

CAPÍTULO PRIMERO

EL CALOR EN LA NATURALEZA

I

EL CALOR Y EL MOVIMIENTO EN LA SUPERFICIE DEL GLOBO TERRÁQUEO

El movimiento parece inseparable del calor en la superficie de la Tierra, aserto que, en nuestro concepto, podría hacerse extensivo fácilmente á todos los cuerpos del Universo. Pero aquí tan sólo consideramos los fenómenos de movimiento más inmediatamente observables, y haremos caso omiso de la rotación de nuestro planeta y de su movimiento de traslación, que, perteneciendo á los hechos cósmicos, son de incumbencia de la astronomía.

Consideremos ante todo los movimientos que se observan en el mundo inorgánico, y hagamos ver la íntima dependencia que existe entre ellos y el calor. Ocupémonos en primer lugar de los que afectan á las masas sólidas que constituyen la costra terrestre. Estas masas, colocadas generalmente, como la geología nos enseña, en capas ó estratos superficiales y concéntricos, parecen en su conjunto en equilibrio, lo cual es una apariencia, pues en realidad, lejos de ser estable este equilibrio, oscila perpetuamente á causa de los movimientos intestinos que se comunican desde las capas internas ó desde el núcleo á las superficiales: los terremotos, las erupciones volcánicas, los levantamientos ó hundimientos del terreno, bruscos y repentinos los unos, y de extraordinaria lentitud los otros, trastornan de un modo continuo, por decirlo así, el suelo de los continentes y de las islas, lo propio que el en que descansan las masas líquidas de los océanos y de los mares. Ocupándose el profesor Fuchs, en su reciente obra *Los volcanes y terremotos*, de la duración y frecuencia de los segundos, demuestra que la estadística de los temblores de tierra, formada por los sabios, sólo se refiere á una exigua parte de la superficie terrestre. Con todo, su número y el de sus sacudidas son bastante grandes para que dicho profesor formule una conclusión en los términos siguientes: "No pasa un día ni siquiera una hora sin que haya alguna sacudida en la superficie del globo; y aun se puede sostener sin exageración que la Tierra se halla en un estado perpetuo de conmoción y movimiento, ora en un punto, ora en otro de su superficie."

Se han propuesto varias hipótesis para explicar los fenómenos volcánicos y los movimientos que afectan á la parte sólida de la corteza terrestre, hipótesis que traen aún divididos á los sabios. En concepto de unos, el núcleo de nuestro globo conserva todavía en la mayor parte de su masa su fluidez primitiva; debajo de la costra solidificada, relativamente delgada, que constituye el suelo, hay una masa cuya elevada temperatura la mantiene en estado de fusión ígnea. Las fluctuaciones accidentales ó periódicas que sufre esta masa líquida, los desprendimientos de gases ó vapores que resultan de la filtración de las aguas del mar en esas profundidades, son las causas de las erupciones volcánicas y de los terremotos que preceden ó acompañan á dichas erupciones. Otros creen que el núcleo interior de la Tierra se ha solidificado largo tiempo hace,

si no enteramente, á lo menos en gran parte; mas para explicar las lavas arrojadas por las bocas de los cráteres suponen que todavía existen capas incandescentes y fluidas, lagos ígneos debajo de todas las regiones de naturaleza volcánica. Ya se adopte una ú otra de estas hipótesis, ó se recurra simplemente á las reacciones químicas sufridas por los materiales de las capas interiores del globo, lo cierto es que, tanto para unos como para otros, el calor es la causa determinante de los continuos movimientos que ocurren en la costra sólida de nuestro planeta. Por lo que respecta á los levantamientos y hundimientos pausados del suelo, á los movimientos que en ciertos puntos bajan el nivel de los continentes y en otros lo hacen asomar progresivamente sobre la superficie del océano, se los atribuye á contracciones y dilataciones interiores, y por consecuencia también se debe atribuir su causa á variaciones de calor.

Si de la corteza sólida del globo pasamos á la parte fluida, á los océanos y mares, y luego á la envolvente atmosférica, no vemos ya únicamente movimientos accidentales, sacudidas ó convulsiones, que se suceden con intervalos más ó menos frecuentes aunque apreciables, sino una movilidad perpetua. Las masas profundas de las aguas, lo propio que las del aire, se hallan en un estado continuo de agitación, dividiéndose en corrientes más ó menos regulares ó permanentes, más ó menos variables en su intensidad ó dirección: siendo las fluctuaciones incesantes de estas corrientes las que hacen que la ciencia de los estudios meteorológicos sea tan delicada como difícil. Por otra parte, en la superficie misma de las tierras, en los continentes é islas, los vapores suspendidos en la atmósfera en forma de nubes, derramados por las lluvias ó condensados en forma de nieve en las cumbres, son el origen de esas innumerables corrientes, riachuelos y ríos, que corren por las pendientes de los terrenos, por los declives de las vertientes, obedeciendo á la acción de la gravedad, para reunir sus aguas y llevarlas al depósito común: el mar. Pues bien, si la gravedad es la fuerza que precipita las aguas, la que las impele en su curso, en una palabra, la que produce el movimiento en virtud del cual se acercan á la superficie del suelo; si esta misma fuerza engendra los movimientos ascendentes ó descendentes de los fluidos aéreos, hay otra fuerza, el calor, que rompe de continuo el equilibrio que propende á establecerse, siendo ella la que origina las corrientes oceánicas, la causa de la circulación perpetua de que las profundidades del océano, lo propio que las regiones elevadas, son teatro.

La desigualdad de temperatura entre las regiones inmediatas al ecuador y las próximas á los polos produce á causa de la radiación solar una atracción constante de las capas de aire frías de los polos hacia el ecuador por consecuencia del enrarecimiento y de la mayor elevación de las masas de aire caldeadas de las zonas tropicales, dando lugar así á una corriente inversa del ecuador á los polos; estos vientos generales y predominantes sufren perturbaciones locales que tienen asimismo su origen en las desigualdades de temperatura dimanadas de varias circunstancias. Así también la acción de los rayos solares sobre las aguas de los mares motiva la formación de vapores que, mezclados con el aire, son transportados de un punto á otro, ya en estado de vapor invisible, ó bien en el de nubes, según el grado de saturación de las capas aéreas. Si, á consecuencia de un enfriamiento local, ocasionado con frecuencia por la elevación gradual de las masas de aire procedentes del océano, la condensación de dichos vapores llega á traspasar cierto límite que á su vez depende de la temperatura, sobreviene la precipitación en forma de lluvia ó de nieve. De este modo se renueva sin cesar el agua de los manantiales, arroyos y ríos que, según la expresión de Clausius, "forman la mitad de un curso circular cuya segunda mitad está en las nubes."

Más adelante estudiaremos, con la extensión necesaria, los movimientos de la atmósfera y de los mares, que aquí nos limitamos á mencionar, por reducirse en este momento nuestro objeto á mostrar su relación con el calor.

Pero fácilmente se ve que esta relación es más íntima de lo que acabamos de decir. En efecto, esa movilidad que, según vemos, es una propiedad particular de los cuerpos cuando adquieren el estado líquido ó el gaseoso, desaparece casi enteramente cuando, por un descenso suficiente de temperatura, toman el estado sólido. Necesitan cierto grado de calor para que pueda efectuarse libremente el movimiento de las moléculas, como se observa en los líquidos; un grado mayor los transforma en gases ó vapores, cuyas moléculas están á su vez en perpetuo movimiento. Supongamos, pues, que la Tierra entera, desde los polos al ecuador, está sometida á la baja temperatura que reina en las regiones polares durante sus largas noches invernales. A la agitación actual, á las corrientes del océano y del aire que existen hoy, seguirá una inmovilidad casi absoluta. Un frío mucho más intenso, por ejemplo el que reina más allá de los límites de la atmósfera ó en los espacios celestes (1), congelaría toda la masa de las aguas del mar, todos los vapores de la atmósfera, que formando entonces parte integrante de la corteza sólida del globo, participarían de su inmovilidad.

En la parte de esta obra consagrada á la Gravitación hemos copiado un trozo de una interesante Memoria de Lavoisier en la que se desarrolla esta hipótesis de las variaciones de la temperatura del globo terráqueo; ahora reproduciremos lo que se refiere á las consecuencias de una gran disminución de calor. "Si la Tierra, dice, se encontrara de pronto situada en regiones muy frías, por ejemplo las de Júpiter y de Saturno, el agua que forma hoy nuestros ríos y mares, y probablemente la mayoría de los líquidos que conocemos, se transformaría en montañas sólidas, en rocas muy duras, diáfanas al principio, homogéneas y blancas como el cristal de roca, pero que, mezclándose andando el tiempo con varias substancias, llegarían á ser piedras opacas de diferentes colores. En esta suposición, el aire ó por lo menos una parte de las substancias aeriformes que lo componen, dejaría sin duda de existir en estado de fluido invisible por falta del suficiente calor; tornaría, pues, al estado líquido, y este cambio produciría nuevos líquidos de los que no tenemos idea alguna."

En la época en que Lavoisier hacía estas conjeturas, aún no se habían podido licuar todos los gases. Hoy la experiencia ha justificado tan aventuradas previsiones: se han licuado y aun solidificado en parte el ácido carbónico, el oxígeno y el hidrógeno á temperaturas sumamente bajas y á grandes presiones; por consiguiente se puede hacer osadamente la suposición de que, dado un descenso de temperatura bastante considerable, la Tierra entera quedaría convertida en una masa sólida sin atmósfera ni mares, en cuya superficie cesaría todo movimiento visible. De suerte que si el calor interno del núcleo llegara asimismo á desaparecer, de todos los movimientos que agitan sus diversas partes no conservaría más que su rotación y su traslación alrededor del sol (2). La inmovilidad más absoluta reinaría tanto en su interior como en su superficie. Los únicos movimientos visibles en nuestros planetas serían esos flujos periódicos ó esporá-

(1) Según los cálculos de Pouillet, la temperatura del espacio es de unos 142 grados bajo la del hielo ó de cero.

(2) Esta hipótesis parece realizada en un cuerpo celeste íntimamente ligado á la Tierra. Todo induce á creer que la Luna carece de atmósfera y de agua. Si aún quedan dudas sobre la perfecta inmovilidad que debe de reinar en su superficie, si es posible que de vez en cuando ocurran cambios en su suelo, como varios observadores han creído notarlo de algunos años á esta parte, lo cierto es que la causa de estos cambios

dicos de los meteoros de origen cósmico, como bólidos, estrellas fugaces, etc., debiendo añadir que estas lluvias ó caídas de meteoros no ofrecerían ya el espectáculo variado de los globos de fuego ó rastros chispeantes y luminosos que tan á menudo surcan el cielo de nuestras noches, por cuanto la luz de los meteoros emana únicamente de la transformación en calor de la fuerza viva de que están animados, por efecto de la resistencia que el aire opone á su movimiento.

II

EL CALOR Y LA VIDA EN LA SUPERFICIE DE LA TIERRA

Acabamos de ver cuál es el cometido del calor y de sus variaciones en los movimientos de los cuerpos inorgánicos; su influencia no es menor en el mundo de los cuerpos organizados ó vivientes. Nadie ignora que los vegetales, lo propio que los animales, necesitan cierta cantidad de calor para vivir, crecer y desarrollarse; cuando la temperatura del medio que los rodea no está comprendida entre límites determinados, variables según las especies, las funciones vitales son imposibles y el vegetal ó el animal perecen. Además, varias de estas funciones producen á su vez calor, así como otras lo consumen ó absorben. Las condiciones de esta acción recíproca del calor y de la vida son más ó menos complejas, según el grado de complejidad del mismo organismo. Para dar desde luego una reseña de éstas, citemos algunos párrafos de la notable obra relativa á este asunto publicada por M. Gavarret, profesor de Física en la Facultad de medicina de París:

"Desde el animal colocado en el punto culminante de la escala zoológica hasta el último zoófito, desde la planta más perfecta hasta el vegetal más sencillo, el ser viviente, considerado en las condiciones fisiológicas normales de su existencia y de su desarrollo, y resguardado de la acción frigorífica de la evaporación, se presenta, siempre y dondequiera, dotado de una temperatura superior á la del aire ó del agua que lo rodea. La producción del calor es el hecho más general y constante de la vida. Pero la vida no se conserva sino mediante una acción continua y recíproca del medio ambiente y del ser organizado. Pues bien, en el estudio de estas relaciones incesantes y necesarias del ser viviente con todo cuanto le rodea hemos debido buscar, y hemos encontrado, la causa real de esta producción de calor tan notable y tan bien demostrada.

"El animal absorbe el oxígeno del medio ambiente y quema los materiales orgánicos que la digestión disemina por su sangre. Estas combustiones lentas, completas ó incompletas, cuyos productos son eliminados por las vías respiratorias, por la piel y por los diferentes emuntorios de la economía, le proporcionan todo el calor necesario para mantener su temperatura.

debe ser interna y no externa, esto es, las reacciones del núcleo sobre la corteza. Pero, en este caso, la privación de agua y de aire no puede atribuirse á la falta de calor.

No hemos dicho nada de los movimientos de las masas oceánicas que constituyen las mareas terrestres, que reconocen por causa la acción de la gravedad de la Luna y del Sol; pero claro está que con la solidificación de las aguas, ocasionada por el frío intenso de que hemos hablado, no habría ya oscilación semidiurna, de suerte que este movimiento depende también del calor y cesaría tan luego como el frío fuese bastante intenso para congelar las aguas del océano. Así lo reconocía Delaunay en su estudio sobre la aminoración del movimiento de rotación de la Tierra.

„Las simientes y las flores se agrupan junto á los animales, y así como ellos, absorben oxígeno, queman materias orgánicas y producen calor.

„Desde el momento en que comienza el movimiento de la vegetación, y en tanto que dura, la planta saca, de la tierra por sus raíces y del aire por sus hojas, agua, sales, amoníaco y ácido carbónico. Con estos elementos *minerales* fabrica las materias *orgánicas* necesarias para su desarrollo y destinadas á formar ulteriormente la base de la alimentación de los animales. Este trabajo de asociación de elementos minerales sacados del suelo y de la atmósfera, tiene por objeto y resultado la producción de la *molécula orgánica*; las partes verdes de los vegetales no tienen otro manantial de calor.

En lo que precede sólo se trata del calor propio de los seres vivientes, es decir, del calor desarrollado ó consumido en el seno de su organismo; pero hay una relación no menos íntima que enlaza su existencia con la temperatura del medio ambiente. La temperatura interna de los animales superiores ó inferiores, lo mismo que la de las plantas, es siempre mayor que la de dicho medio, y este exceso varía considerablemente de una especie á otra; pero la influencia ejercida por el calor externo en los fenómenos de la vida vegetal ó animal no es menos importante que el calor propio del organismo, por cuanto de ella depende, en gran parte al menos, la mayor ó menor riqueza y la mayor ó menor variedad de las floras y faunas. Verdad es que el calor no es entonces el único agente físico que interviene en esta distribución: la luz tiene su parte de influencia, ó, lo que es lo mismo, el calor obra de distinto modo, según que vaya ó no acompañado de luz; el agua entra también por mucho, y el calor húmedo produce efectos muy distintos, opuestos con frecuencia, de los del calor seco. Oigamos lo que dice acerca de todos estos puntos, y en cuanto á las plantas se refiere, un físico naturalista mencionado ya varias veces en esta obra:

“La vegetación de cada especie, dice C. Martins, corresponde á una sección determinada de la escala termométrica. Más abajo de cierto grado de frío, la planta perece; y muere también si el termómetro pasa de cierto grado de calor, prosperando únicamente entre límites de temperatura fijos é invariables. Esta escala termométrica dista mucho de ser la misma para todas las plantas; acerca de este punto, el reino vegetal presenta grandes divergencias. El alerce, el abedul enano, soportan fríos de 40 grados bajo cero que congelan el mercurio, al paso que muchas palmeras, orquídeas tropicales ó helechos arbóreos sucumben aun marcando el termómetro 10 grados sobre cero. Hay plantas que viven tendidas en la arena de los desiertos de Africa, cuyo calor llega á veces de 60 á 80 grados centesimales, en tanto que las plantas alpinas ó boreales se agostan si el termómetro se mantiene unos cuantos días á 10 grados sobre cero. Hay sin embargo un punto termométrico que importa considerar, y es aquel en que cada especie empieza á entrar en vegetación. Una planta puede soportar un frío de 15 grados bajo cero y no dar señales de vida sino cuando el termómetro marca $+6^{\circ}$. No hay aficionado á las montañas que no haya visto con deleite las saxífragas y soldanelas en flor bañadas por el agua que gotean los campos de nieves eternas de los Alpes, agua que tiene una temperatura que pasa tan sólo algunas décimas de grado del cero, mientras que la del aire no excede de 5 ó 6 grados. Yo mismo he visto la soldanela escondida bajo bóvedas de nieve cerradas por todas partes. En estas cavidades, la temperatura del aire y la del agua están necesariamente á cero, y sin embargo, esta baja temperatura es bastante para que germine y florezca la soldanela. Por otra parte, los cocoteros y los vegetales de la zona tórrida son insensibles á las temperaturas que no llegan á 15 ó 20 grados. Cada primavera tenemos la prueba de estas verdades largo

tiempo desconocidas, viendo cómo las plantas de nuestros jardines entran sucesivamente en vegetación á medida que el termómetro sube al grado en que el calor obra eficazmente en su vitalidad. Cada especie tiene, pues, su termómetro particular, cuyo cero corresponde á la temperatura más baja á que es todavía posible su vegetación. Este cero es siempre superior al de todos nuestros termómetros, que corresponde á la temperatura del hielo fundente.

El calor es un elemento tan esencial para la vida de los vegetales y para la de los animales, que no hay nada más difícil que naturalizar en una región una especie animal ó vegetal procedente de otra; entre las condiciones de éxito, la de la identidad de los extremos de la temperatura en los climas de ambas regiones es absoluta. Si no se cumple, la naturalización es siempre precaria y está subordinada al auxilio y á los cuidados del hombre. Por esto, como dice Martins, “no hay nada más raro que las naturalizaciones completas.” Y añade con no menos razón: “El hombre, no contento con naturalizar las plantas y los animales útiles, ha pretendido aclimatarlos, halagándole la esperanza de que un vegetal procedente de un país cálido se acostumbraría poco á poco á un clima más riguroso; ha creído que la simiente recogida en un individuo cultivado en su nueva patria daría ejemplares más robustos. ¡Grata quimera!, como ha dicho Dupetit-Thouars. El vegetal vive mientras el termómetro y el higrómetro se mantienen en los límites que puede soportar; traspasado este límite, perece. Cada invierno es para los horticultores apasionados manantial de amargas decepciones. El árbol que creían aclimatado, porque había resistido muchos inviernos semejantes á los de su país, muere tan pronto como el termómetro desciende bajo el minimum de su clima natal. Los grandes inviernos de 1709, 1789, 1820 y 1830 (y hoy podemos añadir el de 1879) han muerto árboles que estábamos acostumbrados á considerar como indígenas, verbigracia los nogales, los morales y los castaños. Cada veinte años los olivos de Provenza y los naranjos de Liguria mueren de frío en un punto ú otro. Su muerte nos recuerda que en los países de que proceden el mercurio no desciende jamás bajo el punto de congelación. Lo que he dicho de los vegetales es igualmente cierto respecto de los animales; su aclimatación es una quimera. Cada especie vive, y se reproduce en ciertas condiciones de temperatura y de alimentación; fuera de estas condiciones, muere.”

Si se necesita cierto grado de calor para que la planta entre en vegetación, se requiere una suma determinada del mismo agente para que sus flores se abran y sus frutos maduren. Pero no hay que olvidar que la temperatura no basta; el elemento más activo es la luz, ó para hablar más exactamente, el calor luminoso.

Si se quiere comprender la influencia que las radiaciones luminosas y caloríficas ejercen en el desarrollo y en la vida de los vegetales, y en los de los animales, no hay necesidad de seguir en sus detalles los análisis de los fisiólogos que han estudiado la cuestión. Las conclusiones que de ellos resultan, ¿no están escritas en caracteres visibles, palpables, en las floras y faunas de varios climas? El viajero que recorre, tanto por el antiguo como por el nuevo mundo, las zonas sucesivas comprendidas entre el ecuador y los polos, ó solamente entre los trópicos y los círculos polares, ve desplegarse ante sus ojos paisajes tan característicos que, por el solo aspecto de la vegetación, puede apreciar el grado de latitud ó de altitud á que se encuentra. La naturaleza viviente, bajo su doble manifestación de vida vegetal y de vida animal, pasa por gradaciones insensibles que afectan á la vez á las especies, y en cada una de éstas á las dimensiones, al porte, etc., desde el suelo helado de las regiones árticas, cubiertas apenas de raquítico liquen, hasta las exuberantes selvas vírgenes de los trópicos.

La ciencia que, merced al detenido estudio de los terrenos de sedimento, ha reconstituido las floras y las faunas de las épocas geológicas, nos enseña que en el pasado de la Tierra, durante esos períodos separados del nuestro por millones de años, el calor ha desempeñado un papel más importante aún que hoy día en los productos de ambos reinos. Conviene, sin embargo, hacer observar, según hemos dicho ya, que el calor no es el único agente físico esencial para el desarrollo normal de unos fenómenos tan complejos como los que vemos en los seres organizados; pero se puede asegurar que donde hay vida no faltan á la vez producción y consumo de calor.

La astronomía, la física del globo, la geología contribuyen de consuno á demostrar que, durante la larga historia del desarrollo de nuestro planeta, los climas han pasado en toda la superficie del globo por cambios considerables. Los vegetales que caracterizan los primeros períodos, los más cálidos, los de la hulla y de la creta, pertenecen á familias criptógamas; sus dimensiones gigantescas indican una potencia de vegetación de la cual sólo se advierte algún vestigio en muy pocos puntos de nuestra zona tropical. Poco á poco, á medida que la temperatura terrestre se enfría, el carácter de la vegetación cambia; árboles semejantes á los de la época actual se mezclan con las formas primitivas, y luego van creciendo en número á medida que se van acercando los dos primeros períodos terciarios correspondientes á los terrenos de los alrededores de París. "En esta época la vegetación ha cambiado completamente, dice C. Martins; los vegetales primitivos de los cuales procede la hulla han desaparecido; el paisaje tiene el aspecto del de los países cálidos y de las zonas templadas. Los árboles se parecen á sauces, á pinos, á palmeras. Por último, en el período terciario más reciente, son afines de las acacias, de los arces y de los álamos actuales, representando la aurora de la vegetación contemporánea, de la que debe adornar la tierra á la aparición del hombre. Los árboles del Japón, las selvas de la América septentrional son los que mejor pueden recordarnos ese período vegetal, pareciendo enlazar así la flora actual con la última flora desaparecida."

¡Qué duración representan todos estos cambios! ¡Cuántos millones de años han sido necesarios para la completa realización de esos fenómenos conexos, del lento enfriamiento de la temperatura de la Tierra y de las transformaciones experimentadas por las especies animales y vegetales! Cuando se piensa en el número de siglos que transcurren sin producir en esas especies modificaciones sensibles, queda la imaginación absorta ante la antigüedad de la Tierra, comparada con la cual la de la historia no es más que un punto imperceptible de la duración!

III

EL CALOR Y SUS APLICACIONES INDUSTRIALES

Es muy probable que el hombre, lo propio que los demás animales, se concretara en un principio á aprovechar el calor que el Sol difunde sobre la Tierra y que produce los alimentos indispensables para la conservación de la vida. Poco á poco la experiencia le enseñó á resguardarse del frío y de la intemperie cubriéndose el cuerpo con las pieles de los animales que mataba. Las cavernas le sirvieron para lo mismo, hasta que, merced á las herramientas de pedernal que labraba toscamente, pudo cortar madera y construir con las ramas y las hojas de los árboles viviendas protectoras. ¿Conoció desde el origen el fuego y sus aplicaciones? Cuestión es esta sobrado controvertida. Darwin

dice, después de enumerar los progresos realizados por los primeros antepasados del hombre: "Ha descubierto el arte de encender fuego, merced al cual pudo hacer digeribles las raíces duras y filamentosas, é inocuas, mediante la cocción, ciertas plantas venenosas cuando crudas. Este descubrimiento, el más grande sin disputa después del del lenguaje, ha precedido á la primera aurora de la historia." Según sir John Lubbock, "no se puede tener por suficientemente probado que exista en la actualidad, ni haya existido en ninguna época histórica, una raza de hombres que no conociera el fuego. Lo cierto es que, remontándose á las más antiguas estaciones lacustres de Suiza y á las aglomeraciones de conchas halladas en Dinamarca, se ve que en Europa era muy conocido el uso del fuego."

Los trogloditas del Lozère, tan bien descritos por el malogrado Bröca, conocían asimismo el uso del fuego. Pero el grado de cultura de estos pueblos, unos de los cuales pertenecían á la edad de piedra, y otros á la de bronce, era ya muy avanzado relativamente, y como dice muy bien Darwin, se trata de edades que han precedido "á la primera aurora de la historia."

Sea de ello lo que quiera, dos clases de fenómenos han podido proporcionar al hombre el fuego, ese precioso agente de toda civilización: el rayo, encendiendo en los bosques los montones de ramaje y de hojarasca secados por el ardor de los rayos solares; los volcanes, vomitando en sus flancos torrentes de lavas que no tan sólo ocasionaban incendios en el momento de la erupción, sino que también conservaban su elevada temperatura por espacio de meses y aun de años enteros. En cuanto al modo de encender fuego artificialmente, probablemente no se descubriría hasta mucho después. Lo que prueba cuán difícil fué en su origen este arte, que hoy nos parece tan sencillo, es el cuidado con que lo conservaban los pueblos más antiguos. "El culto del fuego, dice sir John Lubbock, está tan generalizado, que se le puede considerar como universal. Desde la invención de los fósforos apenas podemos formarnos una idea de la dificultad con que tropieza un salvaje para encender fuego, sobre todo cuando el tiempo está húmedo. Sin embargo, se dice que, aún no hace mucho tiempo, algunas tribus australianas no sabían proporcionárselo, y que si se les llegaba á apagar, emprendían largos viajes para pedir un tizón á otra tribu. Por esto vemos establecida en el mundo entero la costumbre de delegar una ó muchas personas cuyo único cometido consiste en conservar constantemente el fuego. De aquí procede sin duda el origen de las Vestales, y naturalmente también la idea de la santidad del fuego."

Una vez el hombre en posesión del fuego, y cuando una larga experiencia y quizás también una casualidad propicia le enseñaron á extraer los metales del seno de la tierra, á fundirlos, á forjarlos y labrarlos, sustituyendo así el bronce y luego el hierro á la piedra que le servía de arma y herramienta á la vez, empezó á salir lentamente de los períodos de barbarie y salvajismo de las primeras edades para entrar en el de la civilización. Mas para estas transformaciones que le han conducido al umbral de los tiempos históricos han sido necesarios millares de años, de siglos tal vez. Desde entonces, ¡cuántos progresos se han realizado por el solo hecho del desarrollo de esta industria primitiva, qué camino se ha recorrido desde la antigüedad hasta nuestros días! Y cuando se recopilan todos los servicios que presta hoy á las sociedades modernas la producción artificial del calor, nos sentimos inducidos á comparar su importancia con los que recibimos gratuitamente del calor del Sol, calor del que sólo forman una insignificante fracción todos nuestros focos, según más adelante veremos. La industria emplea y utiliza directamente el calor en los altos hornos, en las fundiciones metalúrgicas, en las crista-