarse!

Así pues *las estrellas son verdaderos soles*, gigantescos y poderosos, que gobiernan, en las regiones del espacio alumbradas por su esplendor, *sistemas diferentes de este del cual formamos nosotros parte*. El cielo no es ya un desierto silencioso; sus antiguas soledades se han convertido en regiones pobladas como éstas donde gravita la Tierra: la oscuridad, el silencio, la muerte que reinaban en esas alturas, han cedido el puesto á la luz, al movimiento, á la vida; millares y millones de soles esparcen en la extension á grandes raudales la energía, el calor y las diversas undulaciones que emanan de sus focos. Todos esos movimientos se suceden, se cruzan entre sí, se neutralizan á veces, se combaten ó se unen en el mantenimiento y el desarrollo incesante de LA VIDA UNIVERSAL. La inmensidad se ha trasfigurado ante nuestros ojos estupefactos: los soles suceden á los soles, los mundos á los mundos, los universos á los universos: formidables velocidades conducen todos esos sistemas al traves de las interminables regiones de la inmensidad; y por todas partes, aún allende los límites mas lejanos donde la imaginacion fatigada pueda apenas reposar sus alas, do quier desarrolla en su variedad infinita la divina Creacion, de la cual no es nuestro microscópico planeta sino una imperceptible provincia.

CAPITULO IV

LA VIDA EN EL INFINITO. — CONCLUSION

La abundancia de los documentos que hemos querido utilizar para determinar el estado astronómico y fisiológico de cada mundo nos ha conducido tan léjos, á pesar de nuestros constantes esfuerzos por guardar la mayor precision posible, que esta obra ha llegado á adquirir ya proporciones exageradas; y la paciencia del lector que haya tenido á bien seguirnos página por página debe de hallarse ya sobradamente probada, si no fatigada. En verdad que no nos atrevemos á abusar por mas tiempo de esta larga paciencia, y debemos compendiar en algunas páginas los últimos capitulos de este manuscrito, que trataban detalladamente la cuestion *del origen de las especies y de sus formas, en la Tierra y en los demas mundos*. No podemos pasar enteramente en silencio este importante aspecto del asunto fundamental de esta obra; pero podemos sí resumir sucintamente los hechos que demuestran que el tipo humano terrestre no es arbitrario, que es debido al estado orgánico de nuestro mismo planeta, y que por consiguiente, en tésis general, las humanidades de los demas mundos no tienen nuestra forma, bien que algunas de ellas puedan ofrecer con nosotros una semejanza más ó ménos completa.

Por lo demas, tanto ménos difícil nos será compendiar aquí estas ideas, cuanto que ya ha sido abordada la cuestion

várias veces en los capitulos anteriores (especialmente en el Libro III, cap. VII; Lib. IV, cap. IX; Lib. V, cap. I, y sobre todo, Lib. VI, cap. VI), y que sin duda alguna nuestros lectores están ellos mismos animados y dotados de un espíritu de independenciam tal, que habrán sabido emanciparse de añejas preocupaciones, preferir la luz á las tinieblas del error, y buscar como nosotros libremente la verdad, sin sistema y sin aferrarse con obstinacion á lo prejuzgado. Todos estamos hoy acordes ya para admitir que el hombre no ha sido directamente creado á la edad viril en medio de un jardin, ni la mujer formada de una costilla suplementaria arrancada sin dolor al primer hombre durante el sueño. Tampoco tenemos razones hipócritas para mostrarnos creyendo que cada especie animal, desde el elefante hasta la pulga, y mas allá, haya sido objeto de la intervencion directa de algun poderoso mago que hiciera brotar las parejas animadas del seno de la tierra y de las aguas bajo el impulso y á la señal de su encantada varilla, encerrándolas á todas despues en un gran barco ó arca para salvarlas del diluvio, y poniéndolas de nuevo en libertad ostentando en el firmamento el arco iris que, ántes de aquel momento, no habria existido jamas!... Esta manera de crear el mundo, demasiado humana para ser divina, refleja en todas sus fases los fantásticos caprichos, las pasiones y los temores del cerebro humano; nada tiene ella de *natural*, al contrario, ha sido declarada sobrenatural y milagrosa, y si fuera cierta, no sólo nos sería vedado el tratar jamas de investigar el estado de la vida en los otros mundos, puesto que ese creador voluntario lo habria hecho simplemente brotar y surgir á su antojo, sino que tambien sería enteramente inútil estudiar las relaciones que las especies vivientes de nuestro planeta puedan tener entre sí, y tratar de descubrir su sucesion natural y su desarrollo segun la historia de la Tierra, puesto que estas especies no deberian tener entre sí ningun vinculo genealógico, siendo todas ellas simplemente productos de milagros extra-naturales.

Pero la ciencia contemporánea nos demuestra, al contrario, que todas las especies vivientes, tanto animales como vegetales, tienen entre sí evidentes relaciones de parentesco, y

que las fases sucesivas de la historia natural se enlazan como anillos de una misma cadena, como el desarrollo de un mismo plan, como las ramas de un mismo árbol. La anatomía del cuerpo humano es la misma que la de los animales cuya forma se aleja ménos de la nuestra, y la osteología como la embriología están acordes con la paleontología para demostrar que si nosotros tenemos nuestro esqueleto, nuestro sistema nervioso, nuestra forma, nuestra cabeza, nuestro corazón, nuestros pulmones, etc., etc., es porque los animales que nos han precedido en la escala de la creación tenían los mismos elementos, y de escalon en escalon, nos remontamos hasta los organismos mas rudimentarios, de los cuales ha procedido la vida terrestre toda entera por via de desarrollo. Si por una ú otra razon no hubiera empezado á formarse el nervio óptico en cierta especie animal millones de años ha ya, no habria sido creado todo completo en el hombre, y seriamos todos ciegos. Si por otra causa cualquiera, las especies hubieran sido sextúpedas, en vez de ser cuadrúpedas, tendríamos cuatro brazos, en vez de dos. Si la respiración no hubiera podido hacerse sino por medio de pulmones diez veces mas desarrollados que los nuestros, nuestro pecho sería diez veces mas voluminoso, etc. La forma de la humanidad terrestre es la resultante de la animalidad.

La paleontología nos prueba que las especies vegetales y animales se han ido sucediendo lentamente, desde el origen hasta el hombre, procediendo de lo simple á lo compuesto. Las primeras plantas fueron algas, setas, líquenes, musgos, que ni tienen hojas, ni flores, ni frutos. Los primeros animales fueron zoófitos, esponjas, gusanos, ciertos infusorios, que ni tienen vista, ni olfato, ni corazón, ni estómago, ni órganos; y el origen mas elemental aún de estos primeros organismos, parece ser un globulillo gelatinoso, la célula.

Si se examinan las plantas y los animales colocados abajo en la escala de los seres, apenas es posible distinguir los unos de los otros. La ciencia positiva confirma hoy la prevision de Goethe adivinando que « los seres, confundidos primero en un estado de parentesco en el cual apenas se diferenciaban unos de otros, llegaron poco á poco á trasformarse en plantas y animales, perfeccionándose en dos opuestas direcciones, para llegar, los unos

al árbol duradero é inmóvil, los otros al hombre, que representa el mas alto grado de movilidad y de libertad ».

Peces, anfibios, reptiles, mamíferos; cuadrúpedos, cuadrumanos, bímanos; géneros, especies, familias, se suceden en la historia de la Tierra como el desarrollo de un mismo plan. Toda variedad es una especie que comienza, se fija insensiblemente y se desarrolla por el efecto natural del ejercicio de los órganos.

Al principio de su existencia individual, el hombre mismo es, aun hoy, como cualquier otro animal, un óvulo, una simple célula. El óvulo humano es esencialmente semejante á los de los demas animales mamíferos. No sólo su forma y su estructura, sino tambien su diámetro, son los mismos en la mayor parte de los mamíferos y en el hombre. Este diámetro es como $\frac{1}{15}$ de milímetro, y visible á la simple vista. Primero se multiplica él mismo, convirtiéndose en una esfera semejante á una frambuesa. Estas células son los materiales de construcción que han de servir para edificar el cuerpo del animal. Cada uno de nosotros ha sido una de esas esferas simples, ó compuestas de células pequeñas y transparentes.

En el primer periodo, es *absolutamente imposible* distinguir el embrión del hombre del de los otros mamíferos, de las aves y de los reptiles. En las primeras semanas de su vida embrionaria, pasa el hombre sucesivamente por las principales especies animales que existen hoy aún. Su embrión recorre la misma serie de metamorfosis que, durante un periodo de tiempo inconmensurable, recorrieron sus predecesores ántes que él. Ciertas fases primordiales del desarrollo humano corresponden absolutamente á ciertas conformaciones que persisten toda la vida en los peces inferiores. Después la organizacion, primero pisciforme, se hace *anfibia*. Es mucho mas tarde cuando aparecen los caracteres peculiares á los *mamíferos*. Hay un perfecto paralelismo entre la evolucion embriológica del individuo y la evolucion paleontológica del grupo entero al cual pertenece; y este hecho tan interesante, tan capital, no puede explicarse sino por la accion combinada de las leyes de la herencia y de la adaptacion. Recorriendo así una serie de formas transitorias, cada animal, cada planta nos reproducen, en una sucesion rápida y en sus contornos generales, la larga y lenta serie evolutiva de las formas por las cuales han pasado sus antecesores desde las edades mas remotas.

La genealogía humana, evidenciada ya por todos estos hechos, se revela tambien por los últimos testimonios que de ella quedan aún : los *órganos atrofiados*, que para nada sirven ya, y que aún

existen en nosotros, como los músculos del pabellon de la oreja, el pliegue semi-lunar del ojo, el rudimento de cola de las últimas vértebras, etc., son otros tantos vestigios de nuestra antigua descendencia. Preciso es ser voluntariamente ciego para no reconocer la trascendencia de todos estos hechos. — Así que, nuestra forma humana proviene de la animalidad terrestre : el tipo humano de nuestra raza blanca se ha formado lentamente por el desarrollo de los órganos que le caracterizan.

El origen de los demas planetas es el mismo que el de la Tierra. Todos han empezado por el estado gaseoso; han sido primero verdaderos soles luminosos por sí mismos; se han ido enfriando despues, condensándose, cubriéndose con una corteza sólida; han pasado por trasformaciones fisico-químicas análogas, y han visto aparecer la vida elemental en el seno de las aguas tibias, en la época en que las evoluciones inorgánicas han dado lugar á la primera formacion orgánica. La grande nebulosa solar les ha dado sucesivamente origen por la acrecencia de su movimiento de rotacion; sucesivamente han ido escapándose del ecuador de la lente inmensa : Neptuno, Urano, Saturno, Júpiter, los planetas menores, Marte, la Tierra, Vénus y Mercurio; y sucesivamente tambien, en épocas muy diferentes unas de otras, cada planeta ha pasado por los mismos procedimientos de evolucion.

El origen es el mismo, la composicion química primordial la misma; las mismas sustancias, las mismas fuerzas, las mismas leyes, la misma familia, los mismos destinos. Hijos del Sol, permaneciendo bajo su ala tutelar y bajo su proteccion, regidos de comun acuerdo por su fuerza central, los planetas no son extraños uno á otro, ni radicalmente diferentes uno de otro. Su lenta formacion es comparable á la de las especies vegetales y animales terrestres : procedentes de un mismo manantial, se han ido diversificando lentamente segun sus diferencias de distancia del Sol, de volumen, de masa, de movimiento, de temperatura; y hoy sus poblaciones respectivas no deben ofrecer á primera vista ninguna semejanza, como el caballo no se parece en apariencia á la carpa, ni el hombre á la mariposa, ó el hipopótamo al colibrí; como la encina no se asemeja á la rosa, ni la violeta al

abedul. Pero así como analizando la constitucion orgánica del hombre, del mono, del caballo, del tiburón, del cocodrilo, del gorrion, se halla un mismo origen molecular, un mismo plan vital y un mismo parentesco, así tambien, si conociéramos el estado de la vida en cada planeta, hallariamos allí en principio una comunidad de origen que ha producido divergencias correspondientes á las condiciones que son especiales á la situacion de cada mundo.

La composicion material originaria de cada planeta ha diferido por consiguiente desde el origen, tal vez débilmente, pero al fin realmente, y las diferencias han debido ser tanto mas grandes cuanto mas distantes se hallen unos de otros. Así, por ejemplo, Neptuno debe asemejarse mucho mas á Urano que á la Tierra; Urano mucho mas á Saturno y á Neptuno que á la Tierra; y Mercurio, formado el último y permaneciendo en las cercanías del Sol, debe diferir singularmente de Saturno, Urano y Neptuno. Esta probabilidad se halla hoy reforzada y puesta en evidencia por la análisis espectral.

Habiéndose desarrollado la conformacion anatómica de los seres vivientes en condiciones tan diferentes de las nuestras, es evidente, sin entrar en pueriles detalles, que la mayor parte de nuestros órganos no existen en tales cuerpos, ó existen de otra manera, mientras que, por el contrario, esos seres desconocidos poseen sentidos de los cuales no podemos formarnos ninguna idea, por el solo hecho de estar nosotros desprovistos de ellos.

Nótese pues que la interpretacion sencilla, pero atenta y fiel, libre y sin ningun género de preocupacion extraña, del modo de accion empleado por las fuerzas de la Naturaleza, nos conduce inevitablemente á inferir que las especies animales que viven en los otros mundos difieren completamente de las especies terrestres. Ahora bien, como hemos visto que la raza humana no difiere anatómicamente de sus predecesores de la serie zoológica, y que no forma ella, — como no la forma ninguna de las otras, — una creacion arbitraria independiente, dedúcese de aquí tambien inevitablemente que los hombres de los otros mundos, es decir, los seres que allá son lo que la humanidad es en la Tierra, la raza

conquistadora, inteligente, moral, pensadora, amante y progresiva, resulta, decimos, que los *humanos* de los otros mundos no tienen nuestro tipo, no se parecen á nosotros.

Tales son las conclusiones fisiológicas que, en el estado actual de la ciencia, podemos deducir del conocimiento del sistema del mundo. Son éstas verdaderas conclusiones *científicas* y *positivas*, que no deberán confundirse con los juegos de imaginación que un gran número de novelistas diversamente inspirados se han complacido en forjar á su antojo y según su capricho acerca de este mismo asunto de los diferentes mundos habitados. Esta obra es un libro de ciencia y de filosofía, y no una novela. En cuanto á los *numerosos* viajes fantásticos á los planetas que se han escrito, sobre todo en estos dos siglos últimos, los lectores á quienes pueda interesar este otro aspecto de la cuestión hallarán su descripción y la comparación debida en nuestra obra intitulada: *Los Mundos imaginarios y los Mundos reales*, consagrada principalmente al exámen de esas novelas astronómicas, de las cuales, las más antiguas datan de los Griegos y de los Romanos, y las últimas han visto la luz pública en este mismo año.

Con el mayor cuidado hemos procurado huir las tentaciones que « la loca de casa » ha tratado de provocar mil veces y en todas direcciones en nuestra mente, al través del camino que hemos recorrido, y ante las sendas floridas que se abrían á uno y á otro lado de la grande ruta celeste: apenas hemos osado dirigir al pasar una mirada furtiva, sin aventurar por esos mágicos senderos ni un solo paso, por temor de dejarnos extraviar y de olvidar la avenida de las grandes perspectivas que debía conducirnos á las ciudades planetarias y descubrirnos los verdaderos horizontes del cielo inmenso. Al mismo tiempo que marchábamos libremente hácia adelante, saliendo de las antiguas vías rutineras, y observando atentamente la Naturaleza, hemos querido permanecer en el dominio de la ciencia, siendo sobre todo fiel intérprete de sus sublimes enseñanzas.

Así se han formado y desarrollado en todos los mundos las variadas manifestaciones de esa fuerza vital inextinguible

que llena el Universo; así se suceden en el espacio y en el tiempo esas *Tierras del cielo*, que reproducen, al través del infinito y de la eternidad, en millones de ejemplares, el libro de la vida que nosotros aquí deletreamos. El espectáculo del Universo se halla de hoy mas trasfigurado para nuestras almas. Ya no es la soledad y la muerte lo que el dedo de Urania nos muestra en la noche estrellada: es la vida, universal y eterna.

Cuando, semejantes á los tiernos acordes de un arpa lejana, las armonías de la tarde se hacen oír en los cielos; cuando ha perdido su voz el último eco de las soledades; que ha volado la postrera nota de la avecilla soñolienta; que se extingue entre el follaje el último suspiro del viento, y que el suave murmurio del arroyuelo ó el monótono plañido del mar en la playa quedan ya solos como últimos vestigios del movimiento de la naturaleza; entónces las glorias del occidente que se humillan, el profundo azul del zenit que se oscurece y parece soliviar insensiblemente la bóveda celeste, las estrellas que se encienden una en pos de otra, la inmensidad del espacio que se desarrolla iluminándose con multiplicados puntos radiantes, y la llegada gloriosa de las constelaciones sentadas sobre sus tronos, forman como una inmensa melodía llenando el espacio con sus divinos acordes, y trasportan el alma embelesada y cautiva en presencia del Infinito. Estremeciéndose como la cuerda armoniosa que vibra bajo la impresion de un sonido extraño, el alma escucha sin oír, contempla sin ver, y se pregunta asombrada, ¿qué viene á ser ella, pobre sensitiva del bosquecillo terrestre, frente á esos soles gigantescos y á esos mundos innumerables!..... ¿No seríamos acaso nosotros sino una efímera vibración que nace y muere como un soplo en el seno de la inmensa armonía que la ignora? ¿Pasariamos sobre nuestro planeta como esas pálidas exhalaciones que en la noche serena se deslizan un instante por la bóveda azulada? Nuestros sentimientos de admiracion, de dicha, de apasionada adhesion á la verdad, de amor á la belleza, ¿no serian otra cosa que frágiles ilusiones como los colores del iris que súbito ostenta la burbuja de jabon flotante en el aire? O bien

nuestras individualidades ¿ forman ellas tal vez tanto ó mas que el átomo de oxígeno ó de hierro, parte integrante é indestructible de la organizacion del Universo? — ¡ Responded vosotros, cielos !..... Responded, tierras del Infinito !

Cuando en otro tiempo os contemplaba yo, silencioso y pensativo, en el seno de la profunda calma de la noche, ¡ oh dulces y apacibles estrellas del techado cerúleo ! os admiraba en vuestra celeste belleza, y elevaba hácia vosotras mis plegarias como el incienso de un fuego secreto encendido en mi alma por vuestras divinas miradas. Se me figuraba que me veiais, á pesar de la distancia, y que un extraño y suave vínculo de simpatía unia mi corazon al vuestro; pues vosotras viviais para mi, viviais en mi mente, viviais en el éter fascinado de vuestra luz, palpitábais en vuestro centelleo, como espíritus inflamados que reinan en la cima del universal esplendor.

Hoy ya no os contemplo con igual mirada. Cuando mis ojos te reconocen muellemente reclinada entre los vapores purpurinos del crepúsculo, oh blanca estrella de la tarde, ya no veo en tí un fuego que brilla de léjos en la noche como un faro celeste, sino que veo tu verdadera forma planetaria, tu esfera geográfica sembrada de continentes y de mares, tu volúmen igual al de la Tierra, tu alta y densa atmósfera, tus nubes y tus lluvias, tus montañas y tus llanuras, tus playas bañadas por las olas marítimas, tus pintorescos paisajes orlados de gigantescas cordilleras, tus campiñas animadas por el movimiento y por la vida, y tu humanidad hermana de la nuestra, agitada y apasionada, bajo un clima mas variado y un sol mas ardiente. ¡ Oh ! cuán diferentes sentimientos se elevan hoy en mi alma, cuando en el silencio de la noche pienso que tal mundo se halla suspendido sobre nuestras cabezas ! Y cuando, no léjos de tí, las cambiantes perspectivas del cielo traen tambien frente á mis atentas miradas ese otro globo, vecino nuestro y compañero en los destinos, Marte, con sus rayos amarillos, ante los cuales acrece aún mas tu blancura, tampoco es ya un fuego rojo encendido á orillas del océano celeste lo que saludo en su llama; sino un mundo que va inclinando en el espacio sus polos cargados

de nieve, girando sobre su eje y creándose la sucesion de los dias y de las noches, de las estaciones y de los años, ofreciendo de léjos á mi vista extasiada los rientes paisajes de sus golfos ecuatoriales y de sus riberas mediterráneas, los árboles dorados de sus selvas, las flores de sus prados, las mieses de sus fértiles campiñas, y las ciudades populosas asentadas en las márgenes de sus grandes rios. Ya no es una pálida antorcha en manos del Destino, encendida para guiar nuestros destinos fatales, lo que veo en tu claridad serena, cuando apareces tú, ¡ oh Saturno, tan temido por nuestros abuelos! ni tampoco es una maravilla de arquitectura celeste lo que admiro en tí, como lo hacian nuestros padres; sino un mundo, — ¡ qué digo, un mundo! — un universo, inmenso, espléndido, deslumbrador, una creacion inefable, ante la cual la de la Tierra se borra, se desvanece como un sueño, un universo en fin tan magnífico y tan extraño, tan bello y tan rico, tan grande y tan majestuoso, que para concebirle, sería preciso que nuestra alma, huyendo de nuestro cerebro, fuera á encarnarse en un cerebro gigante, capaz de soportar el peso de tal y tan portentoso conocimiento y de tan sin par contemplacion! Y esos mundos están ahí, con sus habitantes suspendidos sobre nuestras cabezas!... Estrellas, soles de la eternidad, sin edad y sin número; cuando una de ellas se apaga, otras diez nuevas se encienden, su luz es inextinguible; siempre han brillado, y siempre brillarán en el infinito. Los millones añadidos á otros millones, se agotan al quererlas enumerar. Son los focos en derredor de los cuales se hallan reunidas innumerables familias humanas, como las familias de nuestro sistema solar que viven juntas y sin conocerse entre los rayos de nuestro pequeño sol. Los mundos habitados que gravitan en torno de todos esos soles, soles dobles, soles múltiples, soles coloreados con todos los matices del espectro luminoso, soles variables, soles de todos tamaños, de todo poderío; esos mundos, decimos, no son millones los que han de alinearse para enumerarlos, sino millares de millares y mas que millares de millones, puesto que su número excede aún al de las estrellas, sus centros, que son ya innumerables, cómo el de los hijos excede al de los

padres. El Infinito entero está poblado de tierras animadas que se suceden por millares de millones en todas las direcciones del espacio, hasta los límites siempre fugaces y eternamente inaccesibles del vacío inconmensurable....

¿Cuáles son las fuerzas que operan en la superficie de todas esas tierras celestes? ¿Cuáles los seres que allí viven, en todas las condiciones imaginables é inimaginables de habitabilidad? ¿Qué almas piensan, sueñan, aman, cantan, ríen ó lloran en esas lejanas estancias? ¿De qué formas se han revestido, en todos esos mundos, las expansiones de la inagotable Naturaleza? La imaginación de los poetas ha creado mil metamorfosis extrañas: ha figurado centauros dando saltos sobre las montañas, sirenas meciéndose sobre las ondas, esfinges acurrucados en los desiertos, quimeras volando por las nubes; ha inventado los ciclopes, las gorgonas, las arpías, los psilos, los grifos; ha puesto los gnomos en las soledades, dioses lares en las cabañas, náyades en las fuentes, fáunos y sátiros en los bosques; pero ¿qué vienen á ser todas estas formas pseudo-terrestres al lado de las procreaciones posibles de la madre universal? Ya la resurrección de las tumbas antediluvianas ha hecho salir de lo desconocido las formidables producciones de las épocas anteriores: esos pterodáctilos de anchas alas, que aparecen como fantasmas siniestros; esos plesiosáuros, esos megalosáuros enormes y formidables, que sacudían sus escamas sonoras junto á las olas enfurecidas; esos monstruos fantásticos que poblaron la Tierra mucho tiempo ántes de venir el hombre á habitar esta mansión. Pero ¿qué es lo que serán las formas vivientes de todas dimensiones, de todo carácter, de toda destinación, nacidas en los millones y trillones de tierras habitadas que pueblan el Infinito!

Si la mas hermosa pareja humana que haya aparecido sobre la Tierra pudiera ser trasladada á uno cualquiera de esos globos, no sería acogida sino con irónica curiosidad, y la examinarían como un ejemplo extraordinario de las monstruosidades y extravagancias de la Naturaleza; lo mismo que nosotros, al llegar á ese mundo extraño, apenas podríamos dar crédito á nuestros ojos, y tomaríamos por verdaderos mons-

truos á los mas elegantes y magníficos de entre los séres humanos que habitan aquel país celeste. Ellos dirian : ¿De dónde venis, fantasmas? Y nosotros responderiamos : ¿Quiénes sois vosotros, hijos de Satanás?

Pero, sean cuáles fueren sus formas, esas humanidades existen, viven, obran, piensan; en una palabra, son allí, lo que nosotros somos aquí. Y ellas existian ántes que la nuestra apareciera sobre esta tierra; y continuarán existiendo, sin fin, cuando se haya cerrado el último párpado humano sobre nuestro errante planeta... No es sólo la vida universal lo que llena la inmensidad, sino tambien la vida eterna.

Sí, la vida universal y eterna reina sobre nuestras cabezas, y de ella formamos nosotros parte integrante. Sí, ahora ya apreciamos en su justo valor vuestra importancia, ¡oh misteriosas estrellas de la noche! pues ahora sentimos rodar en derredor nuestro infinitos mundos, vastos y pesados, poblados como el que nosotros habitamos. Planetas ó estrellas, todos sois mundos, grupos de mundos, sistemas, universos; y desde el fondo de nuestro abismo, entrevemos vuestras naciones lejanas, vuestras ciudades desconocidas, vuestros pueblos extra-terrestres!... A veces, al contemplaros, sentimos estremecerse nuestras almas pensativas, cuando recordamos que realmente todos esos luminares celestes nos muestran otras tantas humanidades hermanas de la nuestra, entre cuya muchedumbre tiene nuestra tierra diminuta ménos importancia que la que ofrece una modesta aldea comparada con los miles de ciudades, villas y lugares que pueblan todos nuestros continentes.

Humanidades del cielo! ya no sois un mito. Ya el telescopio nos pone en relacion con los países que habitais; ya el espectróscopo nos permite analizar el aire que respirais; ya los aerólitos nos traen los materiales de vuestras montañas; ya vemos vuestras naciones con sus fronteras naturales, y ya sin duda tambien veis vosotros las nuestras. ¿Quién sabe lo que nos reserva el porvenir? ¿Quién sabe si, pronto tal vez, no nos comunicaremos recíprocamente por medio de algun telégrafo ni más ni ménos maravilloso que el que hoy nos permite conversar en voz baja é instantáneamente desde el uno al otro extremo del globo terrestre? No! vosotros no nos sois

extraños, no podeis ni debeis serlo tampoco. ¿De dónde vienen los séres de que estais formados? ¿No han habitado ellos ya ántes esta Tierra en que estamos? ¿Acaso Newton ha muerto? ¿Es que Copérnico, Galileo, Kepler, no existen ya? ¿Es que Jesus no ha ido á resucitar á otra parte? Boudha, Confucio, Zoroastro, Sócrates, Aristóles, Platon, Descartes, Leibnitz, ¿han desaparecido todos del Universo? ¿Es que los genios que han ilustrado nuestro planeta y le han hecho avanzar en la via de la verdad y de la libertad han caido para no volver á levantarse jamas, como los animales vulgares llegados al término de su carrera, y como el fruto maduro desprendido del árbol bajo el soplo del viento de otoño? No! Esos astros del pensamiento no se han extinguido. Viven aún, viven siempre, brillan y funcionan en otras esferas; continúan en otros mundos mejores que este la obra interrumpida; allí están, y tal vez su genio, elevado á su segunda ó á su tercera potencia, ha inventado en esas esferas el arte de distinguir la Tierra mejor de lo que nosotros distinguimos esos otros mundos; y tal vez en este momento sonrien al vernos así deletrear balbucientes con tanto trabajo el alfabeto del infinito. No hay otras moradas ultra-terrestres que esos mundos astronómicos: allí es donde residen los que nos han dejado; no en un paraíso imaginario, en un purgatorio nebuloso ó en un infierno abrasado en eterna hoguera. Allí es donde algun dia habitaremos tambien nosotros...

Tal es la vida, la vida natural y no sobrenatural, la *vida universal* esparcida en todas las esferas. Un sol brilla en todas partes; en todas partes exhala la flor su grato perfume, en todas partes cantan las aves, en todas partes despliega la Naturaleza sus riquezas, sus gracias y sus esplendores. Los espectros de la muerte huyeron de nuestro cielo como huye la negra falena al acercarse el dia. Hé aquí la luz, hé aquí la belleza, hé aquí la verdad. Yo os saludo, vastas llanuras de las tierras celestes! Salud, montañas sublimes, valles solitarios! Salve, soles divinos en vuestro ocaso! y vosotras, profundas y gratas armonías de la noche estrellada, salud!... ¡Oh perfumados paisajes de la primavera, brillantes radiaciones del estío, melancólicos follajes de otoño, nieves silenciosas del invierno; vos-



LA VIDA EN EL INFINITO.

otros todos existís en esos mundos como en el nuestro, y la vista humana os contempla allá léjos como en nuestra terrestre mansion. Salve! á tí, oh divina Naturaleza, madre eternamente jóven, dulce compañera de nuestros gozos, confidente íntima de nuestros corazones! tú eres la misma en todas partes; tu belleza ilumina el Universo, y nosotros nos complacemos dejando reposar en tu seno el vuelo palpitante de nuestros pensamientos. Salud á todos vosotros, mundos innumerables del espacio! vosotros ostentais en los cielos los mismos cuadros, los mismos panoramas, las mismas bellezas naturales que admiramos en este otro mundo, y, segun vuestra magnitud, vuestra fuerza, vuestra fecundidad, los reproducís centuplicándolos, en medio de la inagotable variedad de un poderío infinito. Plantas desconocidas, séres maravillosos, humanidades hermanas nuestras; vida prodigiosa, vida inmensa, vida inextinguible; almas, pensamientos, espíritus inmortales, Infinito viviente, salud!... Ahora ya comprendemos la existencia del Universo; hemos salido de las tinieblas de la ignorancia, oímos los acordes de la armonía inmensa; y con una convicción inquebrantable, fundada en demostraciones positivas, aclamamos desde el fondo de nuestra conciencia esta verdad de hoy más imperecedera: *LA VIDA se desarrolla sin fin en el espacio y en el tiempo; es universal y eterna; llena EL INFINITO con sus acordes, y reinará por todos los siglos de los siglos, durante la inacabable ETERNIDAD.*

FIN

INDICE

INTRODUCCION	1
--------------------	---

LIBRO PRIMERO

LOS INSTRUMENTOS DE LA OPTICA MODERNA

(Anteojos astronómicos y telescopios)

CAPITULO PRIMERO. — El descenso de los cielos ó la elevacion del hombre hácia los otros mundos.....	15
CAP. II. — El nuevo órgano de la humanidad. — Los*mas grandes anteojos astronómicos construidos hasta hoy.....	28
CAP. III. — Los telescopios de mayor potencia visual que existen..	40

LIBRO II

EL SOL Y SU FAMILIA

CAPITULO PRIMERO. — El sistema solar.....	50
CAP. II. — El Sol, su distancia, su volúmen, su peso	60
CAP. III. — La superficie del Sol, las manchas y las protuberancias..	80
CAP. IV. — La análisis espectral de la luz, y la constitucion fisica y química del Sol.....	93

LIBRO III

EL PLANETA MERCURIO

CAPITULO PRIMERO. — Aspecto de Mercurio á la simple vista, su movimiento alrededor del Sol. — Conocimientos de los antiguos acerca de este planeta.....	107
CAP. II. — Rotacion de Mercurio sobre sí mismo. — Duracion del día y de la noche en este mundo. — Número de días en su año. — Calendario de Mercurio.....	112
CAP. III. — Las montañas de Mercurio.....	115
CAP. IV. — La atmósfera de Mercurio.....	117
CAP. V. — Los pasajes de Mercurio delante del Sol.....	122
CAP. VI. — Condiciones de la vida en el planeta Mercurio. — Climas y estaciones. — Meteorología. — Brevedad de los años. — Luz, calor. — Densidad, pesantez. — Los organismos vivientes.....	127
CAP. VII. — Los habitantes de Mercurio. — Las fuerzas de la naturaleza y las formas orgánicas. — Las humanidades planetarias. — La morada de Mercurio. — El Cielo y la Tierra vistos desde aquel mundo.....	142

LIBRO IV

EL PLANETA VENUS

CAPITULO PRIMERO. — Aspecto de Vénus á la simple vista. — Conocimientos de los antiguos sobre este planeta.....	155
CAP. II. — Movimiento de Vénus alrededor del Sol. — Sus fases. 160	160
CAP. III. — Dimensiones del planeta Vénus. — Diámetro. — Superficie. — Volúmen. — Peso. — Densidad.....	171
CAP. IV. — Rotacion de Vénus sobre su eje. — El día y la noche en su superficie. — Número de días en su año. — Calendario. 176	176
CAP. V. — Las montañas de Vénus.....	178
CAP. VI. — Geografía de Vénus.....	184
CAP. VII. — La atmósfera de Vénus.....	192
CAP. VIII. — Los pasajes de Vénus delante del Sol.....	205

INDICE.

553

CAP. IX. — La vida en el mundo de Vénus. — Climas y estaciones. — Meteorología.....	210
CAP. X. — Los habitantes de Vénus. — Analogías entre este planeta y el nuestro. — La morada de Vénus. — El Cielo y la Tierra vistos desde aquel mundo.....	216

LIBRO V

LA TIERRA Y LA LUNA

CAPITULO PRIMERO. — La Tierra, astro del cielo.....	231
CAP. II. — La Luna satélite de la Tierra. — La Luna en el cielo. — Su distancia, su diámetro, su volúmen.....	272
CAP. III. — Movimiento de la Luna alrededor de la Tierra y alre- dedor del Sol. — El día y la noche en la Luna. — Años, esta- ciones. — Forma de la Luna. — Su peso, pesantez en su super- ficie.....	279
CAP. IV. — Aspecto general de la Luna. — Su luz. — Sus manchas principales. — Las llanuras grises ó mares. — Geografía de la Luna, ó selenografía.....	285
CAP. V. — Geología lunar, ó selenología. — Topografía de nuestro satélite. — Montañas. — Volcanes. — Cráteres. — Radiaciones. — Ranuras. — Paisajes lunares. — Nacimiento de la Luna y su historia.....	294
CAP. VI. — La atmósfera de la Luna.....	318
CAP. VII. — La vida en el mundo lunar. — Los habitantes de la Luna. — Los selenitas apócrifos. — Diferencias esenciales entre aquel mundo y el nuestro. — El problema de su habitacion. — Una estancia en nuestro satélite. — El Cielo y la Tierra vistos desde la Luna.....	328

LIBRO VI

EL PLANETA MARTE

CAPITULO PRIMERO. — Aspecto de Marte á la simple vista. — Viaje desde el globo terrestre al globo de Marte. — Travesía interplan- netaria. — Movimiento de Marte alrededor del Sol. — Su dis- tancia. — Conocimientos de los antiguos sobre este planeta...	353
--	-----

CAP. II. — El globo de Marte: volúmen, peso y rotacion. — Diámetro. — Superficie. — Dimensiones. — Masa. — Densidad. — Fases. — Manchas. — Movimiento diario. — Duracion del dia y de la noche.....	361
CAP. III. — Climas y estaciones del mundo de Marte. — Calendario marcial.....	365
CAP. IV. — La atmósfera de Marte. — Su constitucion física y química. — Meteorología de este planeta.....	371
CAP. V. — Geografía de Marte. — Continentes, mares, playas, golfos, cabos, penínsulas. — Distribucion general de las tierras y de las aguas. — Regiones polares, templadas, ecuatoriales. — Mapa geográfico del planeta.....	377
CAP. VI. — Los habitantes de Marte. — Condiciones de la vida en este globo. — Pesantez. — Leyes de la naturaleza y formas de los séres. — Una estancia en este planeta. — El Cielo y la Tierra vistos desde Marte.....	386
CAP. VII. — Los planetas menores que gravitan entre Marte y Júpiter.....	412

LIBRO VII

EL MUNDO DE JUPITER

CAPITULO PRIMERO. — Aspecto de Júpiter á la simple vista. — Conocimientos de los antiguos sobre este planeta. — Su órbita alrededor del Sol. — Su distancia. — Su volúmen.....	423
CAP. II. — Manchas observadas en Júpiter. — Su movimiento de rotacion. — Duracion del dia y de la noche en aquel mundo. — Años, estaciones, meses y calendario.....	428
CAP. III. — Cambios observados en Júpiter.....	437
CAP. IV. — Constitucion física y química de la atmósfera de Júpiter.	444
CAP. V. — Los habitantes de Júpiter. — Las épocas de la Naturaleza. — Habitabilidad sucesiva de los mundos. — El mundo eterno. — Una estancia en Júpiter. — El Cielo y la Tierra vistos desde aquel mundo.....	452
CAP. VI. — Los Satélites de Júpiter. — La vida en su superficie...	464

LIBRO VIII

EL SISTEMA DE SATURNO

CAPITULO PRIMERO. — El planeta Saturno.....	479
CAP. II. — Los satélites de Saturno.....	492
CAP. III. — La vida en el universo de Saturno.....	496

LIBRO IX

URANO Y NEPTUNO. — LOS UNIVERSOS LEJANOS.

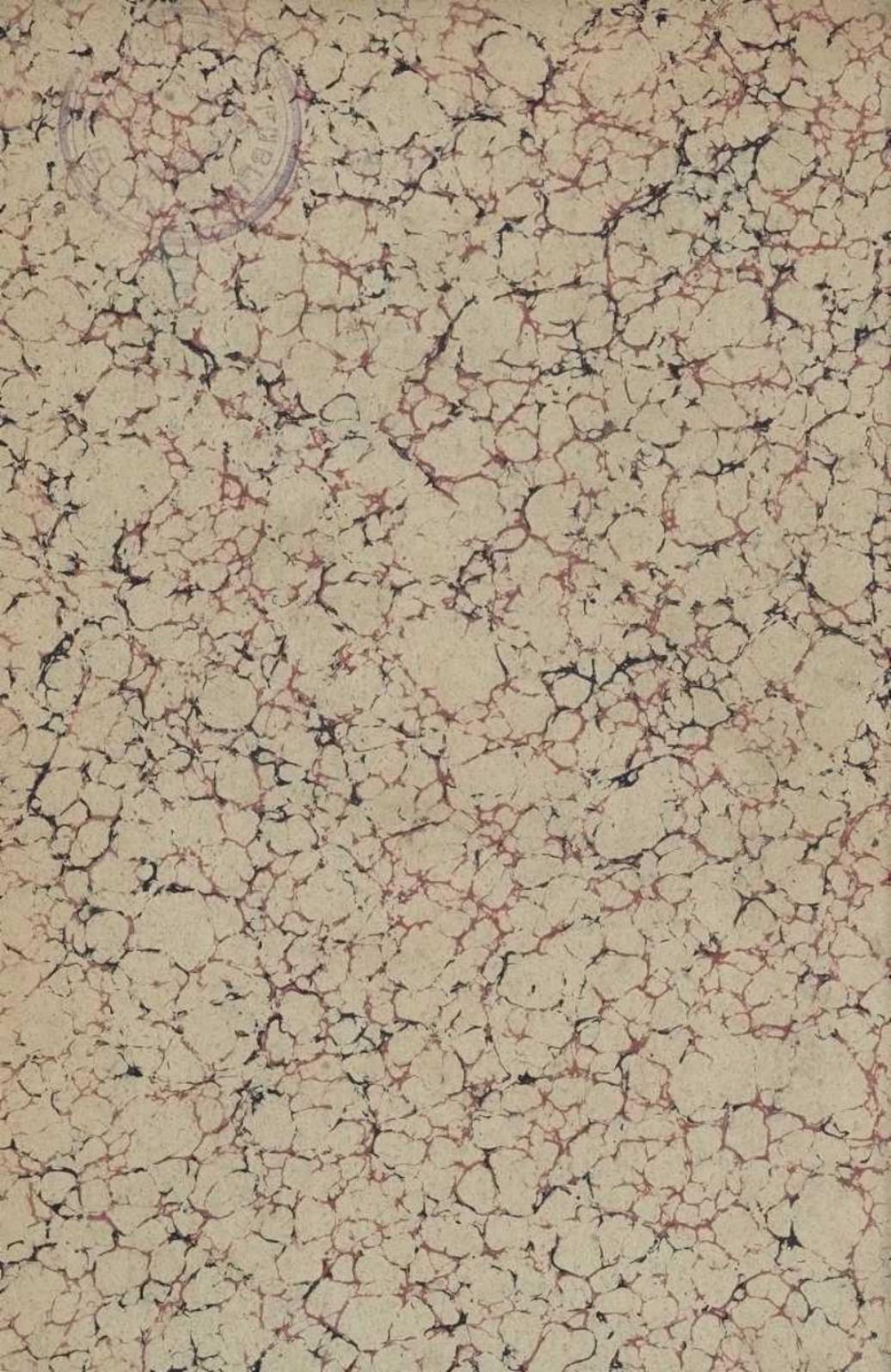
LA VIDA EN EL INFINITO

CAPITULO PRIMERO. — El mundo de Urano.....	511
CAP. II. — El mundo de Neptuno.....	519
CAP. III. — Los sistemas planetarios diferentes del nuestro.....	528
CAP. IV. — La vida en el infinito. — Conclusion.....	537

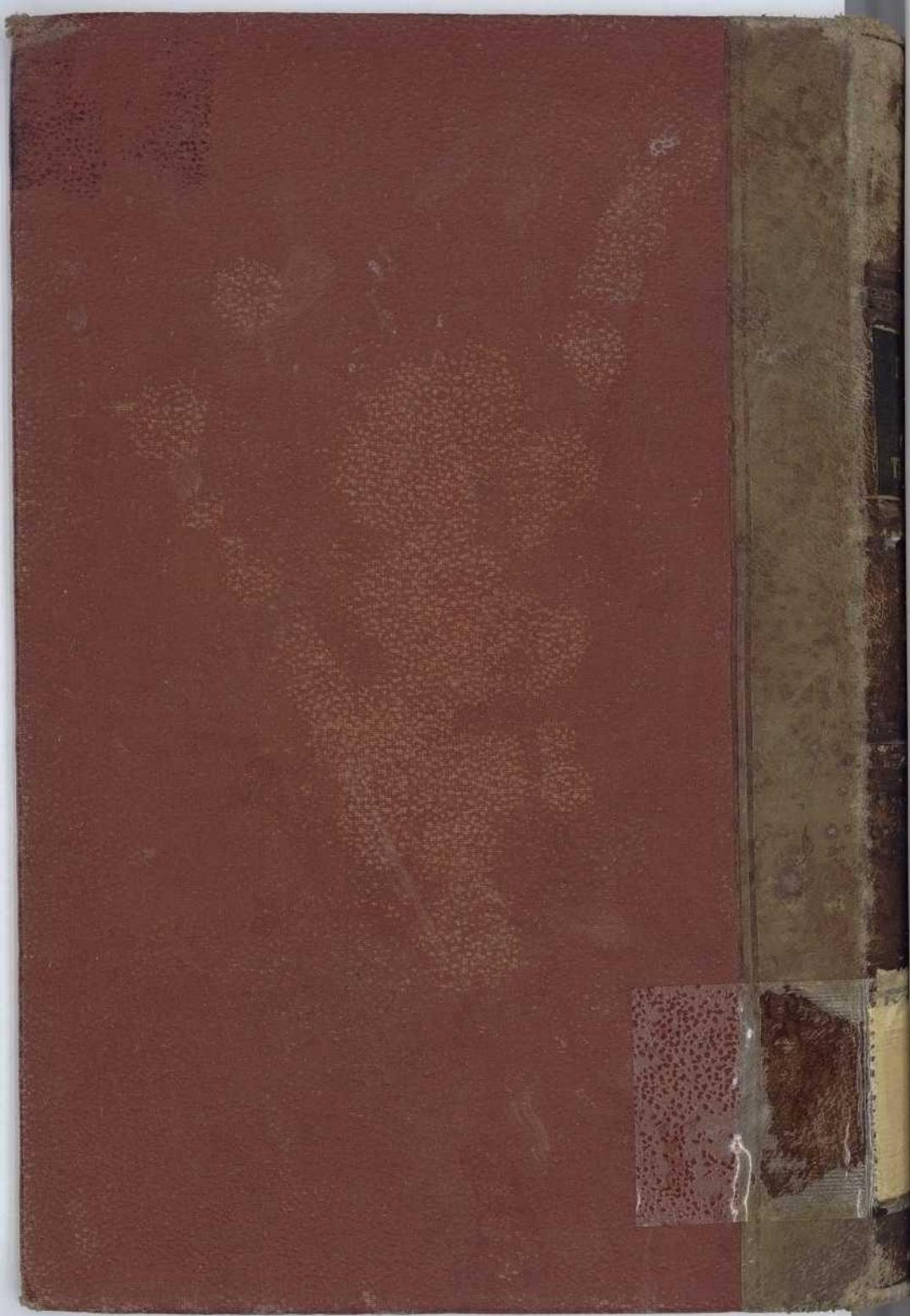
FIN DEL INDICE.

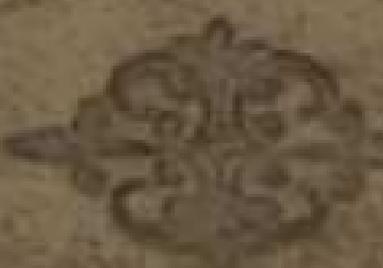












Flammariou,

LAS

Tierras del Cielo



1560