

Nociones de Antropogeografía

Juan de la C. POSADA

5. - La atmósfera y las corrientes marinas (1)

Los variados y complejos movimientos que se observan en las aguas de los mares, de los lagos y de los grandes ríos cerca a sus desembocaduras, son factores importantes en el *control del clima* de un lugar, y tienen por causa primordial la energía solar que se manifiesta en la atmósfera en forma de vientos, temperatura, humedad y precipitaciones.

El volumen del agua almacenada en las cuencas terrestres es enorme, como se vió atrás, y el relieve del fondo de dichas cuencas es tan irregular y variado, si se quiere, como el de las tierras firmes.

Cubre esta segunda envoltura flúida del planeta, denominada hidrosfera, el 71% de su superficie, y contornea los continentes y las islas en formas caprichosas, constantemente modificadas por la acción misma de las aguas.

Es indudable que el área de los mares y su masa total, en el momento actual de la evolución de la tierra, no corresponden a lo que fueron en edades pasadas y a lo que serán en las futuras. Por consiguiente, los fenómenos que se observan hoy, no han perdurado, sin alteración, al través de los tiempos.

En primer lugar, las *mareas oceánicas*, que no son otra cosa que ondas acuáticas de amplísima base, y de poco más de un metro de altura hasta la cresta en alta mar, producidas por una supuesta y misteriosa fuerza atractiva de la luna, el sol y demás astros vecinos a la tierra, se mueven con grandísima velocidad, pues le dan la vuelta al globo en 24

(1). Véanse los Nros. 3, 5 y 6 de esta revista.

horas. Sin embargo, en aguas profundas no se efectúa prácticamente ningún movimiento de traslación. El agua sube y baja, en vaivenes, conservándose aproximadamente en un mismo plano vertical. Pero al llegar las ondas, dos veces al día — *mareas altas* — a tropezar contra el fondo, por falta de profundidad, el agua asciende por los planos inclinados de las playas o se estrella contra los acantilados de las costas, en impetuosas olas que suben, a veces, hasta 20 m. sobre el nivel normal de los mares. Al culminar el fenómeno, principia el receso de las aguas, también dos veces en 24 horas — *mareas bajas* — para continuar el perenne ciclo de ese movimiento. En su constante acción sobre las costas, las mareas erodan o sedimentan, según las circunstancias. En el primer caso, el desgaste implica la desaparición de tierras, más o menos acentuada, según la dureza de las rocas, con lo cual el contorno costanero se altera, formando calas, bahías, ensenadas, etc., con promontorios que las separan. La sedimentación aumenta las tierras firmes, en forma continua con las masas principales o con nuevas islas adyacentes. A veces estos sedimentos se componen de despojos orgánicos, que entran en descomposición, con grave daño para la salubridad del lugar. Al subir las mareas por los grandes ríos de poca corriente, detienen las aguas, y al elevar su nivel, se riegan por las laderas contiguas, formando pantanos y marismas inhabitables.

Las mareas atmosféricas tienen por causa las mismas fuerzas gravitativas que generan las acuáticas, y funcionan paralelamente a éstas, rebajando o aumentando las presiones barométricas, según el caso. Ambos fenómenos alcanzan su máximo de intensidad en el anillo tropical, como es obvio, si se tienen en cuenta los relativamente pequeños desplazamientos, al norte y al sur del ecuador terrestre, en los movimientos aparentes de la luna, el sol y los planetas.

En cuanto a la acción de la energía solar, en relación con las mareas, es, ciertamente, de menor cuantía que la correspondiente a la atracción gravitativa. Con todo, al formarse centros de bajas o de altas presiones atmosféricas, en la forma ya analizada, las aguas tienen un peso menor o mayor de aire superyacente, lo que da por resultado mayor o menor altura de las mareas acuáticas, respectivamente, esto es, algo semejante a lo que acontece cuando la atracción de la luna y del sol se suman, o cuando esas atracciones se restan.

Los impactos de las masas de las mareas contra los continentes y las islas — orientados aquéllos generalmente de norte a sur — tienden a retardar el movimiento rotativo de la tierra sobre su eje, obrando como un freno de poca fuerza, ciertamente, pero constante en su aplicación. Estiman los matemáticos que el efecto de esta acción, merma en *un segundo* de tiempo el periodo de rotación diurna, cada *cientos mil años*, en

las condiciones físicas actuales de la tierra. Si así sucediere, dentro de unos 360 millones de años, el día será de 25 horas, y al fin alcanzará a igualar al lunar, al no ocurrir — lo que no es probable — cambios trascendentales en el sistema tierra-luna. Es fácil imaginar los enormes cambios climatéricos que sobrevendrían, en estas condiciones, y los que pueden haber ocurrido en el pasado, si la duración del día hubiere sido distinta de lo que es actualmente.

Se comprende, desde luego, que las corrientes locales, de verdadero transporte, que provienen de las mareas, deben ser muy variadas en cuanto a dirección, velocidad y volumen, pues se adaptan a la forma y calidad de los obstáculos que interrumpen o trastornan las ondas de atracción, al chocar con ellos.

Los centros de bajas o altas presiones atmosféricas que ocurren ocasionalmente, por uno u otro motivo, aparte de su acción ya anotada sobre las ondas mismas de las mareas, generan, también, verdaderas corrientes locales de transporte superficial, con rumbos radiados divergentes del centro o convergentes hacia el mismo, respectivamente.

En cuanto a las corrientes de transporte, que se caracterizan por su persistencia y magnitud, formando verdaderos sistemas que abarcan grandes extensiones del globo, las hay de dos clases: superficiales y profundas.

Las primeras — denominadas *drifts*, en inglés — no alcanzan a afectar la masa de las aguas, sino hasta unos pocos metros de profundidad, y tienen por causa primordial la acción de las corrientes atmosféricas sobre las superficies líquidas. Parte de la fuerza viva del viento, se traspaasa al agua, por fricción, imprimiéndole un movimiento de traslación en el sentido de la dirección de la corriente aérea, y con mayor o menor velocidad y amplitud de capa de agua, según las características del viento. Generalmente no pasa la velocidad de 4 kilómetros por hora.

En zonas marítimas o de los grandes lagos, en que los vientos soplan en determinadas direcciones durante largos periodos de tiempo — como sucede con los alíseos — las corrientes superficiales de las aguas — paralelas siempre a las atmosféricas — llevan despojos flotantes a las costas que les atajan el paso, y la temperatura del ambiente se refresca o se calienta al difundirse el calórico que llevan consigo, contribuyendo así a determinar el clima de las playas afectadas. Los barcos que navegan en la dirección del rumbo de estas corrientes o en sentido opuesto, aumentan o disminuyen su velocidad de marcha, correspondientemente. Cuando ocurren grandes y prolongados huracanes, crece grandemente la fuerza viva de las aguas en movimiento, las cuales se elevan a considerable altura, y si llegan hasta las costas, destrozan las rocas o las obras levantadas por el hombre. En la Habana, por ejemplo — y en muchos

otros lugares — repetidas ocasiones han sufrido los malecones levantados para defenderla, desperfectos enormes, entrándose el mar hasta las calles mismas de la ciudad, e inundando las habitaciones.

En resumen, la radiación solar generadora de los vientos, produce en las aguas más o menos estancadas en las grandes oquedades del planeta, el efecto indirecto de las corrientes superficiales, las cuales desempeñan un gran papel en el clima de una localidad.

En cuanto a los movimientos circulatorios que se hacen sentir más profundamente en la masa de las aguas, se deben a dos causas principales: diferencias en la densidad, por variaciones en el grado de salinidad, y cambios, igualmente en la densidad, debidos a alteraciones en la temperatura. Naturalmente, en ambos casos juegan papel de importancia en los resultados, la forma de las costas, la profundidad de las aguas, el relieve del fondo, la fuerza centrifuga terrestre, etc.

En la era actual de la evolución natural de la tierra, las aguas de los mares tienen aproximadamente 3,5% de sales en solución, entre las cuales los cloruros de sodio y de magnesio representan cerca de 89% del total. Además, gases absorbidos, como el oxígeno y el bióxido de carbono, en mayor proporción que en la atmósfera. Su densidad, por consiguiente, se aproxima a 1,04, esto es, un litro de agua marina pesa 40 gramos más que de agua dulce o fresca.

Por lo tanto, en las zonas oceánicas de escasa precipitación y grande evaporación, como ocurre en los anillos sub-tropicales de centros permanentes de altas presiones, y en donde los aliseos soplan con regularidad, la densidad de las aguas de la superficie aumenta proporcionalmente al incremento en el grado de concentración salina. Para buscar el correspondiente equilibrio, esas masas liquidas, más pesadas, se hunden en las sub-yacentes, menos densas, desplazándose, también, lateralmente en formas arremolinadas, sobre todo en la vecindad de las grandes descargas de agua dulce que llevan los ríos caudalosos a los mares, y hacia las zonas oceánicas de grandes precipitaciones y escasa evaporación. Resulta de aquí un constante movimiento irregular y grandioso que revuelve y agita perennemente las aguas estancadas, el cual, a la vez, procura nivelar las temperaturas. Y en resumen, las radiaciones solares, gobernadas por la atmósfera, son la causa eficiente de tan interesante fenómeno que afecta muy sensiblemente el grado de calor del ambiente y, por lo tanto, influye en los climas oceánicos y en los costaneros de las tierras firmes.

La causa primordial de las grandes corrientes circulatorias oceánicas, es indudablemente la diferencia de densidad en las aguas, proveniente de la desigual distribución de la energía calórica solar sobre los mares y lagos. En general, es bastante semejante a la circulación at-

mosférica, ya que uno y otro medio está constituido por materia flúida, aunque en muy diverso grado de fluidez.

Suponiendo un océano universal, las aguas ecuatoriales, con temperaturas superficiales de 28°, por término medio, tenderian naturalmente a moverse hacia las regiones polares, y al avanzar, irian encontrando aguas más y más frías, y por consiguiente más densas, las cuales se verian empujadas hacia abajo, por una parte, y hacia atrás en dirección a las zonas ecuatoriales, para llenar los vacíos que el desplazamiento de las menos densas fueran dejando, conservándose así el equilibrio gravitativo del conjunto.

Al correr hacia los polos superficialmente, y hacia el ecuador por debajo, estas corrientes opuestas en dirección, serian afectadas por la fuerza centrífuga proveniente de la rotación terrestre, deflectándose de una manera semejante a como lo hacen los vientos contra-aliseos y los aliseos.

Mas, como no existe tal océano universal, y el flujo de esas masas liquidas se interrumpe al chocar contra los macizos continentales e insulares, sin poder traspasarlos — lo que no ocurre con las corrientes atmosféricas, que rebasan semejantes barreras — resulta un sistema de corrientes marinas mucho más complejo que el anotado.

Debido a la forma y situación de los Continentes, las aguas frías del casquete polar ártico no tienen más acceso relativamente libre, para desembocar en los grandes océanos cálidos del Pacífico y del Atlántico, que los estrechos de Behring y de Davis — de anchura muy reducida — y el ciertamente más amplio, el mar de Groenlandia, que se prolonga hasta confundirse con el Atlántico del Norte, pero con Islandia de frente, que bifurca la salida.

Por el estrecho de Davis y el canal occidental — recostado a Groenlandia — del mar del mismo nombre, fluyen corrientes intensamente frías y cargadas de témpanos de hielo flotantes, hacia el suroeste, recostadas a Norteamérica hasta la latitud de Boston (40° N) que hacen inhospitalarias las tierras adyacentes, sobre todo las de Groenlandia y del Norte del Canadá. Solamente por el canal entre Eurasia e Islandia, llegan con dirección nordeste, corrientes superficiales cálidas, últimas manifestaciones del gran río marino del Atlántico — *la corriente del Golfo o del Caribe* — que templan admirablemente el clima de la costa occidental y parte de la del norte de Eurasia. El pequeño volumen de las aguas glaciales del norte que recibe el inmenso océano Pacífico, explica la relativa insignificancia de las corrientes en dicho océano, comparadas con las del Atlántico, en el hemisferio setentrional.

De las aguas frías del mar de Behring, engrosadas con las glaciales que descienden hacia el sur por el estrecho del mismo nombre, fluyen.

también, con rumbo suroeste y recostadas al continente asiático, corrientes destempladas que envuelven las islas japonesas, y por los mares de la China alcanzan hasta la península de Malaca, comprimidas en este último trayecto por la gran corriente cálida de *Kuro-Siwo* o *del Japón* — semejante a la del *Caribe* — que corre en sentido opuesto, desviándose desde Formosa hacia el nordeste, a través del Grande Océano, para ir a templar el clima de las costas norte-americanas, desde San Francisco de California hasta más al norte de Vancouver.

Desde las costas de Portugal, a la altura del paralelo 40° N., descendiendo hacia el sur la corriente fría de *Canarias*, de grande amplitud — la cual penetra, en parte, al Mediterráneo por el estrecho de Gibraltar — y avanza, bañando las costas de África, hasta el Senegal, torciendo luego hacia el suroeste, en arco de círculo. Esta corriente queda comprimida por las cálidas del *Caribe*, al setentrión, y la *Ecuatorial del Norte* hacia el sur, origen esta última de la del *Caribe*, la cual se dirige al oeste y noroeste, contra las costas de Suramérica desde el cabo de San Roque, encerrando en su curso las Antillas hasta salir vigorosamente el ramal del sur, por el canal de la Florida, contra las costas de Norteamérica, desviándose luego en dirección a Eurasia, a través del Atlántico. En el centro de este gran circuito queda el enorme remanso del mar de *Sargaza*, al oriente de las Bermudas.

Semejantemente, en el Pacífico del norte se desarrolla la corriente fría de *California*, que descende desde el cabo Mendocino, por las costas de Norteamérica, hasta la Baja California, en donde se tuerce en arco de círculo, hacia el oeste. Esta corriente queda comprimida, al norte, por la templada de *Kuro-Siwo*, que corre en sentido contrario, y por la *Ecuatorial del Norte*, caliente, que se desprende de las costas de Méjico y América Central, para ir a estrellarse, al oeste, contra las playas de las Filipinas, punto principal del arranque de la de *Kuro-Siwo*. En el centro queda otro gran remanso marino, al oeste de las islas Hawai.

Al norte del Océano Indico, se envuelven sobre sí mismas, en circuitos casi cerrados, y en sentidos opuestos, según la época del año, las corrientes cálidas de los *Monzones del NE.* y *del SW.*

En el hemisferio meridional, el régimen de las corrientes marinas es mucho más sencillo, por estar unidos entre sí, ampliamente, los océanos Glacial, Pacífico, Atlántico e Indico. La parte más angosta de esta unión, el estrecho de Drake — con más de 500 kilómetros de anchura — se encuentra entre el cabo de Hornos y las islas del Archipiélago Antártico.

Por esta circunstancia se desarrolla una amplia y continua corriente fría que corre constantemente hacia el oriente, dándole la vuelta a la tierra, entre los paralelos 40°—60° S., de la cual se desprenden las si-

güentes ramificaciones principales: Una que se dirige hacia el norte, refrescando las costas chilenas y peruanas — *la corriente de Humboldt* — hasta tocar la línea ecuatorial cerca a las islas Galápagos, después de haberse desviado hacia el occidente, formando en conjunto un gran arco elíptico. Al correr paralela al ecuador terrestre, muere en medio del océano, estrechada por las dos corrientes cálidas ecuatoriales — la del Norte y la del Sur. Esta corriente *ecuatorial del Sur* se desparrama enormemente, en dirección a Oceanía y al chocar contra Australia, tuerce al sur, para perderse en la gran corriente antártica principal. Tanto en la corriente ecuatorial del Norte como en la del Sur, se forman contracorrientes, en forma de remolinos, especialmente en las costas de Colombia, Centro América, Asia y Oceanía.

El segundo ramal se desprende de la gran corriente principal, helada, al doblar el cabo de Hornos y se dirige con el nombre de *corriente de Falkland* — después de haber enfriado las costas de Patagonia — al cabo de las Agujas, en las playas surafricanas, para torcer luégo al norte, por las costas occidentales del continente, con el nombre de *corriente de Benguela*. Al llegar al cabo Frio, principia a encorvarse hacia el occidente, comprimida por la corriente ecuatorial del Sur, y muere dentro de ella, en las vecindades del meridiano 20° W. (Greenwich). En esas inmediaciones se desprende la corriente cálida o ramal que caldea las costas de Suramérica, con el nombre de *corriente del Brasil*, y al llegar a la latitud de Buenos Aires, se desvía hacia el oriente, dejando en el centro del Atlántico del Sur otro gran remanso.

Por último, frente al océano Indico, la *corriente Austral*, fría, es repelida o hundida por la corriente cálida de las *Agujas*, que baja de la *ecuatorial del Sur*, recostada a la parte meridional, oriental, del continente africano, y al llegar la Austral frente a la Gran Bahía Australiana, se deflecta un poco al norte, para desaparecer por debajo de las aguas tibias que se dirigen al norte a alimentar la ecuatorial del Sur, formando así otro remanso de consideración entre Africa y Australia.

En resumen, al norte y al sur del Pacífico y del Atlántico y al sur del Indico, las aguas marinas forman sendos torbellinos circulatorios, grandiosos, generados por corrientes cálidas impulsadas por los vientos y por la fuerza centrífuga de la tierra, que viajan superficialmente de este a oeste, en estrechas fajas, al norte y al sur del ecuador terrestre, con velocidades de 2 a 4 kilómetros por hora, las cuales, al chocar contra los continentes, se desvían en direcciones opuestas hacia las regiones polares, a encontrar las corrientes densas y frías que se mueven en sentido contrario, deflectadas, también, por la fuerza centrífuga en forma tal que cierran los grandes circuitos de los remansos oceánicos.

A veces, el grado de salinidad y la temperatura, concurren a incrementar el fenómeno.

Aparte de esto, en cuencas estrechas, aisladas o de contornos especiales, se generan corrientes anormales, lo que también sucede durante los grandes movimientos sísmicos. En estos últimos casos, las olas, al estrellarse contra las costas, suelen producir catástrofes espantosas, como la de Lisboa, la de Concepción (Chile), varias en ciudades japonesas, etc.

La más poderosa de todas estas corrientes — la del *Caribe* — al pasar por el estrecho de la Florida — de 50 kilómetros de anchura y 400 m. de profundidad — con una velocidad no menor de 8 kilómetros por hora, descarga un volumen de 160 mil millones de metros cúbicos de agua por hora, animada de una pasmosa fuerza viva, toda derivada de la energía solar. (1).

No son, pues, los océanos y los lagos, estanques de aguas dormidas: están animados de una vitalidad asombrosa, que se refleja sobre los climas terrestres, propiciando la vida en unas partes y desterrando al hombre de otras.

Para no citar sino unos pocos casos, la corriente del *Caribe* lleva a Eurasia millones de calorías solares atrapadas por las aguas en el trópico, convirtiendo de esta manera la Europa Occidental, en un paraíso casi primaveral, comparado con las inhospitalarias tierras canadienses, a la misma altura latitudinal. Lisboa, ciudad casi tropical, se enfrenta a New York, metrópoli helada en los inviernos. A las alturas de Londres, Copenhague y Leningrado, no se encuentra en el Labrador un lugar medianamente habitado. La corriente del *Brasil* caldea las costas orientales de Suramérica, al paso que la de *Humboldt* refresca las costas del Perú —sin lluvias en el litoral— que de otra manera serían un desierto. La temperatura media de Bahía es 6° superior a la del Callao, no obstante de encontrarse las dos ciudades sobre un mismo paralelo. La suavidad, sin igual, del clima de California, proviene de las aguas frías de la corriente del mismo nombre.

Naturalmente, los vientos reinantes en las costas son los que en realidad llevan a los continentes y a las islas, los aires tibios o frescos generados sobre las corrientes. En esta forma se complementan las corrientes de los dos flúidos terrestres, para contribuir a caracterizar un *clima* dado.

(1) El volumen anotado es apenas una apreciación teórica, basada en la velocidad superficial de la corriente, velocidad que puede ser inferior y hasta nula o contraria, al bajar de la superficie al fondo.

6 - La electricidad atmosférica

El fenómeno del rayo y las desviaciones, en posición libre, de las agujas imanadas, en busca de equilibrio estable, en rumbos que convergen a dos polos opuestos de la tierra, dicen bien a las claras que existe electricidad en la atmósfera y corrientes magnéticas en la masa del planeta. El estudio de estas materias está en su infancia y no es fácil ahondar en su conocimiento

Se sabe que existen siempre en la atmósfera iones cargados de electricidad positiva y negativa, y que es posible coleccionar emanaciones radioactivas. Además, se ha observado que en todo tiempo seco el potencial eléctrico atmosférico es siempre positivo con relación a la tierra —la cual tiene carga negativa— y que a medida que se asciende en el aire, el potencial va siendo cada vez mayor, sin que esto signifique uniformidad o constancia en la gradiente eléctrica, sean cuales fueren las condiciones atmosféricas.

Cerca al suelo, la gradiente de potencial se aproxima a 150 voltios, por cada metro de diferencia en altura; pero a medida que se sube en la atmósfera, esa rata disminuye — con grandes anomalías — hasta alcanzar los 1500 m. de altura, según el lugar, la pureza del aire en polvos, la hora, el día, la estación, el estado del tiempo, etc. De allí en adelante, la gradiente — que es apenas de 25 voltios por metro — va decreciendo de acuerdo con una fórmula empírica aproximada. A los 4000 m. de altura, la gradiente es de 10 voltios por metro y a los 9000 m., — esto es, cerca a la estratosfera — es apenas de 2 voltios por metro de diferencia de nivel.

En cuanto al potencial, en tiempo seco y tranquilo, se estima que a los 1.500 m. de altitud tiene un valor de 112.500 voltios y a los 4.000 m. ya es de 150.000 voltios, por lo menos.

Es raro observar gradientes de potenciales negativos, excepto— aunque no siempre— cuando llueve o truena. En la cima de los montes se encuentran altos potenciales cerca al suelo, resultado del apretamiento o aproximación entre sí de las superficies equipotenciales, y esto mismo ocurre en la vecindad de torres, de edificios, de árboles, etc. En cambio, en las llanuras, las líneas que marcan los niveles equipotenciales, en vez de aproximarse se apartan entre sí, señalando bajos potenciales.

En los periodos invernales de los hemisferios se observa la mayor carga eléctrica en la atmósfera, y en el verano la menor, notándose a la vez variaciones en las gradientes del potencial, con oscilaciones anuales, mensuales y diurnas, de una manera semejante a como ocurre con la presión atmosférica.

La tierra — como buen conductor — no opone, prácticamente, re-

sistencia alguna al paso de la electricidad. Se puede aceptar, por lo tanto, que no existen diferencias de potencial en su superficie, y por cuanto no es posible determinar su potencial absoluto, se le considera como de potencial cero. En cambio, en el aire — mal conductor — si se manifiestan, como se acaba de ver, esas diferencias, hasta adquirir gran densidad las cargas positivas en las regiones elevadas, las cuales inducen cargas negativas en la superficie terrestre, que se manifiestan con más intensidad en sus partes salientes y de mejor conductibilidad .

El origen de la electricidad atmosférica no se conoce, a ciencia cierta. Existirán, como piensan algunos, campos electro-magnéticos entre todos los astros del Cosmos, que actúan según las leyes descubiertas por Newton, explicándose así la supuesta *fuera gravitativa*? Sea de ello lo que fuere, parece innegable que la acción del viento, al hacer frotar las partículas de aire entre sí y contra las condensaciones y precipitaciones acuosas — líquidas o sólidas — y el choque de éstas en sus masas y contra la tierra al caer, son fenómenos que pueden explicar, en parte al menos, la electrificación atmosférica .

Además, se ha demostrado que las emanaciones de sustancias radioactivas, los rayos X, el bombardeo de electrones solares y las radiaciones ultravioletas que lanza dicho astro en gran cantidad — especialmente surgidas del hidrógeno inflamado durante sus grandiosas tormentas, que se revelan en los fenómenos de las protuberancias y manchas solares — son capaces de ionizar el aire, esto es, de generar cargas eléctricas movibles de iones positivos y negativos. Igualmente, es un hecho probado que el aire que surge del suelo terrestre es altamente radioactivo— mucho más que el imbibido en las aguas de los mares — y esa radioactividad puede ser causa de muchas de las emanaciones que se encuentran en la atmósfera .

Las auroras polares y las tempestades magnéticas terrestres no son efectos de acciones planetarias, sino evidentemente de origen solar .

En resumen, la electricidad atmosférica se explica, al menos en su mayor parte, por las fricciones mecánicas de los flúidos terrestres, por los fenómenos radioactivos del planeta y por acciones complejas y misteriosas del foco de energía solar. Si no fuera así, la electricidad atmosférica ocasional, sería en breve neutralizada o disipada .

Después de estas ligeras nociones sobre la manera como la misteriosa energía eléctrica se encuentra diseminada en el ambiente en que viven los seres organizados, falta considerar sus efectos y el papel que desempeña para determinar un *clima* terrestre .

Sin duda alguna, el *rayo* es la manifestación más espectacular y aterradora de la electricidad atmosférica. El relámpago y el trueno, que complementan el fenómeno de la *descarga* eléctrica, acrecientan la ma-

gestuosidad de su presentación. Los huracanes, los temblores de tierra, las erupciones volcánicas y los rayos son manifestaciones incontrastables de las fuerzas de la naturaleza que ocurren intempestivamente, sin que el hombre haya podido, hasta ahora, vaticinar su aparición con alguna precisión —exceptuando, en parte, los huracanes—. Todas estas ocurrencias infunden pavor, ocasionan víctimas, destruyen propiedades y le imprimen a la morada del hombre un sello de inseguridad inquietante.

Según cálculos aproximados, no ocurren menos de 100 rayos por segundo, sobre toda la redondez del planeta, esto es, más de ocho millones y medio de descargas, en 24 horas. Si todos cayeran a la tierra, las víctimas y los destrozos en tan terrible bombardeo, serían imponderables. Afortunadamente, casi la totalidad — el 99% — de esa *artillería, dispara al aire*, entre nube y nube, y se disipa en la atmósfera misma, con efectos benéficos para la vida, al actuar sobre los gases de la envoltura terrestre, especialmente sobre el nitrógeno y el oxígeno.

No se ha llegado, todavía, a dar una explicación completamente satisfactoria de las concentraciones aisladas de electricidad que resultan en el seno de la atmósfera, que se manifiestan luego en descargas más o menos violentas, de millones de voltios. Parece lo más probable que el fenómeno ocurre de la siguiente manera: Cuando sobreviene la lluvia en nubes generadas por rápidas corrientes ascendentes de convección, la velocidad de caída de las gotas de agua que descienden en el aire, aumenta con el tamaño de las gotas, en tanto que el diámetro de ellas no exceda de ciertos límites, alcanzados lo cuales tienden a deformarse, alargándose, para dividirse en dos o más gotas — al vencer la fuerza de cohesión — y al romperse, desarrollan electricidad estática. Las gotas mayores que resultan, llevan la electricidad positiva con que quedan cargadas hasta la parte inferior de la nube o hasta el suelo, si al fin caen, y las menores, empujadas hacia arriba por la corriente ascensional, se incorporan de nuevo a la nube o se montan sobre ella, llevando consigo electricidad negativa. Repetido muchas veces este proceso, se forma al fin un campo central positivo, que va adquiriendo más y más potencial, situado entre la tierra — de signo negativo — y la parte superior de la nube, en espacio que se va saturando de la electricidad negativa que sueltan las gotas pequeñas ascendentes. Finalmente, con el aumento de potencial en los tres campos, llega un momento en que para buscar el equilibrio, salta la chispa — *cae el rayo* — rompiendo el aire con estrépito, a causa de la violenta expansión que experimenta al sentir el intenso calor de la chispa. Afortunadamente, como se vió ya, la *caída* de esos rayos se verifica casi siempre entre nube y nube o entre partes de la misma nube.

Cuando los movimientos conveccionales son fuertes, con velocidad-

des ascensionales de 40 a 50 kilómetros por hora, se forman verdaderos torbellinos verticales que pueden alcanzar alturas en que se congelan las gotas de agua que se internan en la nube tempestuosa o que la traspasan, formando con los cristallitos de nieve que encuentran, núcleos de granizos nevados, los cuales al volver a niveles más bajos, se cubren con nuevas capas de hielo transparente, para en seguida subir otra vez, impulsados por las corrientes aéreas, repitiéndose luego el fenómeno hasta que los granos de granizo adquieren masa suficiente para que la gravedad los lleve al suelo. Las tempestades eléctricas en estas condiciones son excepcionalmente violentas, y los daños que causan las granizadas en la vegetación y hasta en los animales inquietan al agricultor. Se han registrado casos de granos de granizo con un peso de de 500 gramos, masa respetable para verla caer de considerable altura.

La frecuencia de los rayos es motivo para constantes observaciones en las estaciones meteorológicas mundiales, sin haberse llegado todavía a resultados definitivos. Parece que hay regiones en que va en aumento este meteoro. En general, dichas tempestades son más fuertes y frecuentes en el trópico — especialmente al iniciarse o concluirse las estaciones lluviosas — y a medida que se avanza en latitud escasean más y más hasta ser muy raras en los casquetes polares.

En las zonas templadas, el máximo de frecuencia e intensidad ocurre en los veranos y el minimum en los inviernos.

La potencia de los rayos es muy variada y caprichosa, como lo es, también, la forma en que se presentan. Hay descargas de magnitud asombrosa, que causan estragos terribles, a veces enigmáticos, incomprendibles. La mortalidad humana por su causa es más común en el campo abierto que en las ciudades y habitaciones y varía mucho de un lugar a otro del planeta. En las llanuras de Dakota (EE. UU.) por ejemplo, por cada millón de habitantes mueren más de 20 personas anualmente, heridas por estas descargas celestes; en las vertientes del Missouri, más de 15; en las Montañas Rocallosas no menos de 10; en la Nueva Inglaterra, alrededor de 4; en Hungría, pasan de 8 y en la costa de California, cero. La muerte de animales, los incendios, los destrozos en las obras humanas y en las rocas de la corteza terrestre, son cuantiosos y a veces de vastas consecuencias .

La naturaleza del suelo; la topografía; la clase, altura y ramaje de los árboles; la forma y dimensiones de los edificios y obras humanas, y los materiales que entran en su construcción, son factores que juegan considerablemente en la frecuencia del meteoro. Parece que los árboles de madera dura y densa, como el roble, están más expuestos a servir de conductores para las chispas eléctricas atmosféricas, que los resinosos y blandos, como el pino. En cuanto a los suelos, son veinte veces más pe-

ligosos los de limo; nueve veces más los de arena, y siete veces más los de arcilla, que los de creta. En general, la trayectoria de la chispa que surge de un campo de alto potencial para ir a neutralizarse en otro de signo contrario, corresponde a la línea de menor resistencia, ya sea acortando la distancia o buscando medios de gran conductibilidad.

Por lo visto, las tempestades eléctricas no afectan de igual manera todos los sitios terrestres. Los habitantes de California, por ejemplo, viven sin temor alguno de que les caiga un rayo, porque en esa zona no truena. En cambio, hay regiones en que es tal la violencia y frecuencia de tan terrible fenómeno, que se impone el uso de los pararrayos protectores en las habitaciones humanas, como sucede en Popayán, en nuestro país, y los moradores viven en constante tensión nerviosa, lo cual no deja de afectar su temperamento y salud general.

En sitios como el altiplano de Popayán, parece que puede explicarse la frecuencia de las tormentas eléctricas, por accidentes topográficos. Esa meseta, pequeña en extensión y situada a unos 1.700 m. de altitud, está limitada por los cañones estrechos y profundos de los ríos Cauca y Ovejas, que convergen en Suárez. Las masas aéreas, húmedas y calientes que suben de esas profundidades, originan torbellinos verticales sobre el altiplano, el cual se encuentra amurallado al oriente por la alta cordillera Central, que no da paso a esas corrientes de convección, y como los torbellinos se forman a poca altura sobre la planicie, las cargas electroestáticas que en ellas se generan y acumulan, encuentran fácil y corto paso al suelo, hiriendo en su caída las prominencias salientes, los animales, las habitaciones y al hombre mismo en campo libre y escueto.

Las anteriores someras ideas sobre la electricidad atmosférica, bastan para darnos cuenta de que los seres organizados que pueblan la tierra, viven sumergidos en campos eléctricos, más o menos intensos y constantes, y que por sus cuerpos ascienden o descienden cargas electroestáticas de diversos potenciales a cada instante. Cuando el hombre y los animales inspiran el aire atmosférico, ingieren gran número de iones o partículas eléctricas positivas y negativas, número que varía según la latitud, la altitud y demás circunstancias ya anotadas. Y como el hombre y demás seres vivientes son conductores electroestáticos heterogéneos, debido a que sus cuerpos están constituidos por tejidos de composición muy compleja, es natural esperar que los organismos en su conjunto experimenten en su delicada y sutil trama vital, influencias misteriosas en su mayor parte todavía, pero no por eso menos eficaces en el fenómeno mismo de la vida, con sus atributos de afecciones, temperamentos, sensibilidades, etc.

Mucho han avanzado los fisiólogos al observar los efectos de las corrientes electrodinámicas y electroestáticas sobre las plantas, los ani-

males y el hombre, arrancándole a la naturaleza no pocos secretos de esta especie, para beneficio de la humanidad; pero es más lo que falta por estudiar y comprender todavía.

En suma, el *factor climático* de la energía eléctrica que se acumula en la atmósfera, con potenciales variables en el espacio y en el tiempo, sin ritmo universal preciso y constante, debe afectar la vida humana hondamente. El hecho de que no se aprecien bien todavía los efectos de este agente, que bien puede ser grandemente regulador de la vida, no le resta importancia al asunto; por el contrario, es un problema de actualidad, en cuya solución están empeñados los más hábiles investigadores, y es de esperarse que al fin se llegue a conclusiones reveladoras de las causas de infinidad de modalidades en la vida material y psíquica del hombre.

Una ciencia nueva va surgiendo de estas investigaciones: la cosmobiología, ciencia llamada a despejar muchas incógnitas vitales.

Además, los tremendos bombardeos de electrones solares que ocurren especialmente en los períodos de las violentas tempestades en el astro que domina la vida planetaria, ionizan extraordinariamente los gases de la atmósfera, perturbando el magnetismo terrestre, induciendo intensas corrientes en las líneas telegráficas y telefónicas hasta interrumpir su servicio, e iluminándose, a veces, los espacios vecinos a los polos con espléndidas auroras. Las ondas de la radio sufren, también, en tales condiciones, fuertes perturbaciones en el rebote o reflexión a que están sujetas, según las amplitudes de onda, a distintas alturas en la estratosfera, y los receptores enmudecen.

Queda así bosquejado el interesantísimo aspecto *climatológico* de nuestro mundo habitable, en relación con la misteriosa energía eléctrica que se manifiesta en la atmósfera que respira el hombre y en cuyo medio vive.

CAPITULO III

Los climas en función de la acción atmosférica.

Analizados ya, uno a uno, los seis principales factores de origen atmosférico que concurren a la determinación de los *climas terrestres*, falta estudiar su acción de conjunto, en forma armónica, para deducir los *tipos de clima* característicos a que haya lugar y su distribución sobre la morada del hombre.

Muchos notables investigadores de la ciencia de la Climatología han sintetizado en estudios profundos de integración, los efectos de las diversas acciones atmosféricas sobre el clima, hasta llegar a proponer

clasificaciones razonables. La más universalmente conocida y aceptada es, sin duda, la del sabio alemán W. Köppen. Dicha clasificación tiene por base la fijación cuantitativa de las temperaturas y las precipitaciones, para cada tipo de clima.

Divide Köppen los climas en cinco grandes grupos, a saber:

Grupo A. Climas lluviosos tropicales.

Grupo B. Climas secos.

Grupo C. Climas húmedos de temperaturas moderadas.

Grupo D. Climas húmedos de bajas temperaturas.

Grupo E. Climas polares.

Cada uno de estos *grupos* se subdivide en *tipos*, como se verá en su correspondiente detalle.

Grupo A.—Climas lluviosos tropicales.

Los *climas lluviosos tropicales* quedan circunscritos al anillo ecuatorial terrestre — irregular en su forma — y de una amplitud entre 20° y 40° latitudinales, el cual se encuentra constantemente caldeado por radiaciones solares, prácticamente verticales. Las isotermas de 18° limitan los extremos N. y S. del anillo, en los meses más fríos del año. Las plantas que no soportan cambios estacionales de importancia, son autóctonas de esta zona terrestre, la cual, por otra parte, no es interrumpida en sus características propias sino por la elevación de los macizos continentales e insulares, arriba de 1.200 o 1.800 metros sobre el nivel de los mares. En las costas de levante, que soportan por largos períodos la acción de los vientos cargados de humedad, del NE. y del SE., se extienden a latitudes más elevadas los climas de esta especie; por el contrario, en el interior y al poniente de los continentes, libres de esas corrientes, se encuentran más próximos al ecuador los climas secos, con precipitaciones inferiores a la evaporación, y muy especialmente si a lo largo de las costas circulan corrientes marinas frías.

La alta y constante temperatura —que afloja las fuerzas vitales—; la intensa y pertinaz radiación luminica —peligrosa para la salud, especialmente cuando se la recibe a cabeza descubierta—, y las copiosas precipitaciones en ambientes sofocantes saturados de humedad —casi todas de origen conveccional y acompañadas de tempestades eléctricas— son las características generales de este grupo de climas.

Se divide el *grupo* en dos grandes *tipos*: el *selvático* y el de *sabanas*.

Tipo 1.—Clima lluvioso tropical selvático.

En el *clima lluvioso tropical selvático*, localizado en la zona de las calmas ecuatoriales y de los vientos variables, reina una temperatura alta y constante durante todo el año y las fuertes lluvias azotan la tierra sin alivio de estaciones secas bien marcadas. Con respecto a las lluvias pueden separarse, sin embargo, dos variedades, a saber: climas selváticos constantemente húmedos, y los de carácter monzónico, que sí tienen estaciones secas más o menos prolongadas, pero sin que la humedad del suelo se agote hasta impedir el desarrollo pleno de la selva.

Las temperaturas medias anuales y estacionales fluctúan muy poco. Las primeras se aproximan a 28°, y en cuanto a las segundas rara vez experimentan oscilaciones mayores de 2°, entre los meses más cálidos y los más fríos del año. Sobre los océanos estas variaciones son todavía menores. Las curvas termométricas diarias, sí muestran diferencias de 6° a 15° y aún más, entre las máximas y las mínimas, según el grado de asoleo, pero rara vez se siente un calor superior a 35° o inferior a 16°. La constancia, la uniformidad y la monotonía del calórico en las comarcas en que reina este clima enervante, afectan mucho más hondamente la especie humana en su modo de ser y de vivir, que las más elevadas temperaturas — hasta de 40° — que soporta temporal y ocasionalmente en las zonas templadas del planeta. El frío de la noche alterna con el calor del día, en rápida, desesperante y angustiosa sucesión, que no da descanso ni al cuerpo ni a la mente para reaccionar, estimulando el desarrollo de una vitalidad armónica y fuerte. Solamente por larga *aclimatación*, se hace soportable.

En cuanto a las lluvias, el anillo terrestre de climas constantemente húmedos, soporta una precipitación media anual no menor de 2,5 metros, distribuidos desigualmente en los doce meses. La nubosidad pasa de 50% y el aire se conserva casi siempre saturado de humedad. Las lluvias suelen ser torrenciales y tempestuosas, con terribles descargas eléctricas, sin que falten los leves ciclones tropicales. En ocasiones llueve hasta 48 horas seguidas, tranquilamente, de nubes cenicientas que cubren el firmamento. Tan pronto como pasa un chubasco, brilla el sol intensamente, el movimiento del aire se estanca, la evaporación se activa y nuevas corrientes ascensionales de convección amontonan otra vez gruesos nubarrones que oscurecen el cielo, y la lluvia se desata en seguida. Las horas de la mañana suelen ser claras, pero a medida que el sol calienta, se encapota el espacio, preludio de aguaceros diluviales. Los meses más lluviosos coinciden con los equinoccios y los más secos con los solsticios, pero en realidad no hay lluvias o sequías estacionales como en otras latitudes. A veces ocurren periodos anormalmente secos o hú-

medos que obedecen a los ciclos de las manchas solares, los cuales entorpecen la navegación en los ríos o provocan pavorosas inundaciones, según el caso.

Hay regiones especiales como el golfo de Bengala, las islas alrededor de Borneo y las costas occidentales de Colombia, excepcionalmente húmedas. Se puede citar como ejemplo interesante de la precipitación y temperatura en una de estas regiones extra-húmedas, los registros meteorológicos durante el año de 1933 en la ciudad de Quibdó, situada en el centro del Chocó, a unos 50 m. sobre el nivel del mar.

Meses de 1933.	Lluvia en milímetros.	Temperatura máxima.	Temperatura mínima.
Enero	1337,5	29°	24°
Febrero	600,0	30°	24°
Marzo	435,0	31°	24°
Abril	777,0	31°	24°
Mayo	569,0	30°	24°
Junio	752,0	31°	24°
Julio	829,0	31°	23°
Agosto	655,0	32°	24°
Septiembre	455,0	30°	23°
Octubre	588,0	29°	24°
Noviembre	1045,0	29°	23°
Diciembre	664,0	28°	24°
Total	8706,5		

En Enero hubo 9 días sin lluvia; en Febrero, 15; en Marzo, 15; en Abril, 7; en Mayo, 11; en Junio, 7; en Julio, 7; en Agosto, 11; en Septiembre, 11; en Octubre, 11; en Noviembre, 9 y en Diciembre 12. Total, 125 días sin lluvia, o sea el 34,5% de los días del año.

Días de más de 100 milímetros de lluvia:

En Enero	el 10	163	milímetros.
	el 20	291	"
	el 31	268,5	"
En Febrero	el 5	125	"
	el 7	135	"
En Marzo	el 24	102	"

En Mayo	el 23	104	milímetros.
En Junio	el 18	120	“
En Julio	el 14	115	“
	el 27	144	“
En Noviembre ...	el 1º	162	“
	el 22	129	“
	el 24	130	“
En Diciembre	el 14	130	“
<hr/>			
Totales	14 días	2118,5	milímetros.

Estas cifras no necesitan comentarios. El rendimiento del trabajo humano en los campos no alcanza al 50% del total de horas que se pagan, según experiencia de los ingenieros encargados de la construcción de carreteras, y el trabajo mismo efectivo es muy reducido, por debilidad y ruina fisiológica general, en un medio impropicio para la vida normal.

En cuanto a las zonas típicas del clima que se viene estudiando, se pueden citar los siguientes datos:

En Pará la precipitación media anual alcanza a 2.350 milímetros, acumulados en 243 días de lluvia. En Manaos llega apenas a 1.487 milímetros, en 156 días. En Colombo (Ceilán) el año más seco, durante un largo período, marcó 1.290 milímetros de lluvia y el más húmedo 3.492. En Singapure las cifras correspondientes son 1.317 y 3.967.

En los litorales orientales de los continentes se presentan anomalías y mucha parte de las lluvias son de origen orográfico o tienen relación con huracanes y ciclones locales.

Las zonas más extensas pobladas de bosques en climas de esta especie se encuentran en las costas de Guinea, en parte de la cuenca del Congo — situada a unos 400 m. de altitud, — en las Indias Orientales, en Filipinas, en parte del Asia tropical, en las Guayanas, en porciones de la América Central y las Antillas, en la vertiente colombiana del Pacífico, en el Atrato, en porciones del Valle del Magdalena, en la hoya del Catatumbo, y, sobre todo, en la enorme y rebajada cuenca del Amazonas, en su parte norte y occidental.

En la *variedad monzónica* de este clima, la precipitación es muy abundante, especialmente cuando soplan los vientos del mar hacia las costas y cuando éstas están protegidas por altas barreras orográficas.

Solamente con los vientos contrarios, como sucede en el hemisferio norte, las lluvias son escasas en los meses de Diciembre, Enero, Febrero y Marzo, pero sin que falte humedad en el suelo para conservar la selva. Las regiones del globo en que predomina el clima en consideración se encuentran especialmente en algunas porciones de las costas africanas de Guinea, en el extremo sudeste de Asia y en algunas islas de la Oceanía.

Tipo 2—Clima lluvioso tropical de sabana.

El *clima lluvioso tropical de sabana* se diferencia del anterior en que las lluvias tienen el carácter de estacionales y son de menor cuantía. Por consiguiente, durante el año hay un período prolongado de sequía, seguido de otro con abundantes lluvias. En tales condiciones los bosques son escasos, despoblados, discontinuos, con extensas zonas que se cubren solamente de hierbas naturales — *sabanas* — las cuales se secan al faltar la precipitación, para brotar de nuevo en la estación húmeda.

Los climas de esta especie se encuentran principalmente en el interior de los continentes y en las costas de levante, limitados al centro por el anillo de las calmas ecuatoriales, y en dirección a los polos avanzan hasta las zonas subtropicales de altas presiones atmosféricas, sin que en muchos casos sea posible definir claramente los límites que las separan, pues insensiblemente se pasa de las regiones lluviosas selváticas a las típicamente secas.

En Suramérica los climas de sabana aparecen en la hoya del Magdalena en porciones de los departamentos del Huila, Tolima, Bolívar y Magdalena; en grandes extensiones de los *Llanos del Orinoco*, tanto en Colombia como en Venezuela y al sur de las Guayanas; en las costas de Esmeraldas, en el Ecuador; en los inmensos *Campos del Brasil*, bañados por el Madeira, el Tapajoz, el Xingu y el Tocantins, afluentes del Amazonas, y por el San Francisco hasta rebasar el trópico de Capricornio, encerrando considerables porciones del Chaco y del oriente boliviano.

En la América del Norte y Central, en fajas estrechas costaneras del Pacífico, desde San Blas, en Méjico, hasta Panamá; en las costas de Tampico, en gran parte de Yucatán y en el occidente de Cuba.

En África, muy cerca de la tercera parte del territorio soporta este clima, en ancha faja, entre los paralelos 5° y 15° N., desde Dakar y la Costa de Oro, por el Sudán, hasta Abisinia, y luego al sur por Tangayika, Mozambique, Rodesia, Transvaal, Bechuan, Angola, etc.

En el Continente asiático, prácticamente toda la India y gran par-

te de la Indochina, y en Australia, las tierras adyacentes al golfo de Carpentaria.

En los *climas de sabana* las oscilaciones anuales de la temperatura son naturalmente más altas que en el anillo de las calmas ecuatoriales, debido a la mayor oblicuidad de las radiaciones solares, alternativamente en los dos hemisferios, según la posición de la tierra en la eclíptica. Rara vez bajan de 5° o pasan de 15°. En general, cuando el sol se aparta más de la vertical, el calor es más soportable porque escasean las lluvias y las noches son frescas con cielo despejado y relativamente seco. Se puede ver el termómetro a más de 32° durante el día, con sol siempre brillante, pero llegada la noche baja la temperatura a 15° o más. En cambio, durante las épocas de los equinoccios, con sol prácticamente vertical, la atmósfera se satura de humedad, la insolación disminuye y la nubosidad aumenta, para iniciarse el periodo de las grandes lluvias. En ambientes de esta especie, desprovistos, además, del sombrío de las selvas, puede la temperatura no ser muy alta — como sucede a veces — pero el bochorno asfixiante que experimenta el hombre es insoportable y su organismo sufre quebrantos terribles.

El régimen de las lluvias se caracteriza por una estación seca y otra húmeda, durante el año, con una precipitación total que no pasa generalmente de 1.50 m. Las comarcas en que reina este clima tienen sus periodos secos y lluviosos opuestos, alternativamente, en los dos hemisferios. Al norte del círculo equinoccial, las lluvias principian generalmente en Marzo y se prolongan, a veces, hasta Octubre, esto es, se inician con la marcha aparente del sol hacia el norte, una vez pasado el equinoccio de primavera. Al retroceder el sol, después del equinoccio de otoño, principia la estación seca, que dura desde Noviembre hasta Abril. En el hemisferio austral, el invierno ocurre en este periodo y el verano en el primero antes citado. Naturalmente se presentan anomalías locales por causas diversas, especialmente relacionadas con la latitud, el relieve del terreno, el régimen de los vientos, etc. En cuencas como la del Amazonas y la del Congo, que tienen afluentes a uno y otro lado del ecuador terrestre, el volumen de las aguas de esos grandes colectores es bastante uniforme durante todo el año, porque las crecientes y las sequías van alternadas a una y otra banda.

La humedad del aire en los meses de sequía es muy baja y rara vez caen escasas lluvias, excepto a linde con las zonas de climas lluviosos. En un ambiente así, caldeado por intensas radiaciones solares durante el día, el suelo se endurece, se seca y se agrieta; las plantas se marchitan o se secan, provocándose con frecuencia grandes incendios; las fuentes de las aguas se agotan y el caudal de los ríos se merma hasta convertir sus márgenes en extensos arenales; las lagunas y pantanos

desaparecen, impregnando el ambiente de olores desagradables de gases nocivos; los animales huyen en busca de agua y alimento, y ciertas especies se entierran en el fango disecado, y el hombre mismo, con su piel tostada, busca refugio a la sombra de los oasis en ese desierto transitorio y tiende a permanecer inactivo o emigra a lugares más hospitalarios.

En cambio, en la época de las lluvias, surge la vegetación como por encanto; los ríos se hinchan y se desbordan inundando vastas extensiones; los caños y las ciénagas se colman; la vida animal resurge activa y amenazante en medio de tremendos chubascos que se desatan a veces, acompañados de espantosas tempestades eléctricas y huracanes desoladores, y el hombre sumergido en una atmósfera saturada de vapor y sujeto a tan agresivos y violentos cambios de la naturaleza, se vuelve fiero y atrevido tratando de salvarse, pero al fin se debilita, comprende su impotencia y sucumbe rápidamente, si no está siquiera medianamente aclimatado. *Se lo traga el agua, la yerba o el árido desierto, a la manera como en la zona de los bosques "se lo traga la selva".*

Las nubes de mosquitos y las miríadas de otros insectos que inoculan el veneno letal del paludismo y de otras enfermedades tropicales; las variadísimas clases de animales ponzoñosos — existentes hasta en las aguas de los ríos y ciénagas — y las temibles fieras, hambreadas, se unen a la naturaleza hostil para derrotar al hombre que desea vivir la plenitud de la vida. Por esta razón es muy escasa la población en los extensísimos territorios en que domina el *clima de las lluvias tropicales*, y los pocos que allí moran no representan la especie en sus tipos más avanzados, material e intelectualmente.

Las características climatológicas del *Grupo* a que se viene haciendo referencia, se aplican especialmente a las porciones territoriales ya anotadas, que se encuentran desde el nivel de los mares hasta unos 800 m. de altitud. De allí para arriba, en los flancos de las montañas hasta las elevadas altiplanicies y las crestas nevadas, las condiciones son otras, muy distintas. En tesis general — con variaciones que dependen de la latitud especialmente — se pueden establecer *cinco zonas climatéricas* correspondientes a las partes montañosas en que dominan los *climas tropicales lluviosos*.

Primera zona	de	0 m.	a	800 m.	de altitud.
Segunda zona	de	800 m.	a	1.800 m.	" "
Tercera zona	de	1.800 m.	a	3.000 m.	" "
Cuarta zona	de	3.000 m.	a	4.000 m.	" "
Quinta zona	de	4.000 m.	para arriba.		

La primera se conoce con el nombre de *tierra caliente* o *cálida*;

la segunda es la *tierra templada*; la *tierra fría* corresponde a la tercera; la cuarta son los *páramos*, seguidos de la quinta o *campos cubiertos de nieve perpetuamente*.

Los factores principales que diferencian estas zonas climatéricas son la temperatura y la insolación. La primera es casi uniforme en su media mensual y anual, pero oscila fuertemente durante el día. Además, como se vió atrás, va decreciendo aproximadamente 1° por cada 180 m. de altura. La insolación, a medida que se sube, aumenta, especialmente en cuanto a la intensidad de las radiaciones solares cortas, próximas a cada lado, de las rayas espectrales del color violeta.

Las lluvias y los vientos también se modifican, sobre todo, en armonía con el más o menos enmarañado relieve del terreno.

La primera zona puede considerarse generalmente como inhospitatoria para el ser humano, pues allí soporta éste las mayores presiones atmosféricas, el máximum de calórico (24° a 29°), de insolación, de precipitación, de descargas eléctricas y de movimientos violentos del aire. Es la zona en que reinan, en todo su vigor y agresividad, los animales y las plantas. Las comarcas lluviosas tropicales selváticas están casi desiertas, excepto parcialmente en Asia y las Indias Orientales cuando el relieve del terreno es arrugado, con buen drenaje. En la inmensa selva amazónica, prácticamente a nivel, no se encuentra un habitante por kilómetro cuadrado. Es verdad que el planeta guarda allí sus más grandes reservas forestales, pero se verá más adelante que el valor intrínseco de esas selvas no es tan grande como muchos lo suponen. Las vastas regiones en sabanas, si son de mayor valor económico, y están pobladas por grandes agrupaciones humanas, como sucede en la India y en Africa, especialmente; pero nadie ignora la aflictiva y miserable vida de esas densas masas de seres humanos, sujetas a pestes, inundaciones y sequías que diezman periódicamente la hambreada población, sin que se vislumbren todavía, no obstante los avances de la ciencia, medios eficaces y prácticos para rescatar de la miseria esa morada de centenares de millones de hombres.

A pesar de tener ya la conquista teórica sobre la malaria, no menos de dos millones de víctimas de ese flagelo mueren anualmente; la enfermedad del sueño, en Africa, diezma pueblos enteros y amenaza salirse del Continente, sin que la ciencia haya podido vencerla; las disenterias y anemias tropicales siguen reinando, y así, con todo ese cortejo de miserias fisiológicas características de este clima.

Suponiendo sin embargo que al fin se lograra poder dominar económicamente las enfermedades tropicales, les queda por resolver a los fisiólogos el problema de si la acción directa de la intensa energía solar —luz, calor, humedad, etc.— en los trópicos, afecta o nó el vigor corpo-

ral, la longevidad y las facultades mentales del individuo. Parece que la mayoría de los entendidos en estas materias están por la afirmativa.

Al ascender en las montañas tropicales, desde la región bajera hasta unos 1.800 m. de altitud, se recorre el territorio correspondiente a la segunda zona, de clima templado en general, el cual va siendo más y más fresco a medida que se sube, en escala termométrica de 24° a 18° aproximadamente. La atmósfera se va enrareciendo en la mayor parte de sus gases, especialmente en bióxido de carbono, ozono y vapor de agua. Las oscilaciones diarias de la temperatura son más fuertes que en la primera zona — hasta 16°, y más — y las mensuales también son menos uniformes. La luminosidad disminuye igualmente, con la presencia de nieblas y nubes que cobijan con frecuencia las montañas. Las radiaciones luminosas son más intensas y sus efectos nocivos o sanitarios se hacen bastantes sensibles. Las lluvias y la humedad continúan altas, pero con tendencia a disminuir a medida que se sube, sin que dejen de ocurrir anomalías en uno u otro sentido. Las tempestades eléctricas abundan y los huracanes —siempre cortos— son generalmente menos violentos que en los lugares bajos. Las endemias tropicales van desapareciendo, excepto la uncinariasis y otras de menor importancia. El relieve del terreno se complica bellamente, en cañadas, cañones, hondonadas, valles, cuchillas, lomos y picachos, en enmarañado laberinto, que deleita la vista y conforta el espíritu, al dilatarse el horizonte en delicados perfiles y suaves matices de color. El cielo mismo se contempla más intensamente azul. El aire fresco que se respira, a pleno pulmón, vigoriza el organismo y en la mente germinan ideas de libertad e independencia. El *montañero* se siente dueño de la naturaleza.

Sin embargo, la uniformidad del ambiente, sin cambios considerables estacionales que puedan contribuir a una renovación más cabal, ordenada y completa de las células del organismo; la imposibilidad casi absoluta de cultivar las tierras de ladera económicamente; las dificultades, el alto costo y la lentitud en los transportes, que se traducen en un estado de aislamiento relativo; el empobrecimiento de los suelos de cultivo, debido a la rápida erosión que ocasionan las fuertes lluvias en planos inclinados y muchos otros factores, determinan un medio climático monótono y enervante que fatiga el organismo y lo mina lentamente. En las porciones tropicales de los Andes, de las Sierras del Brasil, de los montes de las Guayanas, de las cordilleras africanas, etc., se establece relativamente bien la especie humana en una civilización *sui-generis*: la *civilización de ladera*, en mucho inferior a la de las *planicies* y *colinas* en que se marcan las cuatro estaciones. Ya se verán después, otras causas, también de carácter climático, en relación con las riquezas del suelo y del subsuelo, que concurren a demostrar esta conclusión.

En la zona de las *tierras frías* — de 1.800 m. a 3.000 m. — la temperatura desciende aproximadamente de 18° a 11°, conservándose siempre las medias mensuales y anuales casi sin oscilación. En Quito, por ejemplo, situada a 2.840 m. sobre el nivel del mar, la temperatura media es de 12,6°, y entre la máxima y mínima medias mensuales, en el año, la diferencia no alcanza a 0,2°. Durante el día sí hay variaciones de bastante consideración, a veces violentas y mayores que en las zonas anteriores. La cantidad de lluvia y la humedad siguen, por lo general, disminuyendo; los *paramitos*, las heladas, las escarchas y las granizadas ocurren con frecuencia; las tempestades eléctricas y los huracanes son menos comunes; la insolación disminuye por estar el cielo a menudo cubierto por condensaciones acuosas, pero cuando brilla el sol, las radiaciones luminosas — no perturbadas en esas alturas por la presencia de gases absorbentes — son por lo menos una cuarta parte más intensas que al nivel del mar, destacándose el efecto de las de corta amplitud, que queman y oscurecen la piel, a la vez que son aprovechables en la terapéutica de algunas enfermedades. Las brisas son destempladas y si no hay calefacción en las habitaciones y abrigos adecuados en campo abierto, se siente un frío desagradable, penetrante, que indispone y debilita el organismo. La presión atmosférica, que va en descenso, pone a prueba los sistemas circulatorios y respiratorios del individuo, y el corazón se afecta a la larga, impidiendo la longevidad.

El cuadro anterior, sin embargo, no se desarrolla con igual intensidad en toda la zona altitudinal: desde la base de ella hasta el extremo superior, se recorre una escala que va en aumento hasta culminar en las mayores alturas.

Por lo demás, el relieve del terreno adquiere nuevas formas, menos conspicuas y salientes, pero más variadas, terminando frecuentemente en altiplanos tristes y monótonos.

La especie humana — especialmente la raza blanca y la amarilla — prospera bien en las zonas frías, si se observan los principios de la higiene aplicables en tales condiciones, pues las enfermedades tropicales desaparecen casi por completo, aunque se padecen otras de carácter epidémico — más controlables — que a veces diezman la población si se descuidan. En Colombia — e igualmente en otras partes — prosperaron notablemente pueblos indígenas como los de la altiplanicie de la Cordillera Oriental, y hoy mismo, Bogotá, su capital, es el centro urbano de más rápido crecimiento en el país. En esta zona, como en la anterior, se desarrolla la *civilización de ladera*: la del *montañés*.

Son necesarias condiciones excepcionales especialmente topográficas, encontrarse el aire cerca al suelo más frío que el de las alturas vecinas, para que la zona de los *páramos*, entre 3.000 y 4.000 m. de elevación sobre

los mares, sea medianamente habitable. La ciudad de La Paz, capital de Bolivia, por ejemplo, situada a 3.640 m. de altitud, está asentada en estrecho valle rodeado por montañas que la abrigan; pero en campo abierto, el frío, en un ambiente enrarecido, es prácticamente insoportable, especialmente para los no nativos de esas desoladas regiones. La atmósfera no tiene allí capacidad para atrapar las radiaciones calóricas, las cuales afectan el suelo directamente, y al hombre mismo sólo cuando se expone al sol. La *inversión* de la temperatura en noches despejadas y aire tranquilo, es frecuente, lo que trae consigo las temibles heladas, al encontrarse el aire cerca al suelo más frío que el de las alturas vecinas, *drenado* por las brisas de montaña descendentes. La acción de las radiaciones solares luminosas se acentúa; la lluvia es escasa; los vientos, especialmente los del oriente, casi constantes y la presión atmosférica — que se reduce aproximadamente a la mitad a los 5.000 m. de altitud — es tan baja que produce los efectos fisiológicos bien conocidos de hemorragias nasales, dolores de cabeza, desvanecimientos, náuseas, debilidad, etc., hasta ocasionar la muerte en muchos casos.

Pasados los 4.000 m. sobre el nivel de los mares, principia, según la exposición a los rayos solares y a las corrientes atmosféricas, a depositarse la nieve que cae o la lluvia que se congela, en campos de nieve perpetua que se compactan en ventisqueros, con todas sus características, completamente inhospitalarios.

Por lo demás, el relieve del terreno adquiere, en la cima de los páramos y de los campos nevados, formas y perfiles bellísimos, atrayentes, fascinadores, que se explotan para llevar turistas que dejan, como en Suiza, grandes rendimientos.

Los *factores climáticos* relativos a las riquezas del suelo y del subsuelo, correspondientes a estas regiones, se anotarán a su debido tiempo.

En resumen, los efectos atmosféricos que concurren a determinar el clima de un lugar situado en las montañas tropicales, no pueden concretarse en una sola descripción, no se aplican a superficies terrestres continuas: varían con la altitud, en zonas superpuestas que pasan de una a otra insensiblemente.

(Continuará).
