

Nociones de Antropogeografía

Juan de la C. POSADA

3 - La atmósfera y los vientos (1)

Por razón de la comprensibilidad y la elasticidad de todo cuerpo gaseoso, la atmósfera está sujeta a desplazamientos, al menor cambio que se efectúe en la temperatura de una porción cualquiera de su masa, por cuanto el calor dilata los gases y el frío los contrae, lo que se traduce en variaciones en la densidad, en desequilibrio de las presiones. Por consiguiente, el *viento* no es otra cosa que el movimiento del aire en busca de la igualación de las densidades y, por lo tanto, de las presiones. Cuando ese movimiento se hace en sentido aproximadamente horizontal, constituye lo que propiamente se llama el *viento*: en cualquiera otra dirección forma las *corrientes atmosféricas*.

Se vio ya cómo la envoltura gaseosa terrestre está sujeta a constantes y complicadísimos cambios de temperatura, los cuales, cuando son pequeños, pasan inadvertidos a la sensibilidad humana. En cambio, el viento se siente desde el leve sopro, a velocidades inferiores a 0.3 m. por segundo, hasta los terribles y devastadores huracanes que viajan a más de 33.3 m. por segundo. Entre estos dos extremos hay una escala de velocidades que los meteorólogos amplían y determinan a su acomodo. De esa escala se pueden citar los *vientos flojos* con velocidades de 3,4 a 5,4 m. por segundo; los *frescos*, de 10,8 a 13,8; los *duros*, de 13,9 a 17,1; los *golpes de viento*, de 20,8 a 24,4; las *tempestades*, de 28,5 a 33,5, y los *huracanes*, de allí en adelante.

El rumbo en que se mueve el aire determina la dirección de los vientos. Por ejemplo, un viento NE. sopla del nordeste hacia el suroeste. Se acostumbra expresar esos rumbos con las anotaciones N., NNE., NE., ENE., E., ESE., SE., y SSE., en el semicírculo horizontal terrestre del lado del Oriente, y semejantemente para el semicírculo Occidental. En los Observatorios se registra la dirección de

(1) Continuación del capítulo: La acción de la atmósfera sobre el clima. Véanse los números 3 y 5 de esta revista.

los vientos por medio de las *Veletas* y la velocidad por medio de los *Anemómetros*.

El aire al moverse, como todo cuerpo pesado, ejerce presión sobre los objetos que se interponen a su paso. Esa presión se expresa en kilogramos por metro cuadrado de superficie, normal a la dirección del viento, y se obtiene multiplicando el cuadrado de la velocidad que lleva, por un factor variable según la altura del lugar sobre el nivel del mar, pero que ordinariamente, a niveles bajos de la atmósfera, se le asigna el valor de 0.075. Por ejemplo, un viento huracanado, de 35 m. por segundo, empuja un cuerpo de un metro cuadrado de superficie, con una fuerza de 91,87 kilogramos. Se explican así los efectos desastrosos que produce un medio tan tenue como el aire. Arranca árboles; derriba edificios; mueve el agua de los mares hasta volcar potentes barcos; transporta enormes masas de polvo, desnudando comarcas enteras de su suelo arable y suelto, etc.

Además, los vientos son un factor que controla, gobierna o modifica, en gran parte, las temperaturas y las lluvias. Se puede decir que de los vientos depende el transporte del vapor de agua que se levanta de los mares para ir a los continentes e islas a resolverse en lluvias.

Por consiguiente, el análisis del régimen de los vientos en una comarca dada, es de grandísima importancia para definir su grado de habitabilidad: es factor climático de suma trascendencia, que afecta hondamente al hombre que la habita.

Si el calentamiento del aire sobre la redondez de la tierra fuera igual, uniforme y constante, no habría propiamente corrientes atmosféricas. El aire se movería con la masa del geoide en su rotación, adherido a ella, como una cubierta inmóvil, sometida solamente a mareas gravitativas, semejantes a las de los mares. Pero como la temperatura varía en armonía con la cantidad de energía solar que reciben las diversas regiones terrestres, resultan, a una misma altitud, zonas o centros de *altas* o *bajas* presiones, según que el aire se apriete sobre sí mismo, al enfriarse, o se extienda en mayor volumen, al calentarse. Entre la máxima y la mínima de estas presiones, se observan frecuentemente 25 y más milímetros de movimiento en la altura de la columna barométrica de mercurio. Además, el aire va siendo menos denso a medida que se asciende en la atmósfera, fenómeno que van marcando los barómetros, con lecturas cada vez menores, en milímetros o pulgadas de presión. Los registros de estas lecturas que se llevan en los Observatorios Meteorológicos, semejantemente a como ocurre con la temperatura, sirven para trazar sobre los Mapas de la su-

perficie terrestre, los lugares con una misma presión, a un mismo tiempo, en líneas sinuosas, más o menos de circuito cerrado, denominadas *isobáricas*.

En realidad, se puede considerar la atmósfera compuesta de capas concéntricas, con presiones cada vez menores, a medida que se asciende hacia sus límites externos. Entre capa y capa se marcan las *superficies isobáricas*, con diferencias convencionales de presión, ordinariamente de 2 a 5 milímetros de mercurio. En una atmósfera tranquila, las capas van superpuestas ordenadamente y el espesor de cada una resulta igual — con mayor valor en metros para una misma diferencia de presión — al ir ascendiendo. Cuando sobreviene el desequilibrio, las superficies isobáricas se inclinan hacia la tierra y la cortan, marcando en las trazas de contacto, las líneas isobáricas. Si las trazas se apiñan, unas tras otras, a cortas distancias terrestres, la gradiente isobárica es grande y sobrevienen vientos fuertes; pero si se apartan más y más, la gradiente va disminuyendo y el movimiento del aire se debilita proporcionalmente.

Salvo complicaciones, anomalías aparentes y el descenso de las isobaras con la altitud, una región *calentada*, corresponde a *baja presión*, y una *enfriada*, a *alta presión*, todo lo cual se resuelve en corrientes verticales o laterales, hasta igualar las presiones.

Por lo expuesto se comprende claramente que deben existir vientos corrientes y ocasionales, locales, originados por desequilibrios especiales en las temperaturas, y vientos más o menos constantes que obedecen al ritmo de energía calórica que recibe el planeta, según las estaciones del año; a las diferencias de calor específico entre los océanos y la tierra firme; entre los bosques y los desiertos, etc., y a los desniveles del relieve terrestre.

Los movimientos generales, de gran magnitud, que se efectúan en la envoltura terrestre, han sido estudiados teóricamente sin mucho resultado efectivo, y también por medio de sondajes con globos especialmente diseñados para el efecto. El problema no es sencillo, por cierto.

Si la tierra fuera plana y homogénea, toda cubierta por el agua o por tierra firme, se eliminarían factores de perturbación de grandísima significación. Pero como los mares están caprichosamente seccionados por la existencia de los continentes y de las islas — de relieve muy complicado — y, además, hay preponderancia de agua en el hemisferio austral, las corrientes naturales se desvían, se retardan o se aceleran y se ramifican a cada paso, convirtiéndose en un enmarañado sistema que tiene la característica de la inconsistencia.

Aparte de esto, hay otro factor perturbador de las corrientes atmosféricas: la rotación terrestre. Todo objeto que se mueva en la tierra o en el aire, fuera del círculo ecuatorial, estará afectado en su marcha por la acción de la gravedad que lo atrae hacia el centro de la tierra y por la fuerza centrífuga desarrollada por la rotación del planeta. Pero como los puntos de referencia para determinar la dirección del movimiento de los objetos terrestres, son los dos polos — y no puntos en el espacio — es claro que una masa de aire, por ejemplo, moviéndose de cualquiera de los dos polos hacia el ecuador, va encontrando, a medida que cruza paralelos de latitud, que la velocidad de rotación periférica de la tierra (y de la atmósfera junto con ella) va creciendo con respecto a los lugares por donde pasa, los cuales se ven mover hacia la *izquierda* en el hemisferio boreal y hacia la *derecha* en el austral, de conformidad con el movimiento de rotación terrestre de occidente a oriente. De aquí resulta un movimiento aparente de la masa de aire, más y más *retrasado*, en dirección al occidente, el cual, combinado con el que traía, al iniciar su trayectoria, da un *rumbo real* del NE. en el hemisferio norte y del SE. en el del sur.

Por consiguiente, los vientos N. y S., a medida que avanzan hacia el ecuador, se convierten en NE. y SE., y los S. y N., que se dirigen hacia los polos opuestos respectivamente, se convierten, a su turno, en corrientes SW y NW, porque éstos, en vez de retrasarse, se *adelantan*, por las razones ya expuestas.

En tesis general, la gran circulación aérea se debería efectuar, si la superficie del planeta fuera homogénea, de la siguiente manera, por anillos terrestres:

Anillo o zona ecuatorial de las calmas y vientos variables. — Este anillo tiene el ecuador térmico por eje central, situado un poco al norte del terrestre, y coincide aproximadamente con el anillo tropical de más alta temperatura. La presión media es ordinariamente inferior a 760 milímetros de mercurio. El calor solar, concentrado en esta zona, dilata la atmósfera, bajando la presión, y el aire así recalentado, sube dotado de una velocidad inferior a la que llevan las capas altas, las cuales van animadas de la correspondiente a la rotación terrestre, mayor en esas regiones que en la superficie por causa de la altura, lo que da lugar a una corriente bastante constante en las partes superiores de la troposfera, y que corre de este a oeste.

Esta corriente alta del E., superpuesta al anillo de las calmas rastreras, se puede decir que no obedece a causas térmicas, sino dinámicas, y por consiguiente es poco perturbada. En cambio, en las partes bajas se desatan vientos variables y tormentas locales, intempes-

tivas, violentas a veces, y de poca duración generalmente, producidas por cambios intensos y rápidos en la temperatura. Estos movimientos de convección van seguidos comunmente por grandes acumulaciones de humedad que se resuelven en lluvias torrenciales, acompañadas casi siempre de terribles descargas eléctricas. Es la zona de las grandes lluvias. Sumatra, Borneo, Java, Nueva Guinea, la parte norte de Suramérica, grandes porciones del Africa Ecuatorial, etc., están sujetas a estas inclemencias.

Anillos o zonas de los contra-aliseos y de los aliseos. — Hacia el norte y hacia el sur de la estrecha zona de las *calmas ecuatoriales*, se desparraman por las regiones altas de la troposfera, las grandes masas de aire caliente que suben casi verticalmente, dejando en el fondo un vacío parcial o primera zona de *baja presión* terrestre, sobre la superficie. En su marcha divergente hacia los dos polos, forman las corrientes denominadas *contra-aliseos*, las cuales, a medida que avanzan se van enfriando y desviando sus rumbos polares, hacia la derecha en el norte y hacia la izquierda en el sur (mirando en la dirección hacia donde sopla el viento), según se explicó atrás, convirtiéndose las primeras en *suroestes* y las segundas en *noroestes*. Las deflecciones van siendo más y más acentuadas, hasta convertirse ambas en *occidentales*, en la proximidad de los paralelos 30°—40° N. y S., respectivamente. Al compactarse y apretarse entre sí estos enormes volúmenes de aire, a causa de su final desviación en ángulo recto y porque se encuentran comprimidos por los *contra-aliseos polares*, — surgidos de las zonas de las bajas presiones *sub-polares*, situadas en la vecindad de los círculos árticos y los cuales viajan deflectándose a su turno, en *nordestes* y *suroestes* — forman torbellinos tormentosos, peligrosos para la navegación aérea en esas alturas.

La convergencia de los dos contra-aliseos en las regiones de los paralelos 30°—40°, dan por resultado zonas de *altas presiones*, denominadas *subtropicales*, que provocan el descenso del aire a las partes bajas de la troposfera para buscar el equilibrio, retrocediendo hacia el ecuador y hacia los polos en forma de contracorrientes rastreras que llevan el nombre de *aliseos*. En ambos hemisferios, a medida que avanzan hacia el ecuador, se desvían hasta convertirse en vientos del *nordeste* en el boreal, y en vientos del *suroeste* en el austral. Van, pues, en sentido de convergencia angular estas dos corrientes, hasta anularse o neutralizarse en la zona de las calmas ecuatoriales. En cuanto a las corrientes que se dirigen hacia los polos, encuentran en las vecindades de los paralelos 60°—70°, las segundas zonas de *baja presión*, llamadas *sub-polares*, poco conocidas todavía. Allí se tropiezan y se arre-

molinan los vientos *suroestes* y *noroestes* con los *nordestes* y *surestes* que descienden de las altas presiones polares, todos tempestuosos y terribles.

En resumen, la gran circulación rastrera de la atmósfera se efectúa en dos poderosas ondulaciones, en cada hemisferio, con centros de baja presión en el ecuador y en las vecindades de los círculos polares (paralelos 60°—70° N. y S.), y centros de alta presión un poco al norte y al sur de los trópicos de Cáncer y de Capricornio (paralelos 30°—40° N. y S.), y en los dos polos. Así las ondas rastreras atmosféricas convergen hacia el anillo de las calmas ecuatoriales y hacia los dos anillos (N. y S.) de las calmas sub-polares.

Naturalmente, todo este grandioso movimiento ondulatorio de las altas capas de la troposfera hacia los polos y de las bajas hacia el ecuador y hacia los polos, es interrumpido, perturbado y trastornado, especialmente en cuanto concierne a las corrientes rastreras, por la interposición a su paso de los Continentes y de las Islas, con sus montañas y llanuras en posiciones variadas, y también por la mayor o menor radiación solar que reciban y acaparen las diversas regiones, ya marítimas, ya terrestres, según las estaciones del año.

Para ilustrar someramente tan complicadas perturbaciones en los movimientos atmosféricos, introduciendo los dos grandes factores que los afectan, a saber: los cambios estacionales y los macizos continentales que interrumpen la continuidad de los mares, basta observar lo que ocurre en los dos hemisferios, durante una revolución terrestre alrededor del sol.

A mediados del año (Julio), cuando el Continente Asiático, por ejemplo, recibe el máximo de asoleo o insolación, se calientan enormemente más las llanuras que en él existen en las latitudes del anillo sub-tropical de alta presión, que los mares vecinos, rompiendo así su equilibrio para generar un *gran centro de muy baja presión*, hacia el cual convergen corrientes arremolinadas desde los cuatro puntos cardinales, con carácter monzónico del sur — y muy húmedas — hacia el lado oriental. Los vientos del hemisferio sur quedan, entre tanto, poco modificados. Al norte del Ecuador, los alíseos se interrumpen y no aparecen sino en zonas limitadas.

A principios del año (Enero), ocurre lo contrario. El Continente se enfría intensamente, en mayor escala que los mares, acrecentándose por consiguiente la alta presión de la zona sub-tropical, hasta formar un *gran centro de muy alta presión*, desde donde surgen corrientes radiadas de carácter monzónico del norte — bastante secas — casi siempre ciclónicas, especialmente hacia el sureste. En esta época los

aliseos del NE. y del SE. soplan con relativa regularidad. En el hemisferio sur, la escasez de tierras no alcanza a altearr considerablemente las corrientes naturales. Así se explica que los mares al norte del ecuador sean más tormentosos que los situados al sur.

Los aliseos sub-tropicales o *vientos del comercio*, que se utilizan para las naves de vela, soplan más uniformemente sobre los mares que sobre los continentes y en los inviernos que en los veranos, con velocidades entre 15 y 25 kilómetros por hora, correspondiendo las más altas a los inviernos. En el verano alcanzan aproximadamente, en ambos hemisferios, a los paralelos 10° N. o S. y en el invierno a los paralelos 5° N. o S., dando así al anillo de las calmas ecuatoriales una amplitud, más o menos, de 15°. Durante el verano en el hemisferio boreal, el anillo de las calmas se corre hacia el norte, aproximándose por el sur al círculo ecuatorial, y aún traspasándolo. En el invierno ocurre lo contrario. Los aliseos, a medida que se aproximan al ecuador, se levantan, por el calor, a capas más y más altas en la atmósfera, contribuyendo así al estancamiento asfixiante del aire en la zona de las calmas, y el rumbo también se va desviando hasta llegar a dicha zona casi normalmente a ella, debido a que las velocidades de rotación terrestre, entre paralelo y paralelo, van igualándose a medida que los meridianos van siendo más paralelos entre sí.

Los aliseos, en su marcha normal sobre los mares y las partes bajas de los Continentes, son vientos generalmente secos, que no dan copiosas lluvias sino al encontrar obstáculos cordilleranos. Mas, cuando son trastornados en su movimiento regular, como en el caso ya citado del Continente asiático, y como sucede en Norte América alrededor del golfo de Méjico y de una manera análoga en los demás Continentes y grandes Islas, se originan los monzones de succión o de expansión, — los primeros húmedos, los segundos secos — al ritmo de la formación de centros de grandes bajas o grandes altas presiones respectivamente, lo que da origen a las temibles zonas estacionales ciclónicas, en los mares de la India, de la China, del Caribe y golfo de Méjico, del sur del Atlántico, etc., y en las tierras vecinas a esos mares.

Desde las regiones en que se marcan las zonas sub-tropicales de alta presión, hasta los polos, los movimientos atmosféricos son complicadísimos y poco conocidos. Las tempestades, los huracanes y los ciclones en esas frías latitudes, hacen casi imposible la vida, especialmente más allá de las zonas sub-polares de baja presión.

Aparte de estos movimientos atmosféricos de carácter general y proporciones grandiosas, existen vientos locales, de poca velocidad relativamente, y que se repiten por periodos de 24 horas. Son especie

de *monzones* en menor escala, por la inversión del movimiento en cada período. Se conocen con los nombres de *brisas de mar y de tierra* y *brisas de las montañas y de los valles*.

En la zona tórrida, durante casi todo el año, y en las demás en los meses cálidos, especialmente en los veranos, el aire que se encuentra encima de la tierra firme, en las costas de los mares, de los grandes lagos y de anchurosos ríos, se calienta más rápida e intensamente que el contiguo, sobre las aguas, por la razón expuesta atrás, de la enorme diferencia entre el calor específico del agua y el de las rocas y objetos en tierra. Desde las horas tempranas de la mañana, al ir calentando el sol esos dos ambientes tan distintos, el aire dilatado sobre la tierra sube hasta 400 o 500 metros de altura y luégo se desvía hacia el agua, en dirección aproximadamente normal al rumbo de las costas. Entre tanto, por debajo y en sentido contrario, se desliza el aire más frío, húmedo y denso que cubre las aguas, en forma de una corriente fresca, la *brisa de mar*, que va a llenar el vacío producido en tierra, estableciéndose así, durante el día, un completo circuito circulatorio. La velocidad de las brisas de mar no es alta: varía generalmente entre 1 y 6 m. por segundo. Penetran poco en la tierra firme: no más allá de 40 klm. y duran desde las 8 o 9 de la mañana hasta las 4 o 5 de la tarde; pero a medida que avanzan más en tierra, la duración va siendo menor.

Llegada la noche, las condiciones se invierten, al enfriarse rápidamente y con más intensidad, la tierra firme que el agua, y el ciclo circulatorio se compone de corrientes que ascienden sobre el agua y luégo se desvían hacia tierra, para dejar deslizar por debajo la *brisa de tierra* que va a llenar el vacío producido sobre el agua, generalmente con menos fuerza que la *del mar*, debido principalmente a que la diferencia de temperaturas entre la tierra y el agua, es mayor de día que de noche.

Benéfico, sobremanera, es el efecto de estas brisas, para hacer soportable la vida, en las costas abrasadas del trópico en todo tiempo, y en las de las zonas templadas durante los meses del calor. Refrescan y purifican el aire, al renovarse constantemente, especialmente con los vientos del mar.

De una manera semejante se explican las *brisas de las montañas y de los valles*. En un valle encerrado por cordilleras o en una llanura al pie de la montaña, el calor del sol principia a expandir la atmósfera desde que sale, y a medida que se va calentando, asciende reverberando verticalmente del fondo y rueda por las laderas hacia arriba, arrastrando consigo la humedad que contenga, la cual se va condensando en

las faldas de las cumbres o sobre ellas, a medida que el punto de saturación va bajando por enfriamiento. Estas son las *brisas de los valles*.

Si el tiempo es húmedo, desde las horas de la tarde principian las nubes y nubarrones que se apiñan sobre los montes, a resolverse en lluvias, que suelen prolongarse durante parte de la noche, lluvias que van acompañadas generalmente de vientos tormentosos, descendentes.

Si el tiempo es seco, también desde el atardecer bajan — drenando las crestas y las cañadas, filtrándose por entre los *boquerones* — *brisas de las montañas*, más o menos fuertes, que refrescan las llanuras, despejando la atmósfera, y preparando así el panorama para una noche de gran radiación de calórico hacia el espacio, que hace bajar considerablemente la temperatura.

Los vientos de tierra participan de cierta variación periódica diurna. Poco después de pasado medio día, al tiempo de la mayor calefacción de la superficie, se establecen corrientes fuertes conveccionales, dispersas, entre las partes altas y bajas de la atmósfera, que dan por resultado ráfagas rastreras. Es la hora de la mayor acumulación de nubes. Durante la noche, el intercambio entre las zonas altas y bajas del aire es menos fuerte, porque la atmósfera está fría abajo y arriba. Por consiguiente, y salvo anomalías que suelen ocurrir, la mayor velocidad de los vientos de tierra se observa en las horas de la tarde, y la menor, después de media noche.

En cuanto a los efectos de las corrientes de aire, sobre el organismo humano, es lo cierto que son mucho menos sensibles que los producidos por la luz, el calor y la humedad. Con todo, lugares habitados, expuestos a brisas de montaña destempladas y húmedas, no son tan sanos como los abrigados. En tales condiciones, las enfermedades bronquiales y pulmonares son frecuentes y, a menudo, mortíferas. Los vientos secos, moderados, son benéficos: procuran aire puro, renovado, ozonificado.

Las zonas afectadas por fuertes monzones, ciclones, tornados y huracanes, mantienen al hombre en un estado nervioso y excitado que se refleja sobre su temperamento y su salud general. Además, las devastaciones en los edificios, en las sementeras y bosques, son, con frecuencia, calamitosas, por las pérdidas de vidas y de riqueza pública. La zona bananera de Santa Marta, por ejemplo, sería mucho más valiosa si no estuviera azotada periódicamente por huracanes que destruyen en pocas horas millares de plantas.

Los vientos en los desiertos o zonas arenosas, afectan los órganos de los sentidos, y en las regiones de cultivo intensivo, como en ciertas porciones del valle del Mississippi, se llevan en cantidades enor-

mes el suelo útil, en forma de polvo, convirtiendo, poco a poco, las comarcas así afectadas, en desiertos.

Sobre los mares hay extensiones especialmente peligrosas para la navegación: las pérdidas materiales y en vidas, son, a veces, impresionantes. En cambio, en condiciones adecuadas, mueven las naves de vela con grande economía y en tierra impulsan los cómodos motores de viento.

En la navegación aérea, los vientos son factor de primera categoría, y lo serán siempre, con el resultado de catástrofes inevitables que conmueven la humanidad.

En suma, el factor climático de las corrientes atmosféricas es de importancia bastante significativa y decide, en muchos casos, de la habitabilidad de una región. La especie humana no se localiza impunemente sobre la tierra, sin tener en cuenta este elemento del *clima*, pues en el modo de ser y de vivir que le sea característico a una agrupación dada, juegan papel importante los vientos.

4 - La atmósfera y el vapor de agua

Si la atmósfera no contuviera vapor de agua o la cantidad de este elemento pasara de ciertos límites, no serviría para morada del hombre. Actualmente, en cada mil partes de aire atmosférico, están comprendidas catorce, aproximadamente, que corresponden a vapor de agua invisible y a condensaciones del mismo, que se sostienen flotando. En los tiempos geológicos del pasado y seguramente en los que están por venir, la proporción ha sido y será diferente. Sin precipitaciones ácuas en alguna forma, el planeta sería prácticamente un desierto.

Sucede, sin embargo, que no en todas partes de la redondez de la tierra, la atmósfera tiene igual cantidad de vapor acuoso: varía desde casi la falta absoluta, hasta cincuenta milésimas, en volumen. Entre estos extremos cambia constantemente el estado de *humedad* del aire que respiramos y en cuyo ambiente vivimos, en asocio de los animales y de las plantas que pueblan el planeta. Entre las comarcas cuya atmósfera está seca, temporal o permanentemente y las en que el vapor de agua llega al maximum que puede contener el aire, hay toda una escala de *humedades*, que los meteorólogos aprecian artificialmente por medio de aparatos denominados *higrómetros*, graduados desde cero hasta un número arbitrario que representa la *saturación*, o sea el punto extremo de la humedad.

La variación en la *humedad* del ambiente es de trascendental importancia para la vida de todos los seres organizados, y muy especial-

mente para el hombre, pues de ella dependen las *precipitaciones* en forma de lluvias, granizos, nieves, etc., las cuales al caer, empapan los suelos terrestres, más o menos, acondicionándolos para la agricultura, que es la base de la alimentación humana. Además, influye sobre la mentalidad y salud corporal humanas.

Por consiguiente, la humedad del aire, las lluvias, las nevadas, etc., que corresponden a una comarca dada, son *factor climático* de primer orden, que debe estudiarse a fondo, porque decide en mucha parte, de la suerte y modo de ser y de vivir del hombre que la habita.

Bien conocidas son las fuentes originales del vapor de agua en la atmósfera: evaporación del agua de los mares, ríos, lagos y nevaras — que es la de mayor cuantía—; de la humedad de la tierra firme, ya sea por causa del calor directo de las radiaciones solares o por el terrestre, inclusive en sus manifestaciones volcánicas; de las plantas y de los animales, etc.

Los vientos transportan, como ya se ha dicho, el agua gaseosa, en todas direcciones, por el orbe entero, y luégo, en condiciones apropiadas, se precipita en formas distintas sobre los mares y tierras, para volver al estado líquido, pasando a veces por el sólido. Se cumple así el ciclo constante de evaporación, condensación y precipitación.

A causa de su densidad, por lo menos el cincuenta por ciento del vapor de agua que contiene la atmósfera se encuentra por debajo de los 2.000 m. de altitud, hecho muy significativo para la economía humana.

Para cambiar el agua de su estado sólido al de líquido y del de éste al de vapor, se necesita energía calórica. El último cambio exige casi ocho veces más energía que el primero, lo que quiere decir que el vapor de agua contiene más energía potencial que el agua y ésta más que el hielo. Esta *energía latente* se deriva prácticamente toda, de la acumulada por el sol en la atmósfera y en la tierra, y vuelve a su fuente cuando ocurre la condensación y precipitación en lluvia o nieve, produciendo perturbaciones, a veces tormentosas, con ambientes más tibios, por lo común, que con cielo despejado durante las noches.

La *condensación* del vapor de agua se efectúa desde que se llega al *punto de rocío*, o sea cuando el aire adquiere — sin aumentar el peso del vapor contenido — la *temperatura crítica* que determina el punto de *saturación* correspondiente a esa temperatura, o cuando recibe más humedad, hasta saturarse, sin cambio de calórico. Se comprende, desde luego, que mientras más alta sea la temperatura a que se satura el aire, mayor será el contenido de vapor, y por consiguiente, si la precipitación sobreviene, será más abundante.

Para que se efectúe la precipitación es necesario que el ambiente llegue a estar inmediatamente por debajo del punto de rocío. Si tal sucede, a temperaturas superiores a 0°, la precipitación será en forma líquida, en rocío, en nieblas y nubes húmedas; pero si ocurre por debajo de 0°, la precipitación se efectuará en heladas, en granizo, en nieves y en nubes formadas por diminutos cristales de hielo. Las nieblas y nubes húmedas y las de cristales de hielo no se resuelven generalmente en precipitaciones completas, pero sí humedecen los objetos terrestres al ponerse en contacto con ellos.

Para mejor inteligencia de la manera como se verifica la condensación y la precipitación, conviene tener presente el hecho de que cuando una columna de aire se levanta de las partes bajas de la tierra hacia los extremos de la troposfera, se expande, y al dilatarse se abre camino por entre las masas de aire adyacentes, empujándolas y comprimiéndolas lateralmente, perdiendo, por consiguiente, energía calórica equivalente al trabajo o esfuerzo mecánico puesto en acción, con lo cual su temperatura se merma correspondientemente. Si en vez de subir, la columna de aire desciende, se calienta al encontrarse encauzada en un medio cada vez más denso, que la comprime.

Se ha comprobado que la rata del enfriamiento y del calentamiento en tales circunstancias, es más alta — casi el doble — de la rata a que se enfría o se calienta la atmósfera por diferencias altitudinales, las cuales, según se vió atrás, representan un grado centígrado para cada 180 m. verticales.

Pues bien, al enfriamiento rápido que ocurre en el aire que asciende, y no al que corresponda por la mayor elevación sobre el mar, se debe en realidad, la baja en la temperatura — inferior a la del punto de rocío — que genera las condensaciones y luégo las precipitaciones. Prácticamente todas las nubes que producen la lluvia terrestre, tienen este origen. El enfriamiento por la sola altitud, genera nieblas bajas y nubes altas, pero rara vez precipitaciones.

El fenómeno de la formación de la lluvia y de la nieve es interesante. Al alcanzar el aire ascendente el punto de rocío o sobrepasarlo, la humedad que lleva en forma de vapor se condensa en partículas o pequeñísimas gotas de agua — de 0.02 milímetros de diámetro — las cuales constituyen las nubes. La condensación de cada gota se efectúa alrededor de un diminuto núcleo de polvo atmosférico, bien sea terrestre o cósmico, o en torno a un ión negativo. Por su volumen tan insignificante, las gotas nacientes descienden lentamente, y al llegar a espacios más cálidos, se evaporan nuevamente, sin producir, por consiguiente, verdaderas lluvias en los lugares bajos, pero sí, a veces, los

llamados *paramitos* en los lugares altos y los cielos grises y tristes. Si en estas condiciones sigue llegando a la misma zona atmosférica, más aire ascendente, cargado de humedad, la condensación tiene lugar, en gran parte al menos, sobre los núcleos de gotas ya iniciados, con lo cual van aumentando de volumen, hasta llegar a tener suficiente peso para avanzar hasta el suelo en lloviznas o lluvias.

Conceptúan algunos físicos que en el fenómeno de la condensación juega, también, papel importante la atracción eléctrica, concurrendo de esta manera a la formación de las gotas de agua.

La formación de cristalitas de hielo tiene lugar cuando la temperatura llega a 0° o baja de este punto. Luégo los cristales se agrupan en copos de nieve, que constituyen nubes en forma sólida, de las cuales caen las nevadas, de una manera análoga a como se verifican las lluvias.

De los cuatro tipos de nubes bien conocidos y diferenciados, los *cirros* representan las condensaciones acuosas más altas en la atmósfera, situadas entre 7.000 y 10.000 m. de altitud. Son nubes blancas, transparentes, que no dan sombra apreciable y están constituidas por cristales de hielo, casi microscópicos. Se extienden, a veces, en un velo continuo o en franjas moteadas, por entre cuya urdimbre se vislumbra el color azul del firmamento. En las épocas de verano, su aparición corrobora el buen tiempo; pero cuando se forman por la mañana, en las estaciones lluviosas, suelen presagiar tormentas en las horas de la tarde o de la noche. La formación de estas nubes es más común en la zona intertropical; en los casquetes polares no se conocen. Son las que más velozmente viajan: entre 25 y 100 m. por segundo.

Los *cúmulos*, por lo general compañeros del buen tiempo, son densas y bellísimas condensaciones, de forma aplanada por debajo y con crestas de grandes masas, en formas caprichosas y fantásticas, abri-llantadas por la luz solar. Se forman en los días cálidos por corrientes verticales ascendentes, que no alcanzan a tener humedad suficiente para generar tempestades. A veces, sin embargo, en días húmedos, su volumen aumenta, alcanzando alturas considerables, y se resuelven en tormentas, con lluvias torrenciales, cargadas de electricidad. Son nubes poco comunes en las elevadas latitudes y en las costas de los mares. Se forman a altitudes no mayores de 3.000 m. y alcanzan espesores de más de 1.000 m. Viajan a velocidades moderadas: de 6 a 10 kms por segundo.

Los *estratos* son nubes bajas, originadas, al parecer, por condensaciones en los planos de separación de dos capas de aire, de temperatura apreciablemente diferente. Por eso se les observa en capas,

realmente superpuestas, estratificadas y más o menos paralelas al horizonte. A veces cruzan el cielo diametralmente, y en general, dan al paisaje un tinte triste y sombrío. Se forman rara vez a más de 1.000 m. de altitud y son más frecuentes en invierno y en las latitudes elevadas. La orientación paralela de las capas indica generalmente la dirección predominante de los vientos en la región en que se forman. Cuando se combinan con otras formas de nubes, especialmente con los cúmulos, suelen dar abundantes precipitaciones. Se mueven a velocidades moderadas, como los anteriores.

La fuente principal de las lluvias terrestres son los *nimbos*, nubes espesas y oscuras que se forman, por lo común, a altitudes no mayores de 3.000 m., y que se mueven a velocidades rara vez mayores de 10 m. por segundo.

Entre estos cuatro tipos de condensación, hay muchos intermedios que los unen entre sí, confusamente, y, por lo tanto, difícilmente distinguibles con precisión.

Parece que las nubes de menos de 500 m. de espesor, rara vez dan lluvia, y que cuando alcanzan a tener 3.000 m. o más, suelen ocurrir chubascos tempestuosos o ciclónicos, con acompañamiento de granizadas, especialmente en los días de transición entre las épocas secas y las lluviosas.

Las lluvias procedentes de corrientes de convección, ya anotadas, que se manifiestan generalmente en grandes aguaceros, de corta duración, circunscritos a espacios reducidos y que no empapan el suelo porque el agua corre por la superficie en grandes volúmenes, son el factor más importante que juega en el fenómeno de la erosión de los terrenos deleznales y pendientes y de los campos de cultivo desprovistos de vegetación por las herramientas del agricultor. Enormes masas de suelos valiosos son arrastradas mecánicamente a los lugares bajos, para ir luego, en mucha parte, a formar sedimentos oceánicos, inutilizables al presente.

Aparte de los movimientos ascendentes conveccionales, que generan lluvias, sucede, también, que una barrera continental, una cadena de montañas, una serie de colinas o montículos aislados, interrumpen la marcha de los vientos, deflectándolos hacia arriba, por los taludes, hasta trasmontar las cumbres, creando así una situación apropiada para la saturación, la condensación y la precipitación correspondientes. Las grandes lluvias en las costas del Brasil, por ejemplo, son debidas a esta causa: los aliseos del SE. se etrellan contra las Sierras de la costa, y al saturarse el aire, en el ascenso, por enfriamiento, se descarga de la humedad que trae. También en Colombia se pueden citar, entre

otros, los casos de la Sierra Nevada de Santa Marta, que interrumpe los aliseos que pasan relativamente secos sobre la superficie plana y abra-sada de la Guajira, y la gigantesca barrera de la Cordillera Oriental, que detiene los vientos de los Llanos, con el resultado, en ambos casos, de copiosas lluvias en sus flancos orientales. Naturalmente, el ángulo de incidencia de los vientos con relación al rumbo de los obstáculos; el grado de saturación absoluta que tengan las masas de aire en movimien-to; la altura y forma de las barreras; la estación del año; la latitud del lugar, etc., influyen en la cuantía de la precipitación y en la altura a que tenga lugar el máximo de lluvia. En el Himalaya, por ejemplo, la zona de más abundante precipitación está situada a unos 1.500 m. de altitud.

Las lluvias que ocurren durante las tormentas de carácter ciclón-ico, que se desencadenan en los centros de bajas presiones, al conver-ger hacia ellos corrientes que emanan de los sitios circunvecinos, en di-versos estados de humedad y de calor — los cuales hacen ascender el aire, mecánicamente forzado y no por convección — no son general-mente torrenciales, pero sí muy persistentes, con cielos encapotados y ambientes desagradables, por las constantes variaciones. Las descar-gas eléctricas son menos frecuentes y violentas que en los casos de las tempestades de convección. Durante las estaciones invernales, en las zonas templadas, esta clase de lluvia da la mayor precipitación.

En las regiones en que reinan vientos monzónicos, la mayor pre-cipitación ocurre cuando los centros de baja presión están en tierra firme, ya que en tales circunstancias corren hacia ellos masas de aire hú-medo provenientes de los océanos.

Antes de entrar a analizar someramente la distribución de la llu-via sobre la tierra, conviene recordar que los meteorólogos registran por medio de aparatos denominados *pluviómetros*, la precipitación que tiene lugar en un sitio cualquiera. Así se obtiene en milímetros o pulgadas, según la graduación del aparato, el espesor de la capa de agua — inclu-sive la nieve y el granizo licuados — que cae en cualquier periodo de tiempo, durante el año.

En tesis general, la lluvia sigue el movimiento aparente del sol, de norte a sur y viceversa, en el curso del año, lo que es muy explicable si se recuerda que el máximo de calefacción, en una zona terrestre da-da, ocurre cuando el sol está en el cenit, o en su mayor altura cenital más allá de los círculos tropicales.

Por esta razón hay marcada tendencia en la zona intertropical a dos estaciones de lluvia y dos de verano, durante el año, aproximada-mente de tres meses cada una. Los dos *inviernos* principian al pasar los

equinoxios, esto es, de Marzo a Junio y de Septiembre a Diciembre. Los dos *veranos* se inician después de los solsticios, o sea de Diciembre a Marzo y de Junio a Septiembre. A medida que se avanza del ecuador hacia los límites setentrionales o meridionales de la zona, las estaciones secas duran más — hasta cuatro meses cada una — y las de lluvias se reducen a dos meses. Naturalmente, las estaciones son invertidas en los dos hemisferios.

Sin embargo, este ritmo natural y sencillo en el régimen de la precipitación en el trópico, es alterado y modificado por causas diversas.

En primer lugar, en el estrecho anillo de las calmas ecuatoriales, se puede decir que llueve casi siempre durante todos los meses del año, notándose que los máximos y mínimos de precipitación se registran en las épocas de invierno y de verano ya anotadas. Son casi siempre lluvias de convección, con grandes tempestades eléctricas, originadas en ambientes caldeados por el sol vertical, y prácticamente saturados de humedad.

Al pasar al norte y al sur de las calmas del ecuador, se encuentran en las dos Américas; en África —especialmente hacia el sur—; en Asia y parte de Oceanía, zonas de menor lluvia anual que en el centro del trópico, con estaciones a veces prolongadas de medio año de sequía y de precipitación, que dan origen a regiones herbáceas, de *sabana*, desprovistas de verdaderos bosques. El régimen de los aliseos — mucho más irregular con soles cenitales — influye marcadamente para el caso. Además, si dichos vientos soplan con violencia y sin encontrar obstáculos o barreras que generen las llamadas *lluvias de los aliseos* en las montañas — especialmente en las costaneras — resultan zonas desérticas, verdaderas *estepas*, muy escasas en precipitación, especialmente hacia el costado oriental de África y una pequeña porción del norte de Sur-América. Y si existen corrientes marinas frías, recostadas a los litorales occidentales de los Continentes, hasta los cuales no alcanza, prácticamente, a hacerse sentir la humedad de los aliseos, la precipitación en tales costas es escasa, como sucede a lo largo del litoral setentrional chileno, peruano, parte del mejicano, africano del noroeste, arábigo, etc.

Las abundantes y alternadas lluvias intertropicales, unidas al máximo de luminosidad y asoleo de que allí se disfruta, dan cuenta de la vigorosa vegetación que la caracteriza, hasta permitir dos o más cosechas anuales de muchas de las plantas que sirven para el sustento del hombre. Por eso se dice que el trópico es la región del planeta en que se necesitan menos esfuerzos para obtener la subsistencia, en casi toda la escala zoológica. Es, por excelencia, la región de las selvas, caracterizada por variadísima vegetación.

Se vió atrás que la fuerza centrífuga debida a la rotación terrestre es casi igual en los paralelos vecinos al ecuador, porque allí los meridianos van sensiblemente paralelos entre sí. Por consiguiente, los vientos llegan al interior de los Continentes casi sin deflectarse, cargados de humedad marítima, la cual se resuelve en copiosas lluvias, como sucede en las cuencas del Amazonas, del Níger y del Congo.

El régimen de las lluvias en las zonas templadas es muy variado, y, en general, la precipitación es bastante menor que en el trópico.

En las costas occidentales de los continentes, especialmente en la vecindad de las regiones sub-tropicales de alta presión — 30° a 40° de latitud — los veranos son secos y los inviernos húmedos, con lluvias abundantes y ciclónicas, por lo común.

En el interior de los macizos continentales llueve menos que en las costas, hasta llegar a verdaderas comarcas desérticas, a medida que los litorales van quedando más alejados. La mayor precipitación tiene lugar en los veranos, generalmente con vientos de carácter monzónico.

Al norte y al sur de los paralelos 40°, las lluvias son abundantes sobre las costas o sobre las montañas que las perfilan, en los costados occidentales de los Continentes, especialmente si la topografía es grandemente arrugada. Estas lluvias se distribuyen muy uniformemente durante todo el año.

En los litorales orientales no escasean las lluvias, por estar vecinos a los centros monzónicos (Asia) y ciclónicos (Norte América). En el primer caso, las precipitaciones máximas ocurren en el verano; en el segundo, llueve con bastante regularidad en todas las estaciones, acentuándose las de verano como conveccionales, tempestuosas, con descargas eléctricas.

En cuanto a los casquetes polares, es natural esperar escasas precipitaciones, y ocurren casi todas en los veranos, generalmente en forma de nevadas, ya que la humedad absoluta del aire en esas regiones es pequeña, por falta de evaporación en tan heladas latitudes.

Descritos, a grandes rasgos, los fenómenos que se relacionan con la humedad atmosférica, en las diversas regiones terrestres, falta conocer, aunque sea someramente, los factores pluviométricos correspondientes.

Para la existencia y distribución de los seres organizados y su manera de ser y de vivir, es de importancia capital conocer, con respecto a un lugar dado: 1°. La cantidad media de lluvia anual, estacional, mensual y diaria registrada por los pluviómetros. 2°. Las variaciones estacionales por períodos de años. 3°. Las variaciones en la intensidad de las precipitaciones diarias. 4°. El origen de las lluvias.

Muchas escalas han sido propuestas para clasificar la lluvia anual, por los meteorólogos, pero se puede aceptar la de Supan como una de las más sencillas. Consiste esta escala en dividir la superficie terrestre en comarcas de *tres tipos* generales, a saber: las de *escasa lluvia* o nula, con precipitaciones de 0 a 250 milímetros en el año; las de *lluvias regulares*, de 250 milímetros a 1 metro, y las de *precipitaciones abundantes*, de más de 1 metro en el año. Las segundas se subdividen en tres sub-tipos: de 250 a 500, de 500 a 750 y de 750 a 1000 milímetros. Las últimas se subdividen en dos: de 1 a 2 y de 2 metros en adelante, durante el año.

Pertenece al primer tipo, toda el área, en el hemisferio norte, desde el círculo ártico hacia el polo, incluyendo, además, grandes extensiones de las hoyas del Mackensie, del Enisei y del Lena, hasta el paralelo 60° N., las cuales carecen de vegetación arbórea (zona de las *tundras*). Pertenecen, también, a la misma zona, en Norte América, grandes porciones de Arizona, del sur de California, de Tejas y de Nuevo Méjico; el costado oriental del golfo de California y porciones del altiplano mejicano. En Eurasia, casi toda la Arabia; la porción central de Persia; las grandes estepas de Kirghiz, al oriente del mar Caspio; la meseta del Tibet y los grandes desiertos del Gobi, cruzados por el paralelo 40° N. y limitados por los meridianos 80° y 120° E. En Africa, casi todo el medio y bajo Egipto; Somalilandia; el inmenso desierto del Sahara y porciones considerables al centro (desierto de Calahari) y al occidente del sur del continente. En Suramérica, una faja estrecha desde Paíta hasta Valdivia; algunas porciones del altiplano boliviano y del territorio del Chocó; la mayor parte de la Pampa argentina, y la Guagira, en Colombia. En la Oceanía, casi todo el interior de Australia. Por último, todo el continente Antártico, actualmente en pleno periodo de glaciación.

Las comarcas de lluvia máxima, esto es, del *tercer tipo*, se encuentran en el litoral norteamericano del Pacífico, desde las islas Aleutianas hasta el cabo Mendocino; en el este y gran parte del sudeste, incluyendo buena porción del valle del Mississippi, en los Estados Unidos; en el litoral atlántico de Centro América y Panamá; en el litoral de Colombia y Ecuador hasta Guayaquil; en casi la totalidad de las hoyas del Atrato, Magdalena (excepto en su parte baja), Orinoco y Amazonas; en las Guayanas; en la parte superior y media de la cuenca del Plata; en la vertiente oriental del Brasil, excluyendo una pequeña área al norte del río San Francisco; en la costa chilena, de Valdivia hasta Magallanes; en los manantiales del Nilo; en toda la hoya del Congo; en gran parte de las del Níger y del Zambeza; en la costa oriental de Madagascar; en estrecha faja en la costa occidental de la India, de

Bombay hacia el sur; en el Himalaya; en todas las tierras adyacentes al golfo de Bengala, al norte del río Godavari; en casi toda la Indo-China; en el Japón, Formosa, Filipinas, Ceilán, Sumatra, Borneo, Java, Célebes y Nueva Guinea, y, por último, en pequeñas porciones de Australia y Nueva Zelandia.

El resto de la tierra firme, no incluida en los detalles anteriores, tiene una precipitación media anual de 250 a 1000 milímetros, esto es, pertenece al *segundo tipo* de la clasificación de Supán.

Se estima que el promedio general de la lluvia anual sobre toda la tierra enjuta, se aproxima a 800 milímetros, de modo que sobre su área total, o sean 148.892.000 kilómetros cuadrados, caen, año por año, alrededor de 120.000 kilómetros cúbicos de agua. Naturalmente, otro tanto se evapora, si es que ha de conservarse el equilibrio entre la precipitación y la evaporación, cuestión que falta por dilucidar a fondo. En otras épocas geológicas, no siempre ha existido ese equilibrio. Lo que sí se sabe es que hay zonas en que la evaporación es mayor que la precipitación, como ocurre en la árida región del lago Salado (en Utah), y otras semejantes. En cambio, en comarcas como el Chocó, supera en mucho la precipitación a la evaporación.

Cabe observar, sin embargo, que esta enorme cantidad de agua que llega anualmente a la superficie de la tierra firme, no es prácticamente utilizable por el hombre, en la vasta extensión — no menor de la tercera parte del total — que corresponde al *primer tipo*, porque, o son escasas o irregulares las precipitaciones en ella, o porque caen en zonas demasiado frías para la existencia de la vida. Tampoco son localizaciones ideales para la especie humana, las áreas correspondientes al *tercer tipo*, las cuales representan, por lo menos, la quinta parte de toda la superficie, porque esas lluvias caen casi totalmente en el trópico, de ambiente hostil para el hombre vivir normalmente. No queda, por consiguiente, sino la superficie correspondiente al *segundo tipo*, que comprende aproximadamente la mitad del área total, máxime si se tienen en cuenta los lugares altos, escarpados o rocallosos, desnudos de vegetación e impropios para la agricultura, o los cenagosos y pantanosos, igualmente inaprovechables.

En tan *estrecho horizonte*, se comprende que la lucha por la vida es cada día más difícil, a medida que el crecimiento constante de la especie va llenando las comarcas que presentan menor resistencia para subsistir y prosperar, no solamente hasta *saturar* de habitantes muchas de ellas, sino aún más allá de ese *punto crítico*, como sucede ya en varios países, con consecuencias que se palpan amarga y duramente en nuestros tiempos .

El dato aislado, abstracto, de la cantidad de lluvia anual que cae en una comarca, dice muy poco de las condiciones generales del suelo para la vida de las plantas y de su mayor o menor adaptación para establecerse o prosperar en ella una comunidad humana. Salta a la vista que no es lo mismo, para los efectos indicados, que un metro de lluvia anual, por ejemplo, caiga en un mes, o que se distribuya con alguna regularidad durante el año. Tampoco es indiferente que las lluvias de un mes se precipiten en pocos o en muchos días, y que la de un día caiga en un solo aguacero torrencial o en lloviznas espaciadas durante las 24 horas.

Por consiguiente, solamente son de valor real, para apreciar debidamente el factor climatérico de las lluvias correspondiente a una región, los registros detallados — más cómodamente en forma gráfica — que comprendan un año cabal.

En cuanto a las variaciones por *períodos de años*, es un hecho demostrado por la experiencia que hay años de extremada sequía sobre toda la superficie terrestre, a los cuales suceden otros caracterizados por abundantes precipitaciones.

Se anotó ya que la energía solar, en una u otra forma, da cuenta y razón de todos los fenómenos que se relacionan con los accidentes atmosféricos y con la existencia misma de la vida orgánica sobre la tierra.

Las gigantescas perturbaciones tempestuosas que se observan en la atmósfera del sol — entre las cuales las más conspicuas y mejor estudiadas son las *manchas solares* — ejercen, sin lugar a duda, influencias muy variadas sobre nuestra tierra. Sin que se conozcan todavía, a ciencia cierta, las causas eficientes de tales fenómenos, se sabe, sin embargo, que esos torbellinos ciclónicos, en forma de embudo, animados de velocidades fantásticas y generadores de intensísimos campos eléctricos, aparecen generalmente por las regiones de los paralelos 30°—40°, a lado y lado del ecuador solar. La vida de esas tormentas obedece a un ciclo periódico variable aproximadamente de 8 a 15 años de duración, entre máximas o entre mínimas, con un promedio de unos 11 años. En los últimos tiempos se han registrado perturbaciones mínimas en los años de 1890, 1901, 1912, 1923 y 1934, y perturbaciones máximas en 1894, 1907, 1918 y 1929. Probablemente sobrevendrá otro en 1940. Cada 35 años, más o menos, se acentúa el llamado *gran período*, con un gran mínimo, como ocurrió en 1901 y en 1934, y un gran máximo en 1918, seguido probablemente de otro en 1951.

Parece demostrado que las radiaciones luminosas y calóricas solares aumentan o disminuyen hasta en un tres por ciento, de acuerdo con la coincidencia de los períodos de máxima y de mínima, respectivamen-

te. Las temperaturas terrestres no corresponden en todas partes al aumento o disminución del calor recibido, porque las corrientes atmosféricas se perturban en su ritmo ordinario de movimiento, por la misma variación del calor. Además, es muy probable que las perturbaciones de las cargas electrostáticas que experimenta la envoltura gaseosa terrestre, debidas a las grandísimas que ocurren en la atmósfera solar al tiempo de sus grandes tempestades, concurren, también, a acelerar y acrecentar las condensaciones del vapor de agua, y, por consiguiente, a aumentar las lluvias en tales períodos.

Sea de ello lo que fuere, el resultado es que la tierra sufre de diversas maneras las consecuencias que se derivan de los grandiosos fenómenos que se verifican en el misterioso laboratorio del sol. Comarcas con lluvias escasas o medias en tiempos normales, experimentan desoladoras sequías — que se traducen en hambre y mortandad— en tiempos de calma solar; al paso que en otras, de abundantes lluvias, las inundaciones, los ciclones, las tormentas todas, traen consigo devastaciones no menores, cuando el astro que nos gobierna entra en plena actividad. No es, pues, indiferente, para determinar el *clima* de un lugar, la intensa evolución de la materia que se está verificando en el sol, con manifestaciones periódicas.

Cabe observar, sin embargo, que los efectos no se limitan a un período corto — un año, por ejemplo—. La transición de uno a otro es más o menos gradual —sin faltar anomalías—, y a veces se hacen sentir con intensidades distintas en las diversas regiones de la tierra. Por eso, la previsión del tiempo a largos plazos, fundada en estos fenómenos, no pasará de ser siempre bastante vaga.

En cuanto a la intensidad de las precipitaciones diarias, hay dos extremos: regiones en que las lluvias son torrenciales, generalmente de corta duración, y otras en que llueve más pausadamente, a veces por largas horas y aun días. Naturalmente, hay estados intermedios. En condiciones tan variadas, la especie humana se afecta más o menos hondamente, tanto en su parte física como en la mental, y las facilidades para obtener la subsistencia se alteran igualmente.

Por último, el origen de las lluvias determina, en mucha parte, el factor climático que se relaciona con la precipitación. En regiones monzónicas, en las de los aliseos, en las ciclónicas, en las montañas, en las llanuras, etc., y en donde el calor es intenso y el aire húmedo —lo que provoca lluvias de convección, generalmente tormentosas— las condiciones para la vida no son iguales, y, por consiguiente, determinan la prosperidad, el estancamiento o la decadencia de los pueblos.

Entre los extremos de precipitación anual prácticamente nula co-

mo en el Sahara, o muy escasa como en Copiapó (Chile), con 8 milímetros, hasta la máxima de 12 metros —y aún más— como ocurre en el fondo del golfo de Bengala, hay toda una escala de lluvias que los meteorólogos van ensanchando constantemente con sus observaciones, para formar los mapas pluviométricos de cada país, uniendo por curvas los lugares en que cae aproximadamente una misma cantidad de agua al año. En Colombia la escala es extensa, entre la Guagira, en que no llega a 500 milímetros, y Quibdó —que no es el lugar más lluvioso del país— en que cayeron 8.700, en 1933.

En cuanto a la humedad relativa del aire, las variaciones se registran desde cero, que corresponde a la ausencia completa de humedad, hasta ciento, o sea el punto de saturación para una temperatura dada del ambiente. La humedad absoluta se refiere a la cantidad de vapor, en peso, por unidad de volumen, que contiene el aire.

Para que se verifique la condensación y consiguiente precipitación, la humedad relativa da la clave; pero la intensidad de ambos efectos, depende de la humedad absoluta. Juega aquí la temperatura, como se vió atrás. Por consiguiente, ambientes saturados, accesibles a vientos cargados de humedad y situados en zonas adecuadas para la condensación, son propicios para abundantes precipitaciones. Estas dos últimas condiciones son indispensables, como lo prueban las comarcas costaneras del Perú y del norte de Chile, escasísimas en precipitación, no obstante un ambiente cargado de humedad, muchas veces en espesas nieblas, pero en donde no se cumplen esas condiciones.

La humedad absoluta varía poco durante el día y durante el año sigue paralelamente las variaciones en la temperatura. Por consiguiente, en las zonas intertropicales, caldeadas por radiaciones solares que caen prácticamente verticales sobre el suelo, esa humedad es mayor. Generalmente se acentúa más sobre los océanos que sobre los continentes, todo en armonía con las oscilaciones de la temperatura.

En cambio, la humedad relativa marcha a la inversa de la temperatura, y varía muchísimo de una a otra localidad, y con las diferencias de altitud para un mismo sitio. Se admite que si se asciende en la atmósfera en progresión aritmética, la tensión del vapor de agua, o sea su grado de saturación, decrece en progresión geométrica. Sobre los continentes tiene valores menores que sobre los mares o costas marítimas. En el Sahara, por ejemplo, rara vez llega a 25%, al paso que en Manaos, aunque en el interior del continente, pero sujeto a vientos húmedos, que dan abundante condensación, la humedad varía de 70% como mínimo en verano, a 100% y aún *sobresaturado*, en invierno,

Tanto la humedad del aire, en sus diversos grados y formas, como el agua que cae, al condensarse dicha humedad, desempeña funciones vitales, esenciales para la vida de todos los seres organizados que pueblan la tierra. Hay, por ejemplo, animales, y plantas sobre todo, que no prosperan bien sino en ambientes húmedos, y otros, en cambio, que demandan aire bastante seco para su cabal desarrollo. De igual manera, de la humedad del suelo depende, en mucha parte, la vegetación que ha de alimentar y servir a los animales y al hombre, bien sea directa o indirectamente. Y en resumen, todo ello no es, principalmente, otra cosa que los efectos de las diversas radiaciones que nos envía el sol.

En cuanto a la especie humana, el factor climático de la humedad del aire y de las precipitaciones acuosas, desempeña un papel muy importante en su vida orgánica y mental.

El hombre, en su estado normal de salud, debe eliminar alrededor de 2 kilogramos de agua en 24 horas. Pues bien, esta función se relaja por deficiencia, en ambientes cálidos y húmedos, que impiden la evaporación del cuerpo, con lo cual se predispone para las insolaciones, las dermatosis microbianas, etc. Si el aire que se respira es frío y húmedo, también excreta el cuerpo menos agua que en estado normal, y como consecuencia sobrevienen el reumatismo, la gota, las enfermedades de las vías respiratorias, etc. En ambientes fríos y secos, hay tendencia a eliminar más líquido del necesario, lo que también provoca algunos trastornos en la salud, aunque de menos importancia. En todo caso, el exceso de humedad relaja los tejidos, retarda la nutrición y predispone a los catarros y al estado escrofuloso, y, como consecuencia, la mentalidad se entorpece, se rebaja, se deprime, y los instintos salvajes se exaltan.

Naturalmente, hay un término medio en el grado de humedad del ambiente, relacionado con la temperatura, propicio para la especie humana vivir y prosperar. Tratando de imitar la naturaleza en esas condiciones, de pocos años para acá se viene generalizando la industria de suministrar artificialmente *aire acondicionado* en los salones de las fábricas, en los hoteles, en los barcos, en los trenes y en las viviendas en general, para procurar la normalización de este factor climático, y los resultados han sido manifiestamente benéficos.

En cuanto a las lluvias, limpian y purifican el aire, llevándose consigo los gases deletéreos, el polvo, multitud de bacterias, etc., que envenenan el ambiente —muchas veces por causa del hombre mismo—. En este sentido son, por consiguiente, un gran factor de higiene. De igual manera, al correr por la superficie, lavan el suelo, generalmente con provecho sanitario, excepto en los casos en que los despojos que arrastran quedan detenidos en lugares inadecuados para ser inofensivos en su estado natural o en sus productos de descomposición.

Sobre el cuerpo del hombre, las precipitaciones determinan casi siempre enfriamientos súbitos, los cuales — especialmente si perduran durante largas exposiciones — pueden producir graves trastornos nerviosos y llegar hasta una inhibición orgánica general.

Finalmente, las ciénagas, los pantanos y en general las aguas estancadas en las oquedades del suelo, abundan naturalmente más en las comarcas lluviosas, y bien sabido es que de allí surgen gérmenes tóxicos, de muchas clases, especialmente en las tierras bajas del trópico y aun en parte de las zonas templadas .

(Continuará).
