

NOTA B. — (Pág. 83.)

PEQUEÑOS PLANETAS SITUADOS ENTRE MARTE Y JUPITER

POR EL ÓRDEN Y CON LA FECHA DE SUS DESCUBRIMIENTOS

1 Ceres . . . . .	enero . . . . .	1801	39 Leticia . . . . .	febrero . . . . .	1856
2 Palas . . . . .	marzo . . . . .	1802	40 Harmonia . . . . .	marzo . . . . .	1856
3 Juno . . . . .	setiembre . . . . .	1804	41 Dafne . . . . .	mayo . . . . .	1856
4 Vesta . . . . .	marzo . . . . .	1807	42 Isis . . . . .	mayo . . . . .	1856
5 Astrea . . . . .	diciembre . . . . .	1845	43 Ariadna . . . . .	abril . . . . .	1857
6 Hebe . . . . .	julio . . . . .	1847	44 Nisa . . . . .	mayo . . . . .	1857
7 Iris . . . . .	agosto . . . . .	1847	45 Eugenia . . . . .	julio . . . . .	1857
8 Flora . . . . .	octubre . . . . .	1847	46 Hestia . . . . .	agosto . . . . .	1857
9 Metis . . . . .	abril . . . . .	1848	47 Aglaya . . . . .	setiembre . . . . .	1857
10 Hyja . . . . .	abril . . . . .	1848	48 Doris . . . . .	setiembre . . . . .	1857
11 Parténope . . . . .	mayo . . . . .	1850	49 Pales . . . . .	setiembre . . . . .	1857
12 Victoria . . . . .	setiembre . . . . .	1850	50 Virginia . . . . .	octubre . . . . .	1857
13 Egeria . . . . .	noviembre . . . . .	1850	51 Nemausa . . . . .	enero . . . . .	1858
14 Irene . . . . .	mayo . . . . .	1851	52 Europa . . . . .	febrero . . . . .	1858
15 Eunomia . . . . .	julio . . . . .	1851	53 Calipso . . . . .	abril . . . . .	1858
16 Psiquis . . . . .	marzo . . . . .	1852	54 Alejandra . . . . .	setiembre . . . . .	1858
17 Thetis . . . . .	abril . . . . .	1852	55 Pandora . . . . .	setiembre . . . . .	1858
18 Melpómene . . . . .	junio . . . . .	1852	56 Melete . . . . .	setiembre . . . . .	1859
19 Fortuna . . . . .	agosto . . . . .	1852	57 Mnemosina . . . . .	setiembre . . . . .	1859
20 Massalia . . . . .	setiembre . . . . .	1852	58 Concordia . . . . .	abril . . . . .	1860
21 Lutecia . . . . .	noviembre . . . . .	1852	59 Olimpia . . . . .	setiembre . . . . .	1860
22 Caliope . . . . .	noviembre . . . . .	1852	60 Dánae . . . . .	setiembre . . . . .	1860
23 Thalia . . . . .	diciembre . . . . .	1852	61 Eco . . . . .	setiembre . . . . .	1860
24 Temis . . . . .	abril . . . . .	1853	62 Erato . . . . .	setiembre . . . . .	1860
25 Phocæa . . . . .	abril . . . . .	1853	63 Ausonia . . . . .	febrero . . . . .	1861
26 Proserpina . . . . .	mayo . . . . .	1853	64 Angelina . . . . .	marzo . . . . .	1866
27 Euterpe . . . . .	noviembre . . . . .	1853	65 Maximiliana . . . . .	marzo . . . . .	1861
28 Belona . . . . .	marzo . . . . .	1854	66 Maya . . . . .	abril . . . . .	1861
29 Anfitrite . . . . .	marzo . . . . .	1854	67 Asia . . . . .	abril . . . . .	1861
30 Urania . . . . .	julio . . . . .	1854	68 Leto . . . . .	abril . . . . .	1861
31 Eufrosina . . . . .	setiembre . . . . .	1854	69 Hesperia . . . . .	abril . . . . .	1861
32 Panopea . . . . .	octubre . . . . .	1854	70 Panopea . . . . .	mayo . . . . .	1861
33 Polimnia . . . . .	octubre . . . . .	1854	71 Niobe . . . . .	agosto . . . . .	1861
34 Circe . . . . .	abril . . . . .	1855	72 Feronia . . . . .	febrero . . . . .	1862
35 Leucotea . . . . .	abril . . . . .	1855	73 Clicia . . . . .	abril . . . . .	1862
36 Atalanta . . . . .	octubre . . . . .	1855	74 Galatea . . . . .	agosto . . . . .	1862
37 Fides . . . . .	octubre . . . . .	1855	75 Euridice . . . . .	setiembre . . . . .	1862
38 Leda . . . . .	enero . . . . .	1856	76 Freya . . . . .	octubre . . . . .	1862

77 Frigga . . . . .	noviembre . . . . .	1862	99 Dicea . . . . .	mayo . . . . .	1868
78 Diana . . . . .	marzo . . . . .	1863	100 Hécate . . . . .	julio . . . . .	1868
79 Eurinome . . . . .	setiembre . . . . .	1863	101 Elena . . . . .	agosto . . . . .	1868
80 Safo . . . . .	febrero . . . . .	1864	102 Miriam . . . . .	agosto . . . . .	1868
81 Terpsicore . . . . .	setiembre . . . . .	1864	103 Hera . . . . .	setiembre . . . . .	1868
82 Alcmena . . . . .	noviembre . . . . .	1864	104 Climena . . . . .	setiembre . . . . .	1868
83 Beatriz . . . . .	abril . . . . .	1865	105 Artemisa . . . . .	setiembre . . . . .	1868
84 Clio . . . . .	agosto . . . . .	1865	106 Dione . . . . .	setiembre . . . . .	1868
85 Io . . . . .	enero . . . . .	1866	107 Camila . . . . .	noviembre . . . . .	1868
86 Semele . . . . .	junio . . . . .	1866	108 Hécula . . . . .	abril . . . . .	1869
87 Sylvia . . . . .	junio . . . . .	1866	109 Felicitas . . . . .	octubre . . . . .	1869
88 Thisbe . . . . .	junio . . . . .	1866	110 Lidia . . . . .	abril . . . . .	1870
89 Julia . . . . .	agosto . . . . .	1866	111 Atea . . . . .	agosto . . . . .	1870
90 Antiope . . . . .	octubre . . . . .	1866	112 Hígenia . . . . .	setiembre . . . . .	1870
91 Egina . . . . .	noviembre . . . . .	1866	113 Amaltea . . . . .	marzo . . . . .	1871
92 Undina . . . . .	julio . . . . .	1867	114 Casandra . . . . .	julio . . . . .	1871
93 Minerva . . . . .	agosto . . . . .	1867	115 . . . . .	agosto . . . . .	1871
94 Aurora . . . . .	setiembre . . . . .	1867	116 Sirona . . . . .	setiembre . . . . .	1871
95 Aretusa . . . . .	noviembre . . . . .	1867	117 Lomila . . . . .	setiembre . . . . .	1871
96 Aquila . . . . .	febrero . . . . .	1868	118 Peitho . . . . .	marzo . . . . .	1872
97 Clotho . . . . .	febrero . . . . .	1868	119 . . . . .	abril . . . . .	1872
98 Janto . . . . .	abril . . . . .	1868	120 . . . . .	abril . . . . .	1872

SOBRE EL CALOR EN LA SUPERFICIE DE LOS PLANETAS

El calor en la superficie de los planetas puede depender de dos causas principales; puede tener su origen: 1º en la hoguera calorífica del planeta mismo; 2º en la irradiación del Sol. Examinaremos una despues de otra estas dos causas independientes.

Refiriéndose la primera al origen cosmogónico adoptado para los planetas, daremos una noticia de los diferentes sistemas propuestos para explicar este origen, y las consecuencias que se han deducido sobre la cuestion de que se trata.

Burnet es el primer autor moderno que ha imaginado un sistema cosmogónico. Su obra apareció en 1681, bajo el título de *Telluris Theoria sacra*, título que pone en evidencia desde luego la intencion formál del autor de no proponer nada que pueda aparecer en contradiccion con la enseñanza bíblica. Su teoría es neptuniana: al agua es á quien atribuye los cambios sucesivos sobrevenidos en la superficie del globo. La tierra era al principio una masa flúida, un caos de materias diversas que no adquirió una figura esférica hasta que los materiales mas pesados descendieron al centro para formar el núcleo sólido. El agua, mas ligera, envolvió á este núcleo, y fué rodeada á su vez por la atmósfera. Sin embargo, sobrenadaron materias grasas y las partículas terrosas suspendidas en la atmósfera cubrieron esas materias grasas: esta fué la primera tierra cultivada por los hombres ántes del diluvio, tierra ligera, fértil, tersa como un espejo. Pero el calor del Sol la secó poco á poco, y al cabo de quince ó diez y seis siglos, la resquebrajó de tal modo que esta corteza cayó en el abismo de

las aguas que se encontraban debajo. Esta fué la causa del diluvio. Nuestros actuales continentes son los restos de la corteza terrestre que no han llegado á hundirse; las desigualdades de las montañas fueron producidas por este gigantesco socabamiento. — Segun esta hipótesis, el Sol es el único origen del calor de los planetas.

Este sistema tuvo una celebridad de algunos años; reunió varios partidarios y diversos comentadores. Hoy está completamente olvidado. El autor habia tenido que pasar en silencio un hecho de alta importancia que empezaba á revelarse y que debe ser considerado como el primer paso de la geología moderna: el hecho de la existencia de despojos fósiles en las capas terrestres. No solamente Burnet sino la mayor parte de los sábios de aquella época encontraban muy difícil explicar esta existencia y permanecer conformes con el Génesis; por eso, en lugar de ver en ellos los vestigios de una vida desaparecida imaginaron que cierta fuerza plástica habia dado formas orgánicas á juegos pétreos, ó tambien que piedras inertes habian tomado, *bajo la influencia de los cuerpos celestes*, la configuracion que presentaban: explicaciones con las cuales Voltaire se divirtió bastante, sin dejar de participar de ellas. Pero gracias á los trabajos perseverantes de Fracastor, de Bernardo Palissy, de Stenon, no se pudo prescindir de reconocer en estas pretendidas *pedras figuradas* las reliquias auténticas de los siglos antediluvianos.

Por aquellos tiempos los ingleses Woodward y Whision amontonaban milagros sobre milagros para exponer un sistema de creacion á la vez científico y dogmático. El primero supone que en la época del diluvio, hizo Dios que todos los cuerpos terrestres fuesen reducidos á polvo y convertidos en pasta blanda por las aguas diluvianas; los cuerpos marinos habrian penetrado fácilmente en esta pasta. El segundo supone que la Tierra fué en otro tiempo un *cometa*, en el que la confusion de los elementos formaba un vasto y tenebroso abismo. Desde el dia siguiente de la creacion, al famoso *Fiat lux*, la Tierra se hizo esférica, se depuró y permitió á los rayos solares iluminarla. El diluvio fué producido por un *cometa* cuya cola acuosa envolvió á la Tierra durante cuarenta dias. — Se vé que al autor le eran muy útiles los cometas. — Para explicar como las capas llenas de fósiles marinos,

cubiertas de aguas otras veces, se encontraban en seco hoy día, Whiston admitió un cambio de oblicuidad de la eclíptica, á consecuencia del cual los mares habrían abandonado sus antiguos lechos; pero habiendo demostrado Newton la imposibilidad de esta hipótesis, el autor dá por doble causa á la evaporacion de las aguas el calor solar y el calor central del globo. En su sistema, habiendo sido ántes la Tierra un cometa, habia adquirido un alto grado de calor en su perihelio como sucedió al cometa de 1680, que pasó tan cerca del Sol, que dió lugar á suponerle un calor dos mil veces mas elevado que el del hierro rojo, calor que exigiria cincuenta mil años para extinguirse. Segun este sistema, la temperatura interior del globo terrestre conservaria todavia una gran intensidad en la superficie.

Leibnitz, á su vez, escribió su *Protogea*. Veia en los planetas otros tantos pequeños soles, en otro tiempo inflamados como el nuestro, y en la actualidad apagados desde la época en que consumieron sus elementos de combustion. Las fuerzas plutonianas son las que dominaron en las revoluciones del globo; al fuego hay que atribuir los acontecimientos que en los sistemas que preceden se han atribuido al agua. Cuando la superficie terrestre hubo alcanzado cierto grado de enfriamiento, el vapor de la atmósfera se condensó en parte y formó los mares y las diversas aglomeraciones de agua que bañan actualmente el globo terrestre.

Otro autor, de Maillet (*Telliamed*, anagrama transparente), emitió el primero la idea bastante singular de que nuestros antepasados habian sido peces, teoría que ilustres geólogos de nuestros dias tratan de poner en vigor. Supuso que, nuestro globo estaba en su origen enteramente rodeado de agua, y que, bajo la influencia de los rayos solares, esta agua se evaporó progresivamente hasta el punto en que están hoy nuestros mares. Segun él, los planetas no pertenecen por origen á nuestro sol, van de uno á otro: sea que á la extincion del sol á que pertenecen, vaguen en el espacio hasta encontrar uno nuevo, sea que este nuevo sol pase á través de nuestro torbellino y los arrebate. La Tierra entre otros permaneció ántes á un sol que, durante los últimos tiempos de su extincion, permitió á las aguas acumularse sobre ella, hasta el punto de producir el diluvio bíblico; desde esta época data

la aparicion de nuestro sol actual, que alargó el año mas de cuatro veces su valor primitivo (así se encuentra esplicada la longevidad de los primeros hombres), y que por su calor potente dió principio á la evaporacion de las aguas y las redujo al punto en que están hoy. En este sistema el calor en la superficie de los planetas sufre perpétuas irregularidades, no está sometido á ninguna ley constante. — Tambien se puede relegar al rango de las fábulas.

En seguida vino Buffon, y se dedicó con mas ardor y mas cuidado que todos los precedentes á la determinacion de la cantidad de calor que los planetas manifiestan en su superficie: cantidad de calor que él quiso seguir en sus disminuciones desde el origen de los Mundos hasta nuestros dias, y, mas que esto aun, hasta el fin de los Mundos. Como se vé el asunto no carecia ni de grandeza, ni de interés. El célebre autor de la *Historia Natural*, considerando que todos los planetas tienen una direccion comun de occidente á oriente, y que la inclinacion de sus órbitas es muy escasa, dedujo que el sistema planetario todo entero debia tener el mismo origen, el mismo impulso primero, y que este origen, así como este impulso debian provenir del Sol. Puede hallarse aquí el principio de la hipótesis cosmogónica emitida posteriormente por Laplace. Pero Buffon no se contentó con buscar el origen del estado astronómico actual, quiso tambien inquirir el porqué, y no halló otro modo de explicacion que imaginar un cometa cayendo oblicuamente sobre el Sol y haciendo saltar como otras tantas salpicaduras, á los planetas que circulan á su alrededor.

En la actualidad se sabe que la masa de un cometa seria infinitamente endeble para que su caida sobre el Sol pudiese ocasionar semejante revolucion; si un cometa llegara á cruzar la Tierra en su curso, es lo mas probable que este choque pasase desapercibido para nosotros.

Habiendo pues segregado el cometa en cuention la 650ª parte de la masa del Sol esta corrió como un torrente liquido y formó los planetas. Las partes mas ligeras se alejaron mas del cuerpo solar: Saturno último planeta conocido en tiempo de Buffon, nos dá de ello un ejemplo: luego siguieron en el orden de las densidades, Júpiter, Marte, la Tierra, Venus y Mercurio. La experiencia demuestra además que estas partes

solo han podido escapar girando sobre sí mismas y siguiendo una direccion oblicua, en la que la fuerza centrifuga combinada con la fuerza centrípeta forma la órbita de cada planeta. En cuanto á los satélites, la oblicuidad del golpe ha podido ser tal, dice Buffon, que se habrán separado pequeñas partes de materia del cuerpo del planeta principal, conservando las mismas direcciones que él: estas partes se habrán unido, segun sus densidades, á diferentes distancias del planeta por la fuerza de su atraccion mútua, y al mismo tiempo habrán seguido necesariamente al planeta en su curso alrededor del Sol, girando ellas mismas alrededor del planeta. Tal es el origen de los satélites.

Las investigaciones de Buffon sobre el enfriamiento de la Tierra y de los demás planetas, han sido expuestas por él mismo en dos memorias que no ocuparian ménos de doscientas páginas como las presentes. Se las ahorraremos á nuestros lectores. Resumiremos solamente este trabajo en las tablas siguientes, que comprenden los últimos resultados de las discusiones hipotéticas del autor.

CUADRO del tiempo del enfriamiento de los planetas y de los satélites, segun Buffon.

	CONSOLIDADOS	ENFRIADOS	ENFRIADOS	ENFRIADOS
	hasta el centro	hasta poderse tocar	hasta la temperatura actual	á $1/25^{\circ}$ <sup>1</sup> de la temperatura actual
	AÑOS	AÑOS	AÑOS	AÑOS
<i>La Tierra</i> . . . . .	en 2.936	en 34.270	en 74.832	en 168.123
<i>La Luna</i> . . . . .	644	7.515	16.409	72.514
<i>Mercurio</i> . . . . .	2.127	24.813	54.192	187.765
<i>Venus</i> . . . . .	3.596	41.969	91.643	228.540
<i>Marte</i> . . . . .	1.130	13.034	28.538	60.326
<i>Júpiter</i> . . . . .	9.433	110.118	240.451	483.121
1 <sup>er</sup> satélite . . . . .	6.238	71.166	155.986	311.973
2 <sup>o</sup> satélite . . . . .	5.262	61.425	135.549	271.098
3 <sup>er</sup> satélite . . . . .	4.788	56.651	123.701	247.401
4 <sup>o</sup> satélite . . . . .	1.938	22.600	49.348	98.696
<i>Saturno</i> . . . . .	5.140	59.911	130.821	262.020
Anillo . . . . .	4.604	53.711	88.784	177.568
1 <sup>er</sup> satélite . . . . .	3.433	40.021	87.392	174.784
2 <sup>o</sup> satélite . . . . .	3.291	38.451	83.964	167.928
3 <sup>er</sup> satélite . . . . .	3.182	35.878	78.329	156.658
4 <sup>o</sup> satélite . . . . .	1.502	17.523	38.262	76.525
5 <sup>o</sup> satélite . . . . .	421	4.916	10.739	47.558

Sin embargo, consideraciones fundadas en la influencia del calor radiante de los planetas sobre sus satélites, y algunos detalles relativos á la fisiología de los seres, decidieron á Buffon á modificar los números que preceden. Despues de un exámen de varios años, dió á luz el siguiente cuadro que es su última expresion de la teoría que nos ocupa.

1. Buffon dá este grado de enfriamiento como limite de la existencia de los seres vivientes.

CUADRO del principio, del fin y de la duracion de la existencia de la naturaleza organizada en cada planeta, segun Buffon.

FECHA DE LA FORMACION DE LOS PLANETAS : 74.832 AÑOS				
	PRINCIPIO	FIN	DURACION	DURACION
	Á CONTAR	Á CONTAR		Á CONTAR
	DESDE	desde	ABSOLUTA	desde hoy
	LA FORMACION	LA FORMACION		
	de los planetas	de los planetas		
	AÑOS	AÑOS	AÑOS	AÑOS
5 <sup>o</sup> satélite de J	5.161	47.558	42.389	0
La Luna . . . . .	7.890	72.514	64.624	0
Marte . . . . .	13.685	60.326	58.641	0
4 <sup>o</sup> satélite de J	18.399	76.525	57.126	1.693
4 <sup>o</sup> satélite de U	23.730	98.696	74.966	23.874
Mercurio . . . . .	26.053	187.765	161.712	112.933
La Tierra . . . . .	35.983	168.123	132.140	93.291
3 <sup>o</sup> satélite de J	37.672	156.658	118.986	81.826
2 <sup>o</sup> satélite de J	40.373	167.928	127.655	93.096
1 <sup>o</sup> satélite de J	42.021	174.784	132.763	99.952
Venus . . . . .	44.067	228.540	184.473	153.708
Anillo de J . . . . .	56.396	177.568	121.172	102.736
3 <sup>o</sup> satélite de U	59.483	247.401	187.918	172.569
Saturno . . . . .	62.906	262.020	199.114	187.188
2 <sup>o</sup> satélite de U	64.496	271.098	206.602	196.266
1 <sup>o</sup> satélite de U	74.724	311.973	237.249	237.141
Júpiter . . . . .	115.623	483.121	367.498	

Resulta, pues, de la teoría general de Buffon :

1<sup>o</sup> Que la naturaleza organizada, tal como nosotros la conocemos, no habria nacido todavía en Júpiter, cuyo calor fuera demasiado grande aun en la actualidad para poder tocar su superficie, y que hasta dentro de 40,791 años no podrían subsistir en él los seres vivientes, los cuales durarian en él 367,498 años;

2<sup>o</sup> Que la naturaleza viviente, tal como la conocemos, se habria extinguido en el quinto satélite de Saturno desde hace 27,274 años, en Marte desde 14,506 y en la Luna desde 2,318;

3<sup>o</sup> Que la naturaleza estaria próxima á extinguirse en el cuarto satélite de Saturno, puesto que no le faltan mas que

1,693 años para llegar al punto extremo del calor mínimo necesario al mantenimiento de los seres organizados; el cuarto satélite de Júpiter, estaria casi en el mismo caso;

4<sup>o</sup> Que sobre el planeta Mercurio, sobre la Tierra, (que todavía le quedan 93,291 años de vida), sobre el tercero, segundo y primer satélite de Saturno, sobre el segundo y primero de Júpiter, la naturaleza viviente estaria actualmente en plena existencia, ofreciendo el espectáculo de movimiento y actividad que nos presenta la naturaleza terrestre.

Los sistemas precedentes, cuya lista cierra el de Buffon, están fundados todos ellos en principios demasiado exclusivos y muy poco científicos. En la época en que los promulgaron sus autores, el progreso general de las ciencias no estaba bastante adelantado para que se pudiese, sin salir de la ciencia experimental y teórica, sentar conjeturas sobre estas cuestiones rodeadas de tantos misterios; por eso la crítica científica no ha reconocido en ellos ninguna solución satisfactoria y ha debido hacer justicia de esos diversos errores. La famosa teoría de Buffon, lo mismo que las anteriores, ya no es mas que una curiosidad histórica.

Está [hoy demostrado que el calor en la superficie de la Tierra y de los demás planetas no tiene solamente su origen en la hoguera calorífica del planeta, sino tambien y particularmente en la irradiación del Sol, influida por la altura, la densidad y la composición química de la atmósfera.

Débase á J. B. Fourier, el haber restablecido desde sus cimientos la teoría matemática del calor, el haberla discutido en sus diversos elementos, haberle aplicado el análisis matemático y asentado sobre una base sólida que le dió la mayor autoridad científica. Véase, segun el mismo Fourier, el conjunto de los grandes resultados que ha conseguido : al propio tiempo el conjunto de nuestros conocimientos actuales sobre esta materia.

Nuestro sistema solar está colocado en una region del universo en la cual todos los puntos tienen una temperatura comun y constante, determinada por los rayos de luz y de calor que envían todos los astros cercanos. Esta temperatura fria del espacio es poco inferior á las de las regiones polares del globo terrestre.

La Tierra no tendria mas que esta misma temperatura del

cielo, si dos causas no concuriesen á calentarla : la una es la accion continua de los rayos solares que penetran toda su masa, y mantienen en la superficie la diferencia de climas; la otra es el calor interno que poseia cuando los cuerpos planetarios fueron formados, habiéndose disipado solamente una parte al través de la superficie.

Consideremos primero la influencia de los rayos solares.

Las alternativas de la ausencia y de la presencia del Sol desde el origen de las cosas, habrán determinado variaciones diurnas y ánuas, semejantes á las que observamos actualmente. Cualquier detalle sobre este asunto fuera superfluo; todos comprenden, en efecto, que calentada la superficie por la presencia del Sol sobre el horizonte debe enfriarse cada noche despues del ocaso de este astro. La causa de las variaciones anuales es tambien evidente. En nuestros climas, estando cada dia el Sol durante el verano mas tiempo sobre el horizonte, y lanzando mas directamente sus rayos sobre nuestras cabezas, debe resultar de esta doble causa un calentamiento mas considerable que en el invierno, tiempo en el cual el Sol, á pesar de su mayor proximidad á la Tierra, produce sobre ella menor efecto. Esos efectos periódicos solo se notan en la extrema superficie, y basta penetrar algunos piés debajo de ella para verlos sensiblemente modificados.

En virtud de una ley general de la naturaleza, las capas colocadas inmediatamente debajo de la superficie le extraen una parte del calor que le comunica el Sol; y el mismo efecto se produce por grados hasta una profundidad que depende esencialmente del tiempo que ha transcurrido desde la época en que la causa del calor ha principiado á obrar. Pero esas capas inferiores ya no pueden estar sometidas á las mismas variaciones de temperatura que la superficie. En cierta profundidad las variaciones diurnas no se dejarán sentir. La temperatura no será allí nunca, ni tan cálida como durante el dia, ni tan fria como durante la noche, pero tomará un grado intermedio. Colocado un termómetro en esta profundidad no variará en el espacio de veinticuatro horas, y marcará constantemente durante una estacion, un grado medio de temperatura. Mas abajo todavia en las capas en que la trasmision del calor solar no pueda operarse sino despues de un tiempo bastante considerable para que la alternativa de las estaciones no

ya no se haga sentir, se tendrá una temperatura fija que será la media entre la de las estaciones, esto es, exactamente la que se obtendria tomando el valor medio de todas las temperaturas observadas á cada instante en la superficie durante un gran número de años.

Una vez establecida esta temperatura fija de los parajes profundos para cada punto de la Tierra á cierta distancia de la superficie, sucede que, por consecuencia de las leyes de la irradiacion, se propaga siempre igual para cada punto hasta las mayores profundidades, de modo que el resultado final de la influencia solar, en un tiempo suficientemente prolongado, no puede dejar de ser el establecimiento de una temperatura fija para cada lugar de la Tierra, prolongándose siempre la misma, desde el punto en que las variaciones periódicas dejan de ser sensibles hasta el centro de la Tierra.

En el estado final de que acabamos de hablar, todo el calor que penetra por las regiones ecuatoriales está exactamente compensado por el que se desprende al través de las regiones polares; de suerte que la Tierra devuelve á los espacios celestes todo el calor que recibe del Sol.

De lo que acabamos de decir concluimos, que si la Tierra hubiera estado expuesta durante un tiempo muy considerable á la sola accion de los rayos del Sol, se observaria, en toda la profundidad de la capa superficial que nos es accesible, una temperatura variable con la latitud, que no cambiaria sensiblemente cuando se profundizase siguiendo una linea vertical. El calor podria decrecer, á medida que se descendiese mas, si el calentamiento no hubiese llegado á su término; pero en ningun caso aumentaria con la profundidad.

Los efectos debidos al calor solar serán modificados por la capa atmosférica que cubre la superficie de la Tierra y por las aguas que la bañan. Los grandes movimientos de estos fluidos hacen al calor mas uniforme; por otra parte, la presencia del aire aumenta la temperatura ofreciendo un libre paso al calor luminoso, y oponiéndose á la salida del que la Tierra exhala en el espacio.

Pasando á la segunda causa de la temperatura del globo, reconoceremos el aumento gradual del calor terrestre á medida que se penetra á mayores profundidades. Este hecho, (como se verá en la nota siguiente), resulta sin contradiccion

de las observaciones multiplicadas que se han verificado y discutido sobre el calor interior del globo terrestre. Habrá de referirse su causa á la existencia de una hoguera ardiente situada en el centro del globo.

La teoría de Fourier demuestra rigurosamente que esta hoguera calorífica central tiene una influencia insignificante sobre la temperatura de la superficie. Para obtener este resultado notable, era preciso : 1º tener la medida exacta de la elevación de la temperatura en las capas situadas inmediatamente debajo del suelo ; 2º conocer el grado de facilidad con que el calor puede penetrar, cada una de las sustancias que las componen. Se concibe, en efecto, que no pudiendo el fuego central influir sobre la superficie terrestre sino por el intermedio de las capas que se encuentran debajo de ella, se podrá fácilmente determinar esta influencia si son conocidos los dos datos precedentes. Por medio de estas investigaciones se ha llegado á admitir, que el exceso del calor comunicado á la superficie por la hoguera interna no es mas que un treintaidosavo de grado, valor insignificante.

Las observaciones geodésicas han establecido tambien incontestablemente por su parte el origen igneo de nuestro esferoide planetario, así como las observaciones termométricas demuestran que la distribución actual del calor en la cubierta terrestre es la que tendria lugar si el globo, al principio muy caliente, se hubiese enfriado despues progresivamente hasta el estado en que lo vemos ahora. Pero, como acabamos de indicar, en la superficie del globo ese fuego central tiene una influencia insensible.

Teniendo el mismo origen, y hallándose en la misma condición relativa á todos los mundos de nuestro sistema, esta teoría matemática del calor se aplica á los demás planetas lo mismo que á la Tierra.

Sin embargo, si se les aplicasen sin restriccion las conclusiones absolutas que anteceden, se cometeria un error. Sin dejar de admitir que en general, para ellos lo mismo que para nosotros, el fuego interior solo tiene una influencia inapreciable sobre la superficie, y que el calor de esta depende casi exclusivamente de sus respectivas distancias al Sol, no hay que perder de vista que pudiendo ser diferente la coordinación molecular de los materiales de que se componen los demás

planetas que la de los materiales terrestres, pudiera suceder que el calor central los atravesase mas fácilmente y se hiciese sentir en la superficie de un modo apreciable, particularmente en los mundos lejanos, en los cuales el calor solar es tan escaso. Tambien deben hacerse intervenir las diversas causas que hemos mencionado en nuestro texto, y particularmente las consideraciones fundadas sobre la endósmosis<sup>1</sup> y sobre el poder absorbente de las atmósferas. Pero, sobre todo, el punto fundamental que hay que sentar, es que : *La temperatura de los cuerpos planetarios depende en primer lugar de sus distancias al Sol.*

Hemos visto que Buffon suponía 74,832 años de edad á la Tierra y que este espacio de tiempo le habia sido suficiente para pasar desde el calor de fusión primitivo hasta la temperatura actual. Pero está demostrado que en este intervalo apenas se enfriaría un grado. Fourier ha establecido que en razón de su volumen, una vez elevada la Tierra á una temperatura cualquiera, y sumergida en un centro mas frío que ella, en el espacio de 1.280,000 años se enfriaría tanto como lo haria en *un segundo* un globo de un pié de diámetro, formado de materias semejantes y colocado en las mismas condiciones; esto es, que en esta inmensa duración su temperatura no habria variado de un modo apreciable. Buffon, lo mismo que sus predecesores, no tenia la noción del *tiempo*; era preciso que los descubrimientos de la astronomía estelar y de la geología vinieran á iniciar al hombre en los misterios de esos mundos innominados.

Importa terminar esta nota por la exposicion de las investigaciones, que se han hecho sobre el calor de los espacios interplanetarios, calor que influye poderosamente sobre el de los globos, puesto que á él es á quien reclaman esos globos, por su mútua irradiación, el equilibrio de la temperatura.

Para llegar al conocimiento del calor propio de los espacios, dice Fourier, es preciso examinar cual sería el estado termométrico de la masa terrestre si no recibiese mas calor que el del Sol; y para hacer mas fácil este exámen, se puede

1. Del griego ἔνδοσ dentro, y τισνόσ, impulso. En física es la doble corriente que se establece entre dos líquidos de diferente densidad, y separados por un diafragma ó tabique membranoso.

suponer previamente que se ha suprimido la atmósfera. Pues bien, si no existiese ninguna causa propia para dar á los espacios planetarios una temperatura común y constante, esto es, si el globo terrestre y todos los cuerpos que forman el sistema solar estuviesen colocados en un recinto privado de todo calor, se observarían fenómenos enteramente contrarios á los que conocemos; las regiones polares sufrirían un frío inmenso, y el decrecimiento de las temperaturas, desde el ecuador hasta los polos, sería incomparablemente más rápido y más extenso.

En esta hipótesis del frío absoluto del espacio, si es posible concebirlo, todos los efectos del calor, tal como nosotros lo observamos en la superficie del globo, serían debidos á la presencia del Sol; las variaciones más pequeñas en la distancia de este astro á la Tierra ocasionarían cambios muy considerables en las temperaturas; la intermitencia de los días y de las noches produciría efectos súbitos y del todo diferentes de los que observamos. La superficie de los cuerpos se vería expuesta de repente, al principio de la noche, á un frío infinitamente intenso; los cuerpos animados y los vegetales no resistirían á una acción tan fuerte y tan pronta, que se reproduciría en sentido contrario á la salida del Sol.

El calor del Sol conservado en el interior de la masa terrestre no podría suplir á la temperatura exterior del espacio, y no impediría ninguno de los efectos que acabamos de describir; porque por la teoría y por las observaciones, conocemos con certeza, que el efecto de este calor central se ha hecho desde hace mucho tiempo insensible en la superficie, aunque pueda ser muy grande á una mediana profundidad.

De estas últimas observaciones, y principalmente del exámen matemático de la cuestión, deduciremos que existe una causa física siempre presente, que modera las temperaturas en la superficie del globo terrestre y dá á este planeta un calor fundamental, independiente de la acción del Sol y del calor propio que su masa interior ha conservado. Esta temperatura fija que la Tierra recibe así del espacio, difiere poco de la que se mediría en los polos terrestres; es necesariamente menor que la temperatura que corresponde á las regiones más frías.

Después de haber reconocido la existencia de esta tempe-

ratura fundamental del espacio, sin la cual los efectos del calor observado en la superficie del globo serían inexplicables, añadiremos que el origen de este fenómeno es evidente, por decirlo así. Es debido á la irradiación de todos los cuerpos del universo cuya luz y calor pueden llegar hasta nosotros; los astros que distinguimos á la simple vista, la multitud innumerable de astros telescópicos ó de cuerpos oscuros que llenan el universo, las atmósferas que circundan á esos cuerpos luminosos, la materia difusa diseminada en diversas partes del espacio, concurren á formar esos rayos que penetran por todas partes en las regiones planetarias. No se puede concebir que exista semejante sistema de cuerpos luminosos ó calentados, sin admitir que un punto cualquiera del espacio que los contenga, adquiera una temperatura determinada.

El inmenso número de cuerpos celestes compensa las desigualdades de sus temperaturas y hace sensiblemente uniforme la irradiación.

Esta temperatura del espacio no es la misma en las diferentes regiones del universo; pero no varía en las que contienen los cuerpos planetarios, porque las dimensiones de estos espacios son incomparablemente más pequeñas que las distancias que los separan de los cuerpos irradiantes. De modo que en todos los puntos de la órbita encuentran los planetas la misma temperatura. Todos participan de esta temperatura común, que está más ó menos aumentada para cada uno de ellos por la impresión de los rayos del Sol, según la distancia del planeta á este astro.

Esta temperatura acaso no sería inferior á 40° bajo 0. Según esta teoría, los planetas más lejanos, Urano y Neptuno manifestarían en su superficie una temperatura por lo menos igual á ese grado, y probablemente muy superior. Sea como quiera, la cantidad media del calor necesario al sostenimiento de la vida en esas regiones frías, será siempre igual á la media del calor propio de esas mismas regiones.