

Se debe estar satisfecho con saber que hay en ellos elementos íntimamente ligados á las funciones ordinarias de la vida; y si las demostraciones y los razonamientos que preceden no habían aun establecido la certeza en ciertos espíritus, nos permitimos esperar que este último hecho vendrá á juntarse á los precedentes para darles mayor peso todavía, para confirmarlos y para poner la última piedra al monumento cuyos cimientos acabamos de sentar.



III

LA HABITABILIDAD DE LA TIERRA

Condición astronómica de la Tierra.—Las estaciones en nuestro mundo y sobre los otros planetas; su influencia en la economía del globo y en los organismos vivientes. — Valor y oscilaciones de la oblicuidad de la eclíptica y de la excentricidad de las órbitas planetarias.—Sobre la suposición de una primavera eterna, de una superioridad en el estado primitivo de la Tierra y de un mejoramiento para las edades futuras. — Condición inferior de nuestro mundo: antagonismo de la Naturaleza: desacuerdo entre el estado físico del mundo y las conveniencias del hombre; dificultades de la vida humana. — Constitución fluidica interior: ligereza de la envoltura sólida sobre la que habitamos: su estado de inestabilidad, sus movimientos parciales y las revoluciones del globo.—Mundos superiores.—Comparación y conclusión.

Terminaremos nuestros estudios psicológicos con consideraciones deducidas de la habitabilidad intrínseca de nuestro globo.

No solamente la Naturaleza ha puesto en nuestro espíritu la idea de la pluralidad de mundos; no solamente nos confirma en esta idea enseñándonos que la Tierra no ha sido más favorecida que otros planetas que ha

construído habitables como el nuestro, y que, además, está en su esencia el propagar la vida por todas partes, y en sus leyes el no establecer privilegio arbitrario; sino que también ha querido colmar nuestra certidumbre y destruir así, uno tras otro, todos los argumentos de nuestros antagonistas, demostrándonos ahora que, aun para la existencia humana, la Tierra no es el mejor de los mundos posibles.

Decimos aun para la existencia humana, porque suponiendo que nuestro tipo general de organización esté reproducido en otros mundos, nosotros reconocemos que para este tipo hay mundos preferibles al nuestro. No creemos por esto, que esta existencia deba ser tomada por base absoluta de una comparación general; nada de esto; pero lo hacemos así para dar un punto de partida á nuestro modo de ver, y para responder así al argumento de los que fundándose en nuestra organización, pretenden que nuestra Tierra es el mejor de los mundos. En rigor de verdad la naturaleza de los habitantes de la Tierra no es el modelo sobre el que han sido construídas las huma-

nidades extraterrestres, y es gran error tomar á nuestro mundo por tipo absoluto en la jerarquía de los astros. Los hombres desconocidos nacidos en esas diversas patrias, difieren de nosotros en su organismo físico, en su estado intelectual ó moral, en las funciones de su vida individual y en su historia. En el estrecho círculo de óbservación á que nos vemos circunscritos, sería locura pretender determinar el modo de organización de los seres según el grado de parecido de su mundo con el nuestro. Es, pues, importante precisar aquí que nuestras consideraciones deben ser tomadas en su valor genérico y no desviarlas con particulares aplicaciones.

Haremos notar por de pronto un hecho biológico de la más alta importancia: que la excesiva repetición de los actos de la vida y la excesivamente grande disparidad de los períodos que atraviesa esta vida, es la causa más activa del agotamiento de las fuerzas vitales; de suerte que cuanto más las estaciones y los años tienen de duración y semejanza, más los organismos vivientes encuentran condiciones favorables á la prolongación de la existencia.

Y eso ocurre evidentemente á la inversa, en los astros cuyos períodos no se separan más que por cortos intervalos. Así diremos, desde este nuevo punto de vista, que la Tierra no goza de las mismas ventajas que ciertos planetas, y que está lejos de ser el mundo más favorablemente establecido para la existencia humana.

Se sabe que la inclinación de los ejes de rotación de las esferas celestes sobre el plano de sus respectivas órbitas es la causa astronómica de la diferencia de estaciones, de los climas y de los días. Si el eje de rotación estuviera perpendicular á ese plano, la zona tórrida no extendiéndose más allá del Ecuador y la zona glacial estando circunscrita á los polos, los efectos del calor y de la luz se debilitarían insensiblemente desde el círculo ecuatorial hasta los círculos polares, lo que daría un clima atemperado y habitable á todas las regiones del astro. Una misma estación reinaría perpetuamente sobre toda la superficie del globo, y una temperatura especial y permanente sería aplicada á cada latitud. Se puede juzgar por lo dicho la fertilidad de un pla-

neta así favorecido, la facilidad con que las más ricas producciones del globo se desarrollarían en su superficie, y la influencia feliz de una tal morada sobre la doble vida material é intelectual de los hombres. En fin, una repartición siempre igual entre la duración del día y la de la noche, acabaría de dotar un tal mundo de las más preciosas ventajas para la prosperidad, la felicidad y la longevidad de sus habitantes. La poesía de esa primavera eterna nos transporta á la edad de oro de la mitología antigua, al paraíso de la Biblia... Pero nos es preciso descender de esas afortunadas regiones, para no considerar más que las simples ventajas reales relativas á la habitabilidad actual de los mundos.

Si el eje de rotación estuviese tendido sobre el plano de la órbita y coincidiese con él, se ve de igual modo que la zona templada que, en la posición precedente, se extendía sobre la superficie entera del planeta, desaparece ahora completamente. El sol pasaría sucesivamente por el cénit de todos los puntos del globo al que otorgaría las más disparatadas estaciones y los más desiguales días, y esparciría

alternativamente en cada hemisferio una luz continua y las tinieblas permanentes, un calor abrasador y un frío glacial. Cada país estaría expuesto uno tras otro en el transcurso del año á esas alternativas intolerables, y sólo concedería á sus habitantes condiciones perniciosas para el progreso y hasta para la estabilidad de una civilización primitiva.

Esas son las dos posiciones extremas del eje de rotación de un planeta, entre las cuales hay una multitud de posiciones intermedias. Si bajamos la vista sobre la posición de la Tierra en el plano de su órbita, notaremos que está lejos de rodar perpendicularmente, sino que, por el contrario, está muy oblicuamente inclinada sobre este plano. Su eje de rotación se halla en efecto inclinado en más de 23 grados, lo que da á nuestro globo tres zonas bien distintas y caracterizadas por climas especiales: la zona tórrida, las zonas templadas y las zonas glaciales. Esas diversas regiones están lejos de ser igualmente habitables; de una parte, los fuegos del ecuador se muestran poco propicios al sostenimiento y á la larga duración de la existencia, pues

los resortes vitales, incesantemente fatigados por un calor aplastante, se gastan en poco tiempo; por otra parte el rigor de los climas



Época terciaria
Megaterio

polares es incompatible con las funciones de la vida humana y con las necesidades de la organización, así animal como vegetal.

Esta inclinación del eje, llamada más generalmente oblicuidad de la eclíptica, ejerce

una influencia fundamental en las condiciones de existencia de los seres vivientes y por consecuencia sobre las condiciones de nuestra especie misma, á pesar de nuestra naturaleza más personal, más independiente y más activa; esta influencia se puede reconocer bajo dos aspectos: en las vicisitudes de las estaciones y en la diversidad de los climas. Así, un cambio notable en esta oblicuidad, una aproximación del eje hacia la perpendicular, disminuiría en otro tanto la diversidad de las estaciones y la de los climas, y representaría para la economía general de los mundos donde se efectuase, condiciones de habitabilidad preferibles á las que posee el nuestro. Esto es lo que existe en realidad en otros planetas, donde la oblicuidad es menor que la de la Tierra, y esto es lo que pone de manifiesto la inferioridad de nuestro estado astronómico. «Aun resignándose á un orden de cosas que no puede modificar—escribía un filósofo que hubiera alcanzado mayor grandeza de la que hoy tiene si no la hubiera querido tener demasiado en vida y sobre todo al fin de sus

días (17),—la humanidad no sabría cómo reconocer en el mundo la perfección absoluta que exige, naturalmente, el optimismo teológico, puesto que mejores organizaciones pueden imaginarse y aún existen establecidas en otras partes. En vano la antigua filosofía podría intentar eludir esta dificultad evidente, alegando la pretendida solidaridad de nuestra verdadera oblicuidad eclíptica, con la economía general de nuestro sistema solar; una sana apreciación directa, especialmente confirmada por la mecánica celeste, demuestra claramente que un tal elemento constituye respecto á cada planeta un dato esencialmente independiente de los demás, y con mayor razón de la disposición efectiva del resto del mundo... Respecto á los climas, aun más que respecto á las estaciones, ningún espíritu sano puede hoy día disputar que si los esfuerzos materiales de la humanidad combinada podían permitirnos alguna vez enderezar el eje de rotación de nuestro globo sobre el plano de su órbita, las disposiciones existentes serían real-

(17) Augusto Comte, *Traité philosophique d'Astronomie populaire*, primera parte, caps. II y III.

mente muy mejoradas, con tal que este mejoramiento fuese, por otra parte, operado con toda la prudencia conveniente, puesto que la Tierra acabaría de este modo de hacerse más habitable. Reconociendo que nuestra acción, siempre más limitada que nuestra fantasía, no podrá cumplir una tal operación mecánica, es preciso que nuestra resignación á los inconvenientes que no podemos evitar, no degenerare en una estúpida admiración por las imperfecciones más evidentes.»

Aunque sean dichas por un hombre que muy á menudo se deja llevar por apreciaciones incompletas y exageradas á la vez, esas palabras son juiciosas; pero no es necesario darles demasiada importancia; hay en esto una cuestión fundamental de fisiología á examinar y resolver. Desde luego, dejaremos de lado esa romántica idea del enderezamiento de la oblicuidad de la eclíptica; todo hombre científico la despreciará *a priori* como una utopía de primer orden y nosotros no creemos que Comte mismo la haya tomado jamás en serio; todos sabemos que en el mundo repre-

sentamos lo que las hormigas sobre la cúpula del Panteón.

No debemos hablar aquí de la realización de una hipótesis irrealizable; pero sí debemos estudiar cuál es la influencia de la oblicuidad de la eclíptica sobre el estado de la vida en la superficie de cada mundo.

El único ejemplo que podemos tomar es el de la Tierra, único globo del que nos es conocido el estado de la vida. Sobre nuestro mundo, las funciones de la vida se hallan íntimamente ligadas á su condición astronómica. La naturaleza vegetal que sirve de base á la alimentación de los animales y del hombre, se renueva según el curso de las cuatro estaciones. A continuación del invierno que representa un período de sueño, sueño aparente durante el cual se cumple un grande y oculto trabajo de elaboración, la primavera ve el renacimiento de los seres y limita su juventud; el estío hace suceder los frutos á las flores; el otoño los madura y permite su recolección. Esta es la vida de los grandes vegetales que sin ellos morir, ven caer su follaje y desaparecer todo su adorno antes del invierno para

revestirse en la estación primaveral de nuevos brotes semejantes á los anteriores. La vida de las plantas más pequeñas está todavía más íntimamente sujeta á los movimientos de las estaciones, y sufre más completamente su influencia; el trigo, por ejemplo, que alimenta en Europa la cuarta parte del género humano; el mijo, el maíz y otras gramíneas que nutren el mediodía de Europa, la India y las regiones tropicales; el arroz, la dura y otras substancias alimenticias, son otras tantas plantas, dichas anuales por los botánicos, porque deben al invierno la facultad—muy preciosa para nosotros—de morir para renacer en la primavera. Sin invierno, el trigo ni los demás cereales darían espigas, ni permitirían las útiles cosechas á las que debemos nosotros una parte de nuestra subsistencia; este hecho está fuera de discusión, y tenemos de él un ejemplo en la diversidad de alimentación cuya sucesión se observa desde nuestras latitudes hasta el ecuador. Pero no es solamente al invierno á quien debemos nuestras espigas de oro del mes de julio y nuestras opulentas mieses; es además, á la opuesta estación, al estío,

que ofrece una distancia correlativa entre su temperatura media y la de la primavera. El trigo pide para granar 2,000 grados de calor acumulados como máximo; la vid todavía más; la cebada sólo 1,200. Por consiguiente, la sola temperatura de nuestros equinoccios no sería suficiente para hacer granar nuestros cereales. Nuestras plantas han nacido para nuestro globo y para la condición en que él se encuentra, y todo nos demuestra, según la frase del doctor Hoefler, «que todos los cuerpos de la Naturaleza deben sus propiedades á las condiciones ordinarias en las que se encuentra colocado el globo que habitamos». Indisolubles lazos unen los seres terrestres á la Tierra, y es incontestable que una transformación cualquiera en la intensidad relativa de las estaciones, acarrearía una transformación inmediata en los fenómenos de la vida del globo. Esta vida, cuya relación con nuestra condición astronómica es tal que todos los seres animales y vegetales llevan en ellos el instinto de prever las variaciones inevitables de la temperatura y de obrar de conformidad con esta previsión, de vivir aceleradamente toda su vi-

da durante los últimos y hermosos días, ó de prepararse á la muerte pasajera que debe traer su próxima renovación; esta vida terrestre, decimos, está señalada entre ciertos límites que no podrá probablemente traspasar; oscila alrededor de una posición media, donde están reunidos los elementos de toda su plenitud; se aleja hasta ciertas distancias, pero parece estar siempre sujeta á las condiciones inherentes á nuestro globo. Así, aunque podamos decir que si por un fenómeno cósmico cualquiera (lo que en el orden actual no puede venir), la oblicuidad de nuestra eclíptica fuese disminuída, y si una ley lenta y progresiva como todas las leyes de la Naturaleza, aproximase gradualmente el eje de rotación á la perpendicular, nuestras estaciones serían por ello mejor armonizadas, nuestros climas mejor modificados y más constantes, nuestros días más iguales y menos disparatados; no podemos entretanto, decir que las condiciones de la vida *terrestre* así transformada, fuesen *para nosotros* preferibles á las que actualmente existen; esto sería una suposición un poco arbitraria, por la razón de que la vida terrestre

nace en la superficie de nuestro globo, en estrecha correlación con la condición de este globo. Pero se puede, sin contradicción, afirmar que *allí donde las condiciones son preferibles, la vida aparece en un estado superior* correlativo con esas condiciones mismas, y que allí donde el régimen astronómico constituye un grado de habitabilidad superior al de la Tierra, las fuerzas de la vida se hallan desarrolladas en mayor grado de poder y de energía y han dado vida á seres formados para vivir en el seno de un esplendor constante, como nosotros lo estamos para vivir en el seno de una indigencia irregular.

Las estaciones, de las que en pocos trazos hemos bosquejado las consecuencias biológicas para nuestros climas, deben ser consideradas, sin que creamos sea necesario extendernos en este punto, como afectas á los dos hemisferios de nuestro globo: á nuestro hemisferio, que tomamos por término de comparación, y al hemisferio opuesto. Sabemos que se suceden inversamente sobre uno y otro; que el polo boreal y el polo austral se presentan uno tras otro al Sol en el intervalo de un

año, y que mientras nosotros tenemos aquí la primavera, el estío, el otoño ó el invierno, los habitantes de las latitudes diametralmente opuestas tienen el otoño, el invierno, la primavera y el estío. El movimiento de las estaciones indicado para un lugar determinado, debe pues ser implícitamente aplicado á todos los puntos del globo, teniendo cuidado siempre de tener en cuenta las diferencias de las latitudes, pues este movimiento, inapreciable en el ecuador, es tanto más caracterizado cuanto más se aleja uno hacia los polos.

Tales son las consecuencias primeras de la oblicuidad de la eclíptica, consecuencias fatales y absolutas por más que hayan escrito respecto á ellas ciertos equivocados teóricos. En oposición á los que esperan una renovación del globo en el porvenir, muchos han sentado, sobre todo entre los antiguos, que la Tierra giraba en otros tiempos perpendicularmente sobre su órbita; que en la época de la primera aparición del hombre sobre la Tierra, una primavera perpetua embellecía y enriquecía nuestro globo, y que en la sucesión de las edades, esta Tierra se inclinó poco á poco hasta

llegar á su posición actual. Esto es un brillante ensueño, muy propio para juntarlo á las delicias de la edad de oro; una magnífica decoración que encuadra á maravilla las seductoras epopeyas bajo las cuales los poetas han querido presentar la misteriosa cuna de nuestra raza. El epicúreo Ovidio, en el primer libro de las *Metamorfosis*, y el pobre Milton, en el IX canto del *Paraiso perdido* se han extendido con complacencia sobre este antiguo privilegio, y se han avenido sobre este hecho mejor de lo que á primera vista podría esperarse de cada uno de ellos; otros poetas han cantado, ó por decirlo mejor, han llorado como ellos, la decadencia imaginaria de nuestro mundo; y filósofos ha habido que siguiendo á Anaxágoras y á Zenopides de Chío han sostenido que la esfera, primitivamente derecha, se ha inclinado por sí misma posteriormente al nacimiento de los seres animados.

Hoy se puede afirmar que todas esas teorías no tienen ningún fundamento; los grandes trabajos de Euler, de Lagrange y de Laplace, han establecido que la variación del eje terrestre está reducida á ciertos límites, y que la

oblicuidad de la eclíptica oscila apenas algunos grados de cada lado de una posición media. Mientras que la nutación del eje terrestre depende únicamente de la influencia del Sol y de la Luna sobre el aplastamiento polar de nuestro globo, el estado de oblicuidad de la eclíptica resulta del movimiento de todas las órbitas planetarias. Esta oblicuidad disminuye actualmente cada año en medio segundo aproximadamente. En el primero de enero de este año (1862) es de $23^{\circ} 27' 15'' 90$; en el primero de enero de 1863 será de $23^{\circ} 27' 15'' 43$; en el 1.º de enero de 1864, de $23^{\circ} 27' 14'' 97$, etc. Hace un siglo, en 1762, era de $23^{\circ} 28' 2'' 66$; dentro de un siglo, en 1962 será de $23^{\circ} 26' 29'' 11$, etc. Pero esta disminución (que es constante y que se puede calcular para una serie de varios siglos) está lejos de ser invariable para un mayor lapso de tiempo; es una serie decreciente y llegará una época en la que será completamente anulada, y en que la oblicuidad tomará un movimiento inverso para crecer gradualmente hasta cierto límite. Si la oblicuidad disminuye entretanto, es una consecuencia de la distribución actual de las órbitas planetarias;

dentro de algunos miles de años, esta distribución habrá variado de tal modo que resultará un aumento en sentido contrario. Así este elemento astronómico es, como todos los demás, relativamente constante y no se puede apoyar sobre ningún hecho científico la suposición de que en una época antigua las condiciones de habitabilidad de la Tierra hayan sido superiores á las de hoy, de igual modo que no se puede esperar para el porvenir un mejoramiento de nuestras condiciones físicas de existencia.

La teoría que acabamos de exponer sobre la marcha y el valor de las estaciones presenta este fenómeno desde su punto de vista más importante: como una de las consecuencias de la oblicuidad de la eclíptica. Pero para ser más completo, debemos añadir que esas especies de estaciones no son las únicas á que están sometidas la Tierra y los planetas; existen otras menos apreciables para nosotros, pero no menos reales: son aquellas que resultan de la *excentricidad* de las órbitas planetarias. Se sabe que los planetas no se mueven en el espacio siguiendo circunferencias regulares, sino

siguiendo elipses de las que el Sol ocupa el foco, y que por consecuencia de este movimiento, están tan pronto más próximos como más lejanos del astro solar. La distancia que les separa de este astro varía de un día á otro, desde su maximum, que se verifica en el afelio, hasta su minimum, que se verifica en el perihelio. Es así como la Tierra está cerca de un millón trescientas mil leguas más próxima al Sol en el perihelio (solsticio de invierno para nuestro hemisferio), que en el afelio (solsticio de verano); se da el nombre de excentricidad á la mitad de la diferencia que existe entre las distancias del Sol en estos dos puntos extremos.

Estas estaciones, que como se ve dependen de la distancia variable de los planetas al Sol, son poco apreciables para la Tierra porque la excentricidad de ésta es muy débil (es de 0,0168), y porque las estaciones que dependen de la inclinación de su eje son muy caracterizadas; pero tienen un valor bastante pronunciado sobre los planetas cuya órbita es muy prolongada, y se aproxima á las largas elipses cometarias. Fuera de los pequeños

planetas situados entre Marte y Júpiter, algunos de los cuales manifiestan una excentricidad considerable, pero que no merecen gran importancia en la teoría que nos ocupa, Mercurio es el mundo sobre el cual esas especies de estaciones son las más caracterizadas. Su excentricidad es trece veces más grande que la de la Tierra y de ahí resulta que la distancia del astro al Sol, varía del perihelio al afelio, casi en relación de 5 á 7. La luz y el calor solares son por esto dos veces más intensas en el perihelio que en el afelio; es como si nos imaginásemos en cierta época del año un segundo Sol que viniese á colocarse en el cielo al lado de nuestro Sol habitual. Sobre Júpiter nuestras estaciones ordinarias no existen y las estaciones dependientes de la excentricidad son preponderantes.

La excentricidad de la órbita terrestre actualmente disminuye como la oblicuidad de la eclíptica; y esta disminución es de una lentitud extremada: no varía más que 0,000043 por siglo. Poisson, en la *Connaissance des temps* para 1836, Arago, en sus *Notices scientifiques*, y otros geómetras, han establecido que