

LECCION UNDÉCIMA

METEOROLOGÍA AGRÍCOLA

METEOROGNÓSIA

Definida la meteorología en la página 255, empezamos por consignar que los meteoros que afectan más á la vida de las plantas se dividen en *aéreos*, *acuosos* y *eléctricos*.

Llámanse *aéreos* los que se refieren á los movimientos del aire ó sea *los vientos*.

La causa de los *vientos* reside en la dilatación y enrarecimiento y menor densidad que experimentan las capas inferiores del aire que, *difundiéndose*, se elevan á mayor ó menor altura dejando un espacio que es ocupado por otras capas bajas contiguas menos calentadas y más densas; el espacio que ocupaban estas es ocupado por las más próximas y así se establece un movimiento de traslación y de rotación de las capas frías al centro térmico por abajo, y del centro térmico á las capas frías por arriba como demostró Franklin por medio de tres bugías en-

cendidas puestas en la puerta entreabierta que separaba dos habitaciones, una fría y otra caliente; una bugía arriba, otra en medio y otra en el suelo, notando que la bugía alta dirigía su llama á la sala fría, la del pavimento dirigía su llama á la habitación caliente y la bugía de en medio apenas mostraba oscilación en su llama.

En una estufa se puede observar que el aire calentado en el hogar se eleva llegando aire más frío de las inmediaciones á sustituir al dilatado ó difundido.

Cuando el aire está en reposo es debido á que las capas están apiladas en orden de densidad decreciente de abajo arriba; equilibrio que se rompe en el instante en que hay un calentamiento desigual entre dos puntos distintos de la masa atmosférica á la manera que hemos dicho.

Véase cómo se producen vientos generales en el planeta.

Sobre la tierra y las aguas de la zona ecuatorial cayendo perpendicularmente los rayos del sol se produce un calentamiento mayor, elevándose el aire que se dirige por las regiones altas á los polos helados, el aire de los polos se encamina por abajo hacia el Ecuador; del polo Norte al Ecuador en el hemisferio boreal y del polo Sur al Ecuador en el hemisferio austral. Estas dos corrientes se encuentran á su paso con puntos de la tierra dotados de más velocidad por el movimiento de rotación de la tierra sobre un eje y por el movimiento de traslación de la tierra de occidente á oriente en su órbita elíptica, resultando que estas dos corrientes son impulsadas más y más hacia el occidente, cuanto más se van acercando á la línea ecuatorial para pro-

ducir en las zonas templadas corrientes laterales de Nordeste en el hemisferio boreal y de Sudeste en el hemisferio austral, y más cerca del Ecuador los constantes vientos llamados *aliseos* (á los 30° de latitud Norte y Sur).

Las capas de aire calentadas y elevadas al Ecuador se dirigen á los polos tendiendo á ocupar el espacio que dejaron las capas de aire que de los polos vinieron al Ecuador, produciéndose así dos corrientes superiores completamente opuestas á las precedentes por las razones expuestas.

Apresurémonos á decir que estas corrientes generales se cambian por causas de enfriamiento ó calentamiento y de los obstáculos que en su curso puedan hallar, estableciéndose corrientes accidentales.

Así, pues, los vientos *aliseos* soplan constantemente, todo el año de Este á Oeste siguiendo el curso del sol, que calentando y elevando las capas de aire inmediatas al suelo determina que otras capas frías (del Este) vengan á reemplazar á las dilatadas y ascendidas, modificándose algo la dirección en cada meridiano con las estaciones y condiciones locales de plantíos, poblaciones, montañas, etc.

Por el calentamiento distinto de las tierras y las aguas próximas se producen vientos que corren en direcciones determinadas en épocas fijas del año (*vientos periódicos*).

Las brisas son vientos regulares cotidianos que caminan del mar ó las aguas á la tierra ó costas durante el día y de la tierra ó costas al mar ó las aguas durante la noche. La razón de esta periodicidad en las brisas se halla en que

por el día, singularmente por la tarde, la tierra dotada de menor capacidad calorífica que las aguas se calienta más por irradiación solar y el aire de las capas bajas se eleva, viniendo el aire del mar más frío á sustituirle. Por la noche (especialmente hacia el anochecer) la radiación enfría tanto la superficie sólida de la tierra como la líquida de las aguas, pero la mayor cantidad de calor que absorbió por su mayor capacidad calorífica calienta el aire que está en contacto con ella, se eleva y es reemplazado por otro de la tierra.

Por iguales causas (en más tiempo y más extensión) se producen los vientos *monzones* (también periódicos y propios de la zona tórrida) que en las grandes extensiones del mar soplan en dirección del hemisferio más calentado por el sol, si bien modificables, como las brisas en su dirección, por las circunstancias que antes se dijo para los *aliseos*, siguiendo además el curso de la resultante entre su propia dirección y la del movimiento general de la atmósfera con la tierra.

A los vientos monzones se refieren también unas brisas que corren durante seis meses (incluyendo el verano) del mar á las tierras (viento fresco del mar á las tierras y caliente de las tierras al mar), y seis meses (incluyendo el invierno) de las tierras al mar (viento fresco de las tierras al mar y tibio del mar á las tierras), aunque también se modifican en su dirección por las condiciones dichas.

Del estudio de las *brisas* se deducirá la influencia de la grata temperatura que se disfruta en los puertos.

Un viento periódico es también el *chamsin* que en Egipto sopla 50 días seguidos en primavera y produciendo el derretimiento de las nieves causa inundaciones del Nilo. He aquí los vientos *constantes* (*aliseos*) y *periódicos* (*brisas y monzones*).

Los vientos *irregulares, accidentales ó variables* son los que no soplan en direcciones fijas, suponiéndose sean debidos á la ley general del desequilibrio de temperatura en dos puntos de la tierra ó del aire, ó á la influencia de los volcanes ó á la necesidad de que algunas capas de aire ocupen el espacio abandonado por súbitas condensaciones locales más ó menos extensas del vapor acuoso del aire.

No podemos seguir los deleitosos estudios físico-naturales de los vientos y continuaremos manifestando que para los efectos que nos interesa conocer, hay que estudiar en los vientos varias de sus condiciones.

Por su *velocidad* (espacio que recorren en la unidad de tiempo) que se aprecia por los *anemómetros*, los vientos se llaman *suaves* (2 metros por segundo); *buen viento* (de 2 á 10 metros por segundo); *viento fuerte* (de 10 á 15 metros por segundo); *impetuoso* (de 15 á 20 metros por segundo); *vendaval ó borrasca* (de 20 á 40 metros por segundo) y *huracán* (de 40 á más).

Los vientos más veloces se observan en la zona intertropical; en las zonas circumpolares pueden ser borrascosos, lo que se explica por las desigualdades de temperatura, y los más moderados se hallan en las zonas templadas.

Los vientos huracanados de la zona intertropical se llaman *ciclones*. Son de rápido movi-

miento de rotación y de traslación en un sentido determinado, del Este al Oeste pasando por el Norte en el hemisferio Septentrional y del Este al Oeste también pasando por el Sur en el hemisferio Meridional, de un diámetro de 60 leguas al principio, después de 500, presentando su mínima velocidad en medio, crece más allá y decrece al extremo, con la particularidad de que es mucho más impetuosa la mitad derecha de su dirección (semicírculo peligroso) que la izquierda, porque los movimientos de rotación y traslación en la derecha se efectúan en un mismo sentido, mientras que en la izquierda estos dos movimientos se efectúan en opuesto sentido y su acción y su curso son menores.

Las trombas son efectos producidos por la acción de vientos impetuosos que chocan por llevar direcciones encontradas.

Los vientos mencionados hallan en su curso nieblas ó masas bajas de vapores á las que, claro es, comunican un movimiento de viva rotación y como si por la fuerza mayor centrífuga de la periferia se formase en el centro un vacío, las aguas ó las tierras se elevan formando un cono truncado de base inferior que, uniéndose á otro cono inverso de los vapores, forma una *columna* de abajo arriba que se mueve en zig-zac, no de gran velocidad pero puede causar daños á los edificios, arboledas, buques, etc.

Por su *dirección* ó punto de que proceden y vía que siguen (que se aprecia por las *veletas*) los vientos reciben nombres diversos según las indicaciones que marque una aguja (movida por el aparato) sobre una circunferencia, dividida por grados y en 4 cuadrantes por 4 líneas (0° en el

Norte y Sur y 90° en el Este y Oeste) ó por unas líneas intercaladas entre las anteriores formando la *rosa ó estrella de los vientos*. Vulgarmente el viento que viene del Norte se llama *aquilón* ó *cierzó*, *ábrego* el que viene del Sudoeste, y *solano* el que corre de donde nace el sol ó del Este, aunque estas denominaciones cambian según el variable vocabulario de los pueblos.

Influencia de los vientos en la vegetación.— Los vientos renuevan la atmósfera circundante de las plantas, proporcionándoles materiales nutritivos, conducen el vapor de agua y, según se cree, (como veremos más allá) el amoniaco de los mares á los continentes, y por las comunicaciones que establecen entre unos puntos y otros moderan la humedad y el calor, como sirven para llevar el polen de unas plantas al estigma de otras para efectuarse la fecundación (nota de la página 249), y oxigenando los lugares que atraviesan atenúan si no destruyen microbios anerobios perjudiciales y descomponen sustancias nocivas purificando el ambiente y suministran un elemento tan necesario á la vida como el oxígeno, como intervienen en la realización de muchos fenómenos físicos y meteorológicos convenientes á la vegetación.

A estas influencias generales se unen otras que más directamente afectan á las plantas.

Por el punto originario y parajes que recorren, los vientos pueden ser secos ó húmedos, calientes, templados ó fríos, determinando en las plantas y en el suelo los resultados que ya sabemos produce el aire con estas condiciones.

Los vientos moderados favorecen el enraizamiento y endurecen las fibras y vasos de los te-

jidos vegetales, acción que si es conveniente para las plantas arbustivas, es perjudicial para las plantas pratenses y textiles, por lo que, para evitarla se siembran espesas estas plantas, con lo que además también se neutralizan los efectos análogos que produce una luz muy intensa. Los vientos fuertes doblan las plantas distribuyéndose raíces más gruesas en la parte opuesta al punto por donde entran los grandes movimientos del aire para contrarrestar este impulso; y arrastran partículas de los terrenos incoherentes, dejando al aire las raíces que desecadas y expuestas á las vicisitudes atmosféricas, dejan de absorber los principios alibiles de las plantas y de servir á la estabilidad de las plantas. Y cuando los vientos son muy impetuosos tumban las hojas, ramas, flores y frutos, las plantas herbáceas y las leñosas y hasta arrancan árboles corpulentos, y en fin, si los vientos llevan en suspensión corpúsculos, ocasionan los efectos que expusimos al hablar del influjo de estos componentes variables de la masa atmosférica.

Los vientos que llevan muchas partículas minerales se llaman *aterramientos*; si transportan arenas de los desiertos se llaman *dunas*, y si se dirigen de las costas arenosas desecadas á los continentes se llaman *landas* (como en Francia) y son contenidos por las arboledas.

Meteoros acuosos.— Así ó con el nombre de *hidrometeoros* se conoce á los fenómenos del aire debidos al vapor de agua que hay en la atmósfera en concurrencia con las variaciones de temperatura. Algunos dicen que los hidrometeoros, como todos los fenómenos atmosféricos, están ligados además á la electricidad, gra-

vitación, etc., por más que en algunos casos no pueda precisarse bien esta opinión, según veremos.

Los cambios de calor del aire imprimen modificaciones diversas al vapor acuoso constituyendo los distintos meteoros que vamos á estudiar en su producción y en sus efectos sobre las plantas (1).

Nieblas y nubes.—Las nieblas son zonas vaporosas más ó menos blanquecinas, constituidas por la condensación del vapor acuoso en las capas bajas del aire por un enfriamiento suficiente á producir el estado de completa *saturación*, y las nubes son zonas gaseosas de color variable, constituidas por la condensación del vapor acuoso en las capas altas del aire por un enfriamiento suficiente á producir el estado de completa saturación.

El gran Tyndall asemeja las nieblas y nubes al vapor de agua condensado en una locomóvil. El vapor acuoso al penetrar en un aire no saturado se reparte con regularidad hasta el grado de saturación, y si penetra más cantidad quita al aire su transparencia, condensándose de diferentes modos, como veremos.

Las nubes y las nieblas se caracterizan, pues, por un comienzo de saturación del vapor acuoso bajo la forma de gotitas ó esferitas líquidas, según ha probado Jamin y creen muchos, ó de vexiculitas ó globulitos de dos céntimos de milímetro llenos de aire y revestidos de una cubierta tenuísima, líquida, como burbujas de jabón, cuyo aire se ha calentado y dilatado con el ca-

(1) Léanse las páginas 258, 259, 301, 302 y 303.

lor del vapor acuoso al condensarse así, según otros.

De más ó menos densidad las nubes y nieblas se mantienen en suspensión en la atmósfera, hecho que explican unos por la extrema tenuidad de las vexículas mismas ó como quiere Fresnel por el calentamiento y dilatación del aire de las vexículas, pues el calor solar absorbido por las nubes y nieblas dilata el aire interpuesto entre las moléculas acuosas, las cuales se hacen también menos densas, neutralizando el peso de la película exterior de las vexículas que así flotan como globitos aerostáticos, ó suspensión debida á las rápidas corrientes de aire caliente que suben por la atmósfera, acciones y condiciones que impiden el descenso de las vexículas al dirigirse á la tierra por la gravedad, aun admitiendo que las vexículas tuvieran más densidad que el aire. El estado vexicular, por otra parte, no permite explicar fácilmente la formación de la nieve, granizo, arco iris. sin la refracción de la luz.

Jamin y Kourtz opinan que las gotitas líquidas diminutísimas que constituyen las nieblas y nubes están suspendidas en la atmósfera por las rápidas corrientes ascendentes de aire caliente á que antes aludimos, como lo comprueba la formación de algunas nubes (cúmulus).

No se sabe mucho acerca de las causas, condiciones todas y leyes á que están subordinados caracteres diferentes de las nubes, como su forma, color, altura y densidad. El cambio de forma y permanencia de las nubes en algunos sitios se pudiera explicar por el constante estado de

mayor temperatura del aire de unas capas de aire con respecto á otras.

Las nieblas se ven generalmente en otoño á las primeras horas de la mañana y al caer de la tarde sobre los ríos, cauces, valles húmedos, terrenos de regadío, etc., por efecto de la abundante evaporación de esos parajes enfriados por vientos de las tierras vecinas, y las nubes se forman generalmente por la gran cantidad de vapor que sube de la superficie de los mares, vapor que se eleva repentinamente en la atmósfera en estado transparente hasta que llega á las zonas altas, donde por menor presión y temperatura el aire no puede disolver tanto vapor acuoso, se satura de vapor y el vapor se condensa, constituyendo la niebla, y aunque el aire esté más caliente que las aguas, también se forma la niebla, como sucede en el verano después de las lluvias tempestuosas; y aunque parezca esto extraño no refuta la teoría expuesta, porque entonces la niebla se forma al entrar el aire caliente y muy cargado de humedad en la región de la atmósfera á que se extiende la frialdad de las aguas.

A la niebla poco densa se la llama *neblina*, y á la niebla espesa formada en el mar se llama *bruma*, é impropriamente se llama *marea* á la niebla de poca altura que se nota sobre los lagos y ríos.

Principalmente intervienen en la formación de nieblas y nubes, estas tres condiciones: 1.^a Mezcla de aire á diferentes temperaturas, resultando una atmósfera saturada de vapor acuoso; 2.^a Brusco ascenso de vapor acuoso que emana en cantidad superior á la que el aire puede di-

solver; 3.^a Repentino descenso de temperatura del aire en mucho espacio y por debajo del *punto de rocío*, ó sea del grado de calor variable á que se condensa el vapor acuoso disuelto en el aire en contacto de un cuerpo más frío que éste; Y 4.^a El acceso de un viento frío en un sitio templado ó de un viento caliente en un paraje frío, condiciones que, como se vé, sancionan la teoría que hemos expuesto sobre la naturaleza de estos fenómenos.

Dícese con razón que los sitios montañosos y próximos al mar son los más nubosos y todos los meteorologistas anotan la influencia de las montañas en la producción de las nubes, hecho que no escapa tampoco á la observación general y que explican diciendo que obedece á que en las alturas de sierras es mayor la evaporación por menor presión del aire y la mayor evaporación y la mayor irradiación por la gran superficie de los lugares accidentados determina un frío mucho mayor también y los vientos que vengan condensarán su vapor acuoso, vientos que llegarán seguramente, pues la evaporación habida, ocasiona una corriente ascensional ó una depresión como ahora se dice, corriente que solicitará por difusión con el aire nuboso circundante otra corriente que sufrirá igual cambio, no llegando á establecerse el equilibrio en la masa total, explicación que nos parece acertada. La tendencia de las nubes á dirigirse á las montañas, lugares altos, dícese también es efecto de la ley eléctrica inherente á la propia constitución de las nubes, porque al condensarse el vapor para formar la nube, la electricidad ambiente seguirá la misma ley, acumulándose ó conden-

sándose también, y la misma nube *descomponiendo á distancia el fluido eléctrico* llamado *neutro* de la tierra, atrae sobre lo alto de las montañas el llamado *fluido de nombre contrario*, el cual fluido, reobrando sobre las nubes, tiende á conducir las y aun á estacionarlas algún tiempo en aquellos lugares.

Las nubes se observan en Europa más preponderantemente sobre sus costas occidentales disminuyendo hácia el oriente, notándose especialmente una faja nubosa que arrancando de las islas Británicas se dirige del Oeste al Este pasando por casi toda Europa, siendo al Norte y Sur de esta zona nubosa más transparente el aire, subordinándose naturalmente la frecuencia de nieblas y nubes ó la nebulosidad y nubosidad á las circunstancias geográficas y regionales.

Las nubes han recibido por Howard nombres diversos por sus caracteres especiales de color, altura, aspecto y disposición, que han servido para distinguir las y para la previsión de otros meteoros.

Cirrus ó *cirri* (colas de caballo, rabos de gato, árbol del viento, etc.), nubes muy blancas, transparentes, pequeñas, altas (á cinco ó seis mil metros) que aparecen en pocos puntos del horizonte bajo el aspecto de filamentos delicados paralelos de Norte á Sur semejantes á vedijas de lana. Presagian cambio de tiempo en *lluvia* ó *blandura*.

Créese que los cirrus son conductores rectilíneos de electricidad entre dos orígenes distantes de *fluido contrario* que tienden á neutralizarse por medio de estas nubes, cuya flexibilidad permiten este resultado por el camino más corto

(la línea recta); ¿pero no pudiera decirse lo mismo de los estratus? En las zonas ecuatoriales los cirrus indican huracanes violentísimos.

Cumulus ó *cumuli* (balas de algodón ó de lana, cielo aborregado, etc.), menos transparentes y más bajas que las precedentes, redondeadas en la parte superior y planas en la inferior, de color vario ó blanco agrisado, ocupando más ó menos puntos del horizonte. Más frecuentes en verano que en invierno, se presentan por la mañana, desaparecen á la tarde y denotan *buen tiempo*.

Stratus, strati ó *estratos*.—Fajas paralelas anchas y largas y como sobrepuestas en el bajo horizonte apareciendo á la caída de la tarde y desapareciendo á la madrugada por lo que se las nota en las noches del estío sobre las aguas y prados húmedos, oscuras ó rojas por la acción de los rayos solares, y más bajas aun que las anteriores. A menudo se presentan en otoño, excepcionalmente en primavera é indican *vientos próximos*.

Nimbus ó *nimbi*.—Nubes de color gris obscuro, extensas, de altura variable y de bordes recortados. Anuncian *lluvias, temporales* y *granizo*.

Se dan nombres *mixtos* ó compuestos de dos ó tres de los expresados á las nubes que presentan combinados ó mezclados caracteres diversos correspondientes á los descriptos, siendo su indicación meteorológica la que es peculiar de sus componentes. Así se dice: cirrus-cumulus, cirrus-stratus, stratus-cumulus, stratus-nimbus.

Divídese el horizonte en diez partes para indicar la fracción nebulosa del cielo, reservando

el *cero* para el cielo despejado. La constitución de los cirrus se atribuye á conglomerados de finísimos cristales aciculares de hielo, flotantes en las regiones más elevadas y enrarecidas del aire.

Pueden caer las gotas de agua de la nube y no producir lluvia, porque antes de llegar á la tierra el aire puede ser más caliente y disolver el vapor acuoso.

Arrastradas las nubes por el viento desde las comarcas calientes en que más se producen á las más frías, dejan en estas últimas al liquidarse ó solidificarse el calor que las templó y que transportaron las nubes y en los lugares cálidos el hecho mismo de la formación de las nubes que requiere calor para evaporar las aguas modera la excesiva temperatura de estos parajes.

Lo más importante para nuestro fin es saber la influencia que las nieblas y nubes ejercen en la vegetación, influencia que, prescindiendo de exclusivismos, diremos que es favorable ó perjudicial según la época del año, intensidad, frecuencia con que aparecen y condiciones de los vegetales.

Las nieblas impregnando de humedad á las plantas y al suelo, son generalmente beneficiosas porque proporcionan agua y moderan la temperatura; pero pueden perjudicar á los vegetales en floración y fructificación como sabemos (páginas 249 y 251 y sus notas) aminorando las cosechas de plantas que dan semillas útiles á la alimentación del hombre y de los animales domésticos.

Con el vapor de agua de las nieblas se precipitan sustancias orgánicas en descomposición

y micro-gérmenes y microbios, agentes de acción patógena. De aquí que se achaque á las nieblas la propagación y desarrollo de enfermedades de los vegetales que cultivamos, de los animales, y del hombre; pero, sin negar que las nieblas favorezcan la infección por el transporte y precipitación de las materias orgánicas en putrefacción y de los micro-gérmenes y microbios, hay que admitir con los adelantos de la Microbiología que la humedad que pueden proporcionar otros fenómenos meteorológicos acuosos, con el calor, son las condiciones principales del desarrollo de los microbios patógenos, siendo la niebla circunstancia concomitante ó concurrente que abona, como el rocío y la lluvia, por ejemplo, lo son también según saben los agricultores que observan científicamente los efectos de los climas húmedos.

Las nubes obrando á modo de pantallas entre el sol y la tierra, aminoran de día los efectos del calor sin impedir totalmente los efectos de la luz, y de noche limitan la intensidad de la irradiación disminuyéndola.

Las noches cubiertas ó nubosas del invierno son menos frías y no ocasionan la *helada*.

Ahora bien, estos efectos de las nieblas y nubes se comprende que son provechosos ó no á la vegetación según lo que llevamos dicho acerca de la influencia del calor y de la luz en los fenómenos evolutivos de las plantas (singularmente la exhalación, absorción y asimilación), y se entenderá fácilmente la razón que asiste á lo que dicen, como hemos dicho ya al exponer la influencia físico-química del aire y al tratar de los efectos combinados del calor y de la luz

en relación al estado de humedad del suelo y del aire en el final de la lección última y en otras ocasiones, que los países nebulosos y húmedos son adecuados para la producción de forrajes y más expuestos á la infección, así como los países despejados, de cielo transparente son más cálidos y secos y más propios para la producción de granos y de frutos arbustivos, como puede verse comparando las producciones del centro de España países claros ó despejados, secos y continentales, (las Castillas, Aragón, Rioja, llanos de Navarra y Andalucía), con las producciones del litoral, parajes templados y húmedos, (Asturias, Galicia, Santander, Vizcaya, Guipúzcoa, montañas bajas de Navarra, parte de Levante y costas de Cataluña).

Ya hemos señalado (páginas 259, 260 y 303) que las nieblas arrastran á la tierra materias benéficas que el aire contiene como el amoníaco y los ácidos nítrico y nítrico y al condensarse en nieblas y nubes el vapor cede al aire su calórico latente y templá la atmósfera, acciones que en primavera y otoño contribuyen á la germinación y crecimiento de los vegetales.

Por lo demás no puede negarse que el grado variable de nebulosidad ó diafanidad del aire determina por influencia luminosa producciones vegetales distintas en parajes de análoga temperatura, como se puede apreciar viendo que en Londres la siega de cereales se hace á 17° , en Upsal á 15° , en Agen el olivo es improductivo á 14° , en Dalmacia se cultiva á 13° , y la vid que no fructifica bien á 12° en la ribera del Loire produce hasta 10° en las orillas del Rhin, lo que

nos explicaremos por los conocimientos precedentes.

De aquí se deducirá lo que importa al agricultor saber el grado de nebulosidad de su comarca en general y especialmente en las diversas estaciones y meses de cultivo para estimar los efectos que puede producir en los vegetales explotados.

Lluvias y nieve. — La condensación intensa y descenso al estado líquido del vapor acuoso se llama *lluvia*. Si la condensación del vapor acuoso se efectúa por un enfriamiento inferior á cero grados, el descenso se verifica al estado sólido y el fenómeno se llama *nieve*.

Las circunstancias que principalmente ocasionan la lluvia son las mismas aunque más acentuadamente que las que producen las nieblas y nubes: 1.º El ascenso de capas de aire cargado de humedad á regiones altas y frías de la atmósfera; 2.º La mezcla de dos corrientes de aire desigualmente calentado que forme una atmósfera excesivamente saturada á más de cero grados; 3.º El tránsito de una corriente de aire por sitios cada vez más fríos; y 4.º (Menos frecuente) descenso de la temperatura del aire en grande espacio por debajo del punto de rocío.

La primera y segunda circunstancias son más propias de las zonas intertropicales y la segunda y tercera de las zonas templadas.

Aunque, por supuesto, la aparición más ó menos frecuente de las lluvias depende del grado de calor y de humedad de las localidades, la repetición más ó menos periódica del fenómeno en la superficie del globo consiente hacer una clasificación que, como se comprenderá, se su-

bordina á la influencia de los súbitos descensos de temperatura que experimenta la atmósfera de los puntos inmediatos al Ecuador después ó antes y después de la hora de más calor y de más capacidad disolvente para el vapor acuoso que es el mediodía y al enfriamiento de los vientos cálidos muy cargados de vapor acuoso por su gran capacidad disolvente.

Por la clasificación citada se divide la tierra en seis zonas; tres intertropicales (comprendidas entre los trópicos, página 313 y su nota). 1.^a

Zona ardiente ó de calmas, tórrida ó ecuatorial: De cero á cinco grados de latitud Norte y tres grados de latitud Sur y con lluvia todos los meses y casi diariamente después del mediodía.

(*De lluvia nocturna*). 2.^a *Zona caliente ó de doble lluvia:* De tres grados á diez y quince grados de latitud Norte y Sur, con lluvia dos veces al día con excepción del instante en que el sol está sobre el zénit.

3.^a *Zona de lluvia única:* De quince á veinticinco y veintisiete grados de latitud Norte y Sur, con lluvia una vez al día. Se llama también de *lluvias de verano* porque ocurre aquí durante el estío lo que en las dos precedentes durante el día.

Tres zonas *extratropicales* (desde los *trópicos á los polos*, pág. 308) donde ya no hay tanta diferencia de calor del día á la noche como en las anteriores. 1.^a *Zona templada cálida:*

De veinticinco á cuarenta ó cincuenta grados de latitud Norte y de veinticinco á cuarenta grados de latitud Sur, con *lluvias* de invierno, de primavera y otoño (sin llover en verano). 2.^a

Zona templada fría: De cuarenta á sesenta grados de latitud Norte y Sur, con lluvia en todas las estaciones. 3.^a *Zona fría, glacial ó circum-*

polar: De sesenta á noventa grados de latitud Norte y Sur, casi sin lluvia durante los inviernos. Se puede ver que ascendiendo por la zona tropical y templada cálida, la condensación de los vapores acuosos que llevan los vientos del mar se efectúa durante el invierno al pasar por las tierras continentales de estas regiones más frías al estar alejadas del Ecuador y de las costas produciéndose las lluvias de *invierno*. (Norte de Africa, Andalucía, y parte de la faja mediterránea de Europa) y al Sud-oeste y centro de las zonas templadas de la Europa las lluvias se adelantan por el brusco enfriamiento de estas tierras (menos cargadas de vapor acuoso que las costas) constituyendo la región de las *lluvias de otoño* tan general en España, y al Nord-este y durante el estío los vientos muy cargados de vapor acuoso que llegan á estas tierras se condensan lloviendo mucho y formando la región de *lluvias de verano* como se observa en algunos parajes de nuestra península situados en esa orientación.

El *sereno ó relente* es una lluvia finísima y sin nubes que cae, algunas veces, al ponerse el sol en días calurosos. Se observa en las islas, regiones polares y cerca de los lagos y ríos y se debe á un enfriamiento brusco del aire.

La cantidad total de agua decrece con la altitud como puede verse:

De 0° á 25° . . .	2000 mm.
De 25° á 40° . . .	1000 mm.
De 40° á 50° . . .	750 mm.
De 50° á 60° . . .	600 mm.

Sin embargo, las comarcas de más latitud son más húmedas comparativamente á las co-

marcas tropicales y templadas en las que se dejan sentir más los efectos del calor solar.

La cantidad absoluta de agua de lluvia decrece con la distancia á los mares (en los continentes) y aumenta con la altitud (montañas) y depende también de la dirección de los vientos que pueden ser fríos ó cálidos, secos ó húmedos, según las condiciones de los lugares que recorren y favorecen ó no la presencia de las lluvias, según también las cualidades térmicas de los sitios á donde los vientos afluyan.

Los países alejados del mar (interiores ó continentales) son menos lluviosos porque el mar más cálido en invierno que en verano, pues emite la gran cantidad de calor de que se proveyó en el verano por su mayor capacidad calorífica, produce entonces grandes cantidades de vapor acuoso que se elevan con el aire caliente y son llevadas á las tierras frías del interior en donde se precipitan bajo forma de lluvia y claro es que á los lugares más distanciados llegan los vientos con poco vapor de agua y llueve poco ó nada (Castillas, Andalucía, Aragón, etc.)

Y en verano no llueve porque el aire más cálido por la acción del sol disuelve más vapor acuoso y además los vientos que llegan del mar vienen poco cargados de humedad por venir de las aguas más frías en invierno como sabemos.

La vegetación influye mucho en la presencia de las lluvias, pues prescindiendo de que las arboledas puedan ejercer la misma influencia eléctrica que las montañas, para atraer las nubes, los plantíos, sombreando el terreno impiden la evaporación y la humedad ambiente al influjo de una ráfaga de viento frío se puede condensar

en lluvia. Las comarcas peladas ó despobladas de árboles y llanas é incultas (pampas, yermos ó sábanas) como se comprenderá por todo lo dicho, serán secas y serenas, frías en invierno y muy cálidas en verano (págs. 302 y 303, como Andalucía, Castilla, Aragón, parte de América, etcétera).

Se llaman *pluviómetros* ó *udómetros* los sencillos aparatos que miden la cantidad de agua que la lluvia aporta á un lugar determinado durante un tiempo mayor ó menor.

Siendo muy irregular la distribución de las lluvias, al agrónomo importa saber la cantidad total de agua llovida en el año, en la estación y en los meses, así como la continuidad ó interrupción de las lluvias para ordenar los trabajos y establecer las plantas que vivan mejor en las épocas lluviosas ó serenas, dando el producto en las mejores condiciones, que es lo que en las plantas constituye lo que pudiéramos llamar *idiosincrasia hidrométrica* de las especies vegetales y de cada especie vegetal, según el período de su existencia, como hemos visto al final de la lección anterior.

Así la remolacha tiene una cantidad final de agua de 82 por 100, la patata un 76 por 100, el maíz un 18 por 100 y el trigo un 14 por 100.

Para esto es preciso además conocer la cantidad de agua que se evapora en un tiempo fijo, dato que nos suministran los *atmidómetros* ó *atmómetros*, pues evaporada toda la cantidad de agua llovida las plantas necesitan el auxilio del riego ó perecerán por sequía. Por consiguiente todos los días será menester apreciar en el pluviómetro la cantidad de agua caída, poner en el

atmómetro una cantidad conocida de agua y ver la que desaparece por la evaporación en veinticuatro horas y llevar cuenta de los días que durante el mes haya llovido.

Debemos advertir que prescindiendo de la naturaleza del terreno la cantidad de agua que se evapora en el atmómetro se calcula que es tres veces mayor que la que se desprende de la tierra.

Por la magnitud de las partículas y manera más ó menos rápida y dirección y duración con que desciende el agua, las lluvias se llaman *lloviznas*, *lluvias fuertes* (chaparrones) y *torrenciales* (chubascos). Las primeras son propias de la costa Cantábrica de colinas y faldas de las montañas españolas; las fuertes se observan en el interior, y las torrenciales en el Mediterráneo é islas Baleares y alguna vez en el Cantábrico. Con todos estos antecedentes y con el estudio topográfico de las dimensiones ocupadas por las cuencas de ríos, riachuelos y arroyos se encauzarían las aguas para recogerlas en estanques y pantanos utilísimo en el necesario riego, con lo que además se quitaría fuerza á las impetuosas corrientes que en muchos casos arrasan y devastan los campos, previniendo ó al menos anunciando así las *inundaciones* para evitar los estragos que se lamentan ahora por la apatía y la ignorancia de tantos. De modo que para los efectos agrícolas cuanto se ha dicho enseña la cantidad de agua llovida y que puede contener la tierra en provecho de la vegetación.

La nieve.— Afecta la consistencia sólida más ó menos esponjosa, el color blanco opaco, y vista al microscopio se aprecia su forma de cris-

tales radiados ó estrellados del tipo exagonal con tres, seis ó doce agujas prismáticas ó brazos, cristales reunidos en masas llamadas *copos*.

Dícese que la nieve presenta diferencias en su cristalización según á la temperatura y estado higrométrico á que se ha formado. La opacidad y blandura de la nieve es debida á la estructura esponjosa indicada que presenta y al aire que ocupa entre sus partículas sólidas.

La nieve se produce en las regiones elevadas de atmósfera rápida ó lentamente y si la temperatura del suelo ó de las capas inferiores del aire no están á cero grados lo menos, la nieve se derrite y sólo permanece sólida en la cima de los montes, ó queda sólida hasta en las llanuras y valles si el frío necesario existe.

Si las nieves son poco duras ó pulverulentas un viento débil las levanta en remolinos ó *ventisqueros*, ó un viento fuerte aglomera los copos cubriendo los caminos y hondonadas. La cantidad de nieve que cae se indica también al fundirse ó licuarse en el pluviómetro, dando 20 volúmenes de nieve uno de agua.

Las nieves son peculiares de los países comprendidos desde las zonas templadas hasta los polos por el frío; de los alejados del mar por el desequilibrio de temperatura (págs. 302 y 303); y de las grandes altitudes ó elevadas cordilleras donde por la ley que expresamos (págs. 308 y 309) del decrecimiento térmico se ven nieves perpetuas como en la cumbre de algunas de nuestras montañas (Moncayo, Somó-Sierra, Sierra Nevada, Pirineos, Guadarrama, etc.) y hasta en las del Ecuador. Hablemos ya de la influencia agrícola de lluvias y nieves. La lluvia trans-

porta al suelo materiales fertilizantes; presta humedad y frescura á la tierra y á las plantas en tiempo caluroso y templa el frío porque al resolverse en lluvia las nubes ceden al aire el calor que se invirtió en su constitución; purifica la atmósfera precipitando gases, corpúsculos inorgánicos y orgánicos; suministra el agua necesaria á los vegetales para la constitución de los principios inmediatos orgánicos y para la disolución de los materiales nutritivos que contiene la tierra; lava los órganos aéreos de los vegetales quitándoles los cuerpos extraños que obstruyen sus poros y estomas (páginas 262, 263, 264, 305 y 306), facilitando las funciones de exhalación, absorción, y elaboración orgánica, especialmente, por todo lo que es un meteoro esencial para la vegetación. La cantidad de agua necesaria para el desarrollo herbáceo se gradúa generalmente en un 23 por 100 del peso de la tierra y en un 10 por 100 en las fases últimas de la vegetación, siendo provechosas las lloviznas y menos las lluvias fuertes que empapan bien el suelo y más bien perjudiciales las lluvias torrenciales porque comprimen las tierras, derriban las plantas verdes y además de no calar tanto la tierra, el agua escurre velozmente por la superficie del terreno, llevándose en disolución y suspensión muchos principios útiles á las plantas.

Los países lluviosos caracterizan las regiones fitológicas favoreciendo la vegetación singularmente y en grado decreciente prados, cereales y bosques en las montañas; y en los sitios de pertinaz sequía las plantas pequeñas se estenuan y ocupan su lugar las plantas arbustivas (vid, olivo, naranjo, etc.)

Sin embargo, las lluvias copiosas encharcan los suelos planos y bajos, impidiendo la acción beneficiosa del oxígeno del aire y del calor para que al influjo de estos agentes se verifiquen directamente las reacciones químicas ocasionales de la solubilidad y difusión de los materiales alímbiles de las plantas ó para que el calor y el oxígeno del aire favorezcan en la tierra la existencia de microbios fermentativos que operen la solubilidad de los materiales del suelo, materiales que absorbidos por las raíces sirvan á la nutrición de los vegetales (acción beneficiosa de las labores en general y particularmente de las labores llamadas *binas*).

El *sereno* ó *relente* se asemeja en sus efectos á la lluvia perjudicando ó favoreciendo, pero siendo dañoso á las plantas por la condensación de micro-gérmenes y microorganismos patógenos.

Las nieves son utilísimas á las plantas y á las tierras; aportan al suelo más principios fertilizantes gaseosos de la atmósfera que las lluvias (*año de nieves, año de bienes*) y reteniendo el amoniaco que pueda emanar del suelo, como demostró Boussingault hallando que la nieve recién caída encerraba 0,68 miligramos de amoniaco por litro y á las 36 horas de encontrarse en el terreno la misma nieve había aumentado hasta 1,78 miligramos y en la tierra de un jardín cercano contenía 10,34 miligramos; la nieve caída enfriándose por radiación nocturna en la superficie evita la pérdida del calor terrestre como se observa en la mayor temperatura que hay bajo la nieve y la mucho menor sobre la nieve, lo que favorece á las funciones radicales; las

nieves proporcionan mucha agua al suelo licuándose y evaporándose menos por el frío ambiente; las nieves obran disgregando las partículas del suelo que se *esponja*; y aun exterminando insectos y plantas nocivas.

Las nevadas abundantes pueden por su peso derribar tallos tiernos, brotes, flores y frutos, desgajar ramas, y por el frío que las produce pueden ocasionar la suspensión de las funciones vegetativas en algunas especies particularmente en primavera y perjudicar al desarrollo, floración y fructificación de las cosechas.

Rocío y Escarcha. — El *rocío* es la condensación del vapor acuoso del aire durante la noche á más de cero grados, y precipitándose sobre la superficie de los cuerpos enfriados por la irradiación bajo la forma de gotitas que se evaporan por el sol naciente. Se produce experimentalmente poniendo en un recinto caliente y húmedo un vaso con hielo, viéndose cubrir las paredes del recipiente del vapor ambiente que condensado en forma líquida no tarda en escurrir.

Los cuerpos situados en la superficie de la tierra (piedras vegetales, etc.), se enfrían fácilmente en un grado inferior al *punto de rocío* y quedando el aire entonces á una temperatura más elevada que la que produce la condensación del vapor acuoso originándose así este fenómeno, como hemos visto que se condensa también la humedad en el seno de la atmósfera cuando la temperatura del aire baja del *punto de rocío*, originándose todos los meteoros acuosos.

Ahora bien, como el vapor acuoso sabemos (página 258) que se disuelve más á más tempe-

ratura, resulta que la cantidad de rocío producida es mayor al principio que al fin del enfriamiento, como también hay más rocío al amanecer (hora de más frío terrestre) y á la hora en que más alejado se halle el sol.

Por consecuencia son circunstancias productoras los desequilibrios de temperatura por la facilidad de la irradiación que produce el enfriamiento de los cuerpos y la presencia del vapor acuoso en cantidad suficiente. Por esto el rocío es abundante en las noches de cielo límpido que no estorba la irradiación y se presenta en menor cantidad en noches nubladas porque las nubes emiten el calor que absorban, como impiden la irradiación; un viento moderado aparta las capas de aire que cedieron su vapor acuoso trayendo otras que enfrían y dan rocío, y un viento fuerte aminora ó impide el rocío, porque el aire entonces no tiene tiempo para ceder su humedad á los cuerpos enfriados.

Como corolario de lo anteriormente dicho, la mayor facultad emisiva ó poder radiante y conductibilidad de los cuerpos para el calor, la mayor temperatura del aire durante el día son circunstancias que favorecen este fenómeno.

Es más grande el rocío en primavera y otoño que en invierno y estío, como es mayor en las costas y en las islas.

El rocío se precipita más abundantemente sobre las hojas y partes verdes de las plantas, porque se enfrían más que el aire por la radiación, y porque el vapor de la exhalación acuosa de los vegetales se agrega al del aire facilitando la saturación y condensación.

Flangergues, por medio de un platillo de

lata pintado al óleo colocado á un metro del suelo, ha obtenido una altura de agua de rocío de 6,43 milímetros al año en 125 observaciones y Gasparín expresando la consideración de la superficie foliácea humedecida, calcula que una planta de trigo puede recibir 225 miligramos de agua, exigua cifra que por exhalación diurna pierden las plantas por el influjo del sol saliente.

La escarcha ó helada blanca es el rocío helado, ó definido con más amplitud es la condensación del vapor acuoso del aire durante la noche á menos de cero grados, precipitándose sobre la superficie de los cuerpos muy enfriados por la irradiación, bajo la forma sólida ó de agujas sólidas que se licuan después por el calor solar.

Este fenómeno se produce más en invierno, aunque no deja de presentarse en primavera y otoño, realizándose rápidamente en invierno. En primavera y otoño muestra dos fases formándose primero rocío que después se congela.

Las circunstancias de su formación son principalmente un gran descenso de temperatura en relación con el poder emisor de los cuerpos y la entrada de vientos templados y húmedos en lugares muy fríos.

Y se llama *helada ó hielo* á una escarcha intensa ó sea á la mayor congelación del agua, de la humedad de la tierra y aun de los jugos contenidos en las plantas. Este fenómeno obedece á las mismas causas y condiciones en mayor grado.

En los parajes del Norte de Europa se producen durante los inviernos crudos los fenóme-

nos que en Francia llaman *givre* y *verglas*, que en esencia consisten también en la condensación del vapor acuoso por grandes enfriamientos.

Givre es una especie de *niebla helada* que forma muchas y largas agujas sobre el ramaje de los árboles y objetos salientes. Este fenómeno fué observado en el invierno de 1879 y en Enero de 1885 de 7^o á 19^o bajo cero en el Centro y Norte de España. Una gran escarcha formada de agujas blancas y blandas envolvía los objetos (ramajes, hilos telegráficos, postes, verjas, balcones, etc.)

Verglas es una especie de lluvia muy fina y muy fría que se hiela al caer sobre la tierra ó que forma carámbanos que envuelven á los objetos que toca.

Este curioso fenómeno se observó por primera vez en el Norte de Francia en Fontainebleau en el invierno de 1879 por una cantidad tal de hielo formada inmediatamente después de la lluvia que igualaba los peldaños de una escalera de piedra, los hilos telegráficos se cubrieron de una capa de 4 centímetros de espesor y el ramaje con otra de 2. M. Serval tuvo una ingeniosa frase al decir que los bosques y alamedas próximos á París parecían *inmensas exposiciones de cristalería*.

El rocío proporciona humedad á las tierras y á las plantas para sostener la vegetación cuando escasea la humedad y hay abundancia de rocío, como en las primaveras secas acontece con los cereales, y además fertiliza el campo por arrastrar al suelo gases fertilizantes y al abandonar el rocío el calor latente en los cuerpos sobre que se posa evita el enfriamiento brusco de las plan-

tas durante la noche, y al evaporarse el rocío cuando el sol sale se evita un calentamiento repentino, sosteniéndose la existencia vegetal no obstante de que el suelo tenga poca humedad. En los sitios próximos al mar estas influencias beneficiosas del rocío dan lugar á que se obtengan cosechas que en el interior de los continentes sólo se logran por el riego.

Haremos mención de que Davi dice que es muy dudoso que las plantas utilicen el agua de rocío que hay sobre las hojas atribuyéndose la tersura que las hojas tienen en las mañanas siguientes al rocío á la absorción que de agua hacen las raíces en tanto que entonces las hojas no la evaporan.

Esto no obstante no hay razón física que se oponga á la absorción de humedad por las hojas durante la noche, ni se puede asegurar que sea mucha la succión de las raíces durante la noche por las razones que ya conocemos (pág. 243). Además siempre se podrá evidenciar, como veremos en Geología, que la tierra absorbe humedad y que condensa por la noche el vapor acuoso del aire á causa del enfriamiento de sus materiales componentes. A las nieblas como al rocío se achacan daños en algunas plantas de hojas vellosas como judías y garbanzos, porque las gotitas esféricas de agua depositadas en los órganos vegetales concentran los rayos solares á modo de lentes convergentes quemándolos, y para evitar este efecto suelen pasar una cuerda floja por los sembrados cogiendo los extremos dos personas, quienes marchan paralelamente para mover las plantas y hacer que caigan al suelo las gotitas.

El rocío precipita también agentes infecciosos sobre las plantas como ya hemos dicho.

No titubeamos en declarar que la escarcha ó la helada es un fenómeno perjudicial á la vegetación porque es un meteoro que se produce al influjo de temperaturas excesivamente frías que interrumpen ó extinguen las funciones vegetales y cuya perniciosa influencia ya tenemos conocida, siendo altamente perjudicial cuando las plantas están jugosas en primavera que es cuando el deshielo es rápido y pernicioso por robar á las plantas una gran cantidad de calor, como por los estragos en sus sembrados y plantaciones saben los prácticos de nuestros países del Norte y Centro, y como hemos comprobado (páginas 315, 316, 317 y 318).

Lo propio que de la helada puede decirse de la *givre* y *verglas* que no son sino formas de la helada.

Ya nos ocuparemos en la Agronomía de las precauciones y medios que deben adoptarse para precaver los desastrosos efectos de este meteoro.

Ahora aprovechamos esta oportunidad para recordar á los ganaderos que las hierbas de prados con nieve, rocío ó escarcha producen después de ser ingeridas en gran cantidad y al ser digeridas *timpanizaciones* ó *meteorismos*, efecto de la dilatación que por el calor del organismo experimenta el agua evaporada de estos forrajes y los gases que se desprenden por las fermentaciones que experimentan en el aparato digestivo, como producen indigestiones violentas y congestiones é inflamaciones gastro-intestinales por enfriamiento, cual acontece con la alfalfa y

trébol y otras leguminosas especialmente, sugiriéndonos este daño el consejo de hacer pastar estas hierbas ó darlas en la estabulación después de que se les haya disipado esta humedad en el terreno ó se hayan desecado algún tanto, después de segadas, por la acción del sol y suministrar antes al ganado raciones secas para neutralizar estos resultados.

Meteoros eléctricos.—Hemos hablado de la existencia y orígenes de la electricidad del aire, al ocuparnos de la influencia de la electricidad de la atmósfera y al referirnos á la pretendida atracción que las montañas ejercen sobre las nubes ó la tendencia de las nubes á dirigirse y estacionarse más ó menos hacia las montañas, y á propósito de la naturaleza íntima de la electricidad hemos hecho alusión á la teoría dualista de Simmer ó de los dos *fluidos* llamados *positivo* y *negativo* (ó de nombre *contrario*) que existen en el aire según diferentes condiciones, como hemos dicho (pág. 326) y que tienden á atraerse para reconstituir el fluido llamado *neutro* ó *natural* resultante de la unión, neutralización ó recomposición de los dos fluidos enumerados, explicándose así todos los fenómenos meteorológicos debidos á este agente (chispa eléctrica, choque por retroceso, etc.)

Desde luego que la electricidad atmosférica es de igual naturaleza que la que se obtiene por los medios y aparatos de experimentación en los gabinetes de física, como han comprobado primero con la suposición de Wall y después con las experiencias del americano Franklin que motivaron el *pararrayos*, y al mismo tiempo de los europeos Reomas, Dalibar y Richman, pere-

ciendo este ilustre profesor en San Petersburgo cuando haciendo estas experiencias se aproximaba á una barra electrizada; pero para que se comprenda mejor la admirable *unidad de las fuerzas físicas* y la naturaleza de la electricidad según los estudios modernos se acepta más racionalmente la hipótesis *unitaria* análoga á la de Franklin, admitiéndose una sola especie de *electricidad* ó de movimiento vibratorio etéreo constitutivo de la electricidad, electricidad ó movimiento existente en mayor ó en menor cantidad, ó repartida con aumento ó con disminución, con exceso ó con defecto, proporcionalmente á la superficie de los cuerpos (*electricidad positiva* ó *negativa*) y cuya tendencia á la distribución regular ó restablecimiento en la repartición uniforme ó en el equilibrio (como en el calor y la luz) explicaría la emigración ó traslación de este agente, de unos cuerpos á otros para realizarse los fenómenos eléctricos (chispa eléctrica, choque por retroceso, etc.) y formar el fluido llamado *neutro*, así como la acumulación ó la fuerza tensiva eléctrica en algunos cuerpos y en algunos sitios.

La electricidad del aire se acumula en la superficie de las nubes, las cuales en las regiones altas se hallan aisladas de las capas inferiores de la atmósfera (mala conductora de la electricidad si es seca), proveyéndose así las nubes generalmente de la electricidad llamada positiva. Esto no obstante, las nubes pueden presentar electricidad negativa tomada de la tierra y transportada con las nubes por los vientos.

Nos conviene recordar que la tierra por su gran masa, recoge una gran cantidad de electri-

cidad, por lo que se la llama *depósito común* y que los electróscopos y electrómetros acusan que la electricidad se distribuye *en la superficie exterior* de los cuerpos, y que la electricidad se acumula en las puntas en tan gran cantidad que venciendo la presión del aire seco que la retiene puede escapar de los cuerpos dejándolos en estado natural.

Relámpago y rayo ó chispa eléctrica.—Relámpago es la trasmisión de electricidad ó *corriente* que se efectúa de una nube muy cargada de electricidad ó que tiene más fuerza tensiva de electricidad, hacia otra nube que tiene menos, para efectuarse la distribución regular ó restablecimiento en la repartición uniforme ó según la antigua opinión el relámpago es la chispa que salta entre dos nubes cargadas de fluidos contrarios.

Si las corrientes ó chispas se efectúan de una nube á la tierra el fenómeno se llama *rayo ó chispa eléctrica* (1), corrientes ó chispas que se pueden efectuar también de la tierra á una nube y entonces se llaman *centellas ó rayos ascendentes*, creyéndose lógicamente que en los rayos descendentes la electricidad viene de la nube (electrizada positivamente) al suelo y en los ascendentes la electricidad se dirige de la tierra (electrizada positivamente) á la nube.

En uno y otro caso, y cualquiera que sea la hipótesis que se acepte acerca de la naturaleza de la electricidad, la electricidad se dirige preferentemente por los puntos más próximos (en

(1) Se la llama también impropriamente *exhalación*.

virtud de las leyes de las *atracciones eléctricas* que como es sabido son proporcionales á las cantidades de fluído libre, y están en razón inversa del cuadrado de las distancias), así como por los sitios en que hay más tensión ó acumulación de electricidad ó sea por las *puntas*, además de que también va preferentemente por los cuerpos buenos conductores: metales, cuerpos húmedos, arboledas, etc.

De una luz vivísima blanca en las capas inferiores del aire y azulada ó violada en las superiores por la acción de la luz en el aire á diferente densidad, el relámpago sigue en su marcha una línea quebrada (*zig-zag*), por la ley de menor resistencia en los distintos puntos del aire, de una longitud variable, siendo los mayores de 25 á 35 kilómetros y con una velocidad tal, que la presencia muchas veces de su fulgor no dura ni una décima de segundo.

Los relámpagos por su forma pueden ser *lineales*, en *zig-zag*, parecidos á las chispas de nuestras máquinas; *fulgurantes* y *difusos* en todo el horizonte como las llamaradas de las substancias que se inflaman, siendo los más comunes y creyéndose que se forman en la masa misma de las nubes á las que iluminan; y los que de noche ocasionan resplandores sin ruido y sin nube y que, se supone, son debidos á descargas producidas en nubes tan alejadas (debajo del horizonte) que no se percibe el trueno.

El rayo ó corriente de la nube á la tierra ó viceversa, se efectúa preferentemente por los puntos más altos y de forma aguda (poder de las puntas: torres, copas de árboles, etc.), hallándose estas corrientes respecto á su prontitud y

cantidad en razón directa de la tensión eléctrica y mayor conductibilidad de los cuerpos (hombre, animales, plantas, metales, etc.)

Los rayos por su aspecto se llaman *simples* ó *verdaderos* si se propagan en línea recta; *centella* si se propagan en línea quebrada ó *zig-zag*, en virtud de la ley citada; y se llaman *globos de fuego*, *fulminantes*, *rayos globulares* ó *rayo* ó *trueno en bola* los que se ofrecen bajo el aspecto de llamas *globosas*, perceptibles por mucho tiempo (hasta más de diez segundos) en su curso de la nube á la tierra, blancos ó rojos, rebotando unas veces ó partiéndose en el suelo en otros más chicos que estallan con estruendo como de varios cañonazos.

Trueno.—Es la detonación ocasionada por la descarga ó recomposición del fluido eléctrico, ó el ruido que se oye con el relámpago ó el rayo, ó el ruido producido por el choque de la electricidad con el aire que recorre velocísimamente, ocasionando extensas vibraciones sonoras, ó producido por la conmoción que en el aire determina las descargas eléctricas. Como es sabido, unos admiten una detonación única que parece multiplicarse por reflexión del sonido en las nubes, montañas, tierras, edificios, etc., á la manera de los disparos de escopeta ó de cañón en valles rodeados de sierras, en tanto que otros sostienen que las detonaciones son varias y sucesivas, originadas casi sin interrupción, pero percibidas distintamente en un lugar determinado al recorrer el rayo los puntos de distancia desigual.

El relámpago y el trueno se efectúan á la vez, pero como el sonido sólo recorre con mo-

vimiento uniforme y en todos sentidos 340 metros y 89 centímetros por segundo á la temperatura ordinaria, en tanto que la luz recorre con movimiento uniforme 28000 miriámetros por segundo, percibimos el fulgor mucho antes que la detonación. Si la descarga se ha efectuado muy lejos, el trueno ó no lo percibimos ó percibimos un ruido duradero y progresivamente; pero si la descarga se efectúa próximamente al lugar en que nos hallemos entonces el trueno es breve y claro.

De consiguiente se puede calcular la distancia á que se efectúa la descarga eléctrica teniendo en cuenta que por cada segundo (que se ha computado con una pulsación) que trascurra del relámpago ó del rayo al trueno, estamos á 340 metros 89 centímetros, con la temperatura ordinaria, disminuyendo esta velocidad la temperatura baja y aumentando cuando el calor aumenta.

Efectos del relámpago y del trueno.—Los peligros que para el hombre y los animales representan los imponentes meteoros eléctricos, nos decide á exponer los efectos de estos fenómenos en todos los seres vivos como asunto de caridad para el hombre y de interés para la ganadería y la agricultura, ó para la agricultura, pues aunque los estudios agrícolas se han retrotraído á las plantas exclusivamente, por imposibilidad de abarcar tanto trabajo en una obra didáctica, ya tenemos muy repetido que la industria fitológica y la zoológica no debieran separarse nunca por lógica relación técnica y económica.

En el hombre y en los animales superiores

(de organización compleja), la mayor tensión de la electricidad atmosférica durante las tormentas aumenta normalmente la sensibilidad y la contracción ó los fenómenos encomendados al sistema nervioso encargado de la circulación del movimiento, reconstituyendo la sensibilidad perdida ó aminorada, determinando sobre las regiones que actúa acciones vaso-motoras y probablemente también modificando las corrientes que circulan por los nervios y los músculos, acrecentándose en consecuencia la nutrición y especialmente las funciones nerviosas.

En los animales inferiores (de organización sencilla) la electricidad excita igualmente la sensibilidad y la contractilidad de los hilillos ó retículos protoplasmáticos.

De otro lado, las corrientes *discontinuas* producen en los animales, y según la intensidad de estas corrientes, un aumento de sensibilidad y de contracción con aumento del trabajo molecular orgánico y las corrientes *continuas* provocan en el punto de entrada (ó en el polo positivo) un trabajo de descomposición orgánica (desasimilación) en tanto que en el punto de cierre del circuito (ó en el polo negativo) se provoca un trabajo de composición orgánica (asimilación).

En los vegetales ya hemos dado á conocer (páginas 326 á 333) los efectos de la electricidad atmosférica y de las corrientes eléctricas, lo que demuestra que aunque carecen de sistema nervioso hay que admitir que son estimulables ó que reaccionan con fenómenos más ó menos intensos de sensibilidad y movimiento al influjo de ciertos excitantes, como acontece en algunos animales de orden inferior (los protozoarios),

residiendo todas las acciones vitales de estos seres sencillos ó sin tejidos diferenciados en su protoplasma ó materia organizada, viva sumamente compleja é inestable y de estructura reticulada; en fin, muy apropiada para la realización de los fenómenos físico-químico-mecánicos en que la vida consiste. Esto evidencia la unidad vital de todo el reino orgánico, apreciándose sólo diferencias de grado según la especial composición físico-químico-anatómica de la materia constituyente de los grupos y de los individuos.

El relámpago ejerce por su luz vivísima acción directa sobre el hombre y los animales produciendo la ceguera fugaz ó permanente porque la sobreexcitación que ocasiona el fulgor cuando es muy intenso y duradero determina una rápida descomposición de materia orgánica mayor que la formación de la misma materia orgánica en igualdad de tiempo.

El estampido intenso del trueno origina, por las violentas conmociones del aire, efectos mecánicos perturbadores en el aparato del oído y su función, determinando además exacerbaciones nerviosas que pueden trastornar otros actos de la vida.

En los vegetales estas influencias no son notables ni notadas, determinadas ó perceptibles. Sin embargo las tempestades parece que acrecientan los efectos nutritivos que en los vegetales produce la electricidad atmosférica, como lo comprueba el curioso hecho acaecido en el cantón de Auxerre (Francia) hace cincuenta años. Pocos días antes de la vendimia aparecieron nubes tempestuosas siendo grande el calor, los re-

lámpagos frecuentes y lloviendo algo durante dos horas. A la mañana siguiente se notó con sorpresa que los racimos de uva estaban totalmente maduros, siendo necesario anticipar la recolección, observándose después que la materia colorante no se había formado, pero que el vino era *generoso*, de bastante fuerza alcohólica, lo que demuestra que había sido grande la formación de azúcar al influjo de la electricidad (páginas 327, 328 y 251).

La electricidad acumulada en el aire durante las tempestades activa también el crecimiento de los vegetales, hecho notado en el trascurso de algunos momentos en las hojas y brotes de los árboles en la primavera, y desarrollándose también mucho las yemas por una breve tempestad.

Aunque se asegura que en los días tempestuosos la germinación de las semillas es más activa, Davy y Becquerel afirman que las semillas electrizadas negativamente germinan con prontitud y que no evolucionan las semillas electrizadas positivamente, teoría esta última que nos parece más acertada, según lo que llevamos dicho del influjo eléctrico en las plantas y teniendo en cuenta que la germinación es más bien, al menos en el principio, un proceso de descomposición orgánica (2.^a nota de la página 240).

La electricidad que recorre el aire combina el oxígeno con el nitrógeno, produciendo los ácidos nitroso y nítrico (página 260), como forma amoniaco y los mismos ácidos nitroso y nítrico por descomposición del vapor de agua en sus elementos constitutivos (hidrógeno y oxíge-

no) y subsiguiente combinación con el nitrógeno del aire (página 259).

Los ácidos nitroso y nítrico se combinan á su vez formando los nitritos y nitratos de esta base que condensados y arrastrados al suelo por los distintos meteoros acuosos aportan á la tierra materiales fertilizantes de gran utilidad.

A las descargas eléctricas se atribuye también la condensación del oxígeno para formar el ozono (página 261).

Efectos agrícolas del rayo.—Vamos á examinar los efectos caloríficos, mecánicos, químicos y fisiológicos que el rayo produce y que más nos interesa conocer cuando los seres vivos ó los objetos se hallan entre la nube y la tierra al paso de la electricidad para la recomposición del equilibrio eléctrico, efectos naturalmente que están en relación con la intensidad de la descarga.

Los efectos *caloríficos* se reconocen por inflamarse las sustancias combustibles (alcohol, eter, petróleo, resinas, pólvora, bosques, etc.), así como por la incandescencia, fusión y volatilización de hilos y láminas metálicas y por la licuefacción y vitrificación de las sustancias síliceas ó arenosas, constituyendo los llamados *tubos fulminarios, tubos del rayo ó fulguritas* de una longitud hasta de 10 metros.

Los efectos *mecánicos* se aprecian por la trituración de las piedras y cuerpos malos conductores de la electricidad, por las heridas mayores ó menores en la corteza de los árboles, por deruir edificios y muros y trasladar violentamente los objetos á distancias más ó menos grandes.

Respecto á los efectos *químicos* repetimos

aquí lo dicho acerca del particular al tratar de los efectos del relámpago.

Los efectos *fisiológicos* son variadísimos é interesantes sobre el hombre, los animales y las plantas y pueden referirse en su acción á los ya enunciados y á los trastornos moleculares que en los seres vivos produce el paso de la electricidad á través del sistema nervioso ó de los tejidos (págs. 330 y 331). Sólo pensando así podremos darnos razón de resultados tan distintos que produce el rayo, ya transportando al hombre, á los animales, á las plantas y á los objetos á lugares más lejanos, ya ocasionando la trituración de los huesos, ramas, etc., pulverizando á los seres vivos y á todas las cosas, ó determinando la asfixia, ó congestiones viscerales, quemaduras, heridas, hemorragias, síncope, parálisis, disminución ó abolición de las funciones de las plantas y de los animales en sus actos generales ó de los sentidos, ya la exacerbación del reuma ó de las neuralgias, ya la curación de parálisis y enfermedades crónicas, todo dependientemente de la energía de la descarga, de la susceptibilidad de los individuos y de la conductibilidad de los cuerpos inertes.

En los vegetales son pasajeros los efectos de la luz que acompaña á las descargas eléctricas. Por cierto que el color de esta luz varía con los gases y vapores existentes en el aire, y con la naturaleza de los cuerpos entre los cuales se efectúa la descarga eléctrica, porque según Fusinieri siempre hay transporte de ténues partículas de los cuerpos entre los que se produce la recomposición, siendo lógico que la luz ofrezca

distinto matiz á su pasó por estas partículas de composición diversa.

El rayo produce á veces sus efectos fisiológicos aunque la descarga se efectúe á distancia del lugar en que se hallen el hombre, los animales y las plantas. Al fenómeno se le llama *choque por retroceso* y está reducido á una fuerte conmoción ó sacudida mortal que los séres vivos experimentan por la reconstitución brusca del equilibrio eléctrico. El fenómeno se explica de modo distinto según que se adopte la teoría dualista ó de los dos fluídos eléctricos ó según se siga la unitaria ó de una sola especie de electricidad.

Suponen los dualistas que una nube electrizada ejerce sobre varios puntos culminantes más ó menos próximos *electrificación por influencia* y descompone el fluído *neutro* de esos puntos elevados *atrayendo* al de nombre contrario de la tierra y objetos en ella existentes y repeliendo á cierta distancia al del mismo nombre.

Si en esta situación la nube se descarga con otra nube ó con una montaña ó con uno de los aludidos puntos altos, los fluídos separados en los demás puntos y objetos por la influencia de la nube tienden á unirse muy repentinamente, pasando el fluído de nombre contrario (que estuvo atraído por la nube) á través de los objetos tan velozmente (para ir á reunirse con el otro fluído del mismo nombre de la nube alejado á cierta distancia) que la recomposición súbita causa la misma conmoción ó sacudida que el rayo.

Según la teoría unitaria que, como sabemos, no acepta mas que una sola especie de electrici-

dad más ó menos abundante en los cuerpos, explícate el choque por retroceso sencillamente, pensando que los objetos existentes en los lugares más ó menos próximos á la descarga se apropian repentinamente de la nube mucho más electrizada una cantidad muy grande de electricidad, verificándose esta apropiación por el intermedio del sistema nervioso de los animales á través del cual circula el movimiento, ó los tejidos vegetales, produciéndose en los animales una actividad nerviosa incompatible con la vida y pudiendo producirse en los vegetales una perturbación molecular también incompatible con la vida (págs. 330 y 331). Para comprobar el efecto del choque por retroceso se coloca una rana cerca de una máquina eléctrica y á cada descarga ó disparo que se obtenga del aparato se vé que el animal experimenta una conmoción violenta.

Estos efectos variados de la chispa eléctrica comprueban positivamente la *unidad de las fuerzas físicas* y la transformación de unas fuerzas en otras ó de unos movimientos en otros, según decíamos en las páginas 306 y 307 y ya indicamos en la 254 y como demuestra este experimento sencillo: Cójase un papel blanco, caliéntese junto á una chimenea para secarle bien y para que el experimento sea más perceptible y pronto, y hecho esto póngase sobre una mesa barnizada y seca; frotando el papel con un pedazo de goma elástica y en una habitación seca y á oscuras observaremos que pretendiendo levantar el papel por una punta se *adhiera* á la mesa como si estuviese pegado ó mojado y aproximando la mano á la mesa notaremos también

que la mano se nos pega y oiremos pequeños *chasquidos* y veremos *chispitas eléctricas*. La fuerza ó el movimiento de masa invertida en frotar el papel se ha convertido en calor al calentarse el papel, en electricidad al adherirse el papel á la mesa, y en luz y ruido ó sonido en las chispas eléctricas.

Para evitar los desastrosos efectos del rayo sobre el hombre, los animales y los edificios, se aconsejan algunas prescripciones utilísimas, deducidas de estos conocimientos, que vamos á propagar entre los que, ignorándolas, puedan con la lectura de estas páginas prevenirse y prevenir sus ganados y caseríos de los desastres de este meteoro terrible.

Alejarse de los lugares expuestos al rayo y destruir ó recoger la descarga por medios adecuados, son preceptos provechosísimos.

Es una buena regla alejarse de las corrientes eléctricas que, como se comprende bien, van en la dirección de los vientos, del aire húmedo (entonces buen conductor) y de las chimeneas por el hollín, que también es buen conductor, por su elevación y por los vientos que pueden atravesarlas.

Es conveniente rodearse de cuerpos malos conductores como cristales, vestidos de seda y lana, como perjudicial es hallarse entre lino, cáñamo y algodón, más conductores de la electricidad, y peor aún estar cerca de los metales, los mejores conductores de la electricidad, constituyendo grave riesgo estar en los puntos elevados ó en las torres ó aproximarse á los campanarios singularmente cuando tañen las campanas, hecho que se pudiera explicar por la buena con-

ductibilidad de los metales y por los movimientos que en el aire producen las ondas sonoras. Es también impropcedente aglomerarse gente, pjaras y rebaños en lugares reducidos, pues á más de que el hombre y los animales son buenos conductores de la electricidad, la traspiración cutánea y la perspiración pulmonar humedecen el aire haciéndolo también buen conductor de la electricidad. En caso, pues, de tormenta diseminaremos personas y animales.

Los plantíos y los bosques, tan útiles por tantos conceptos, ejercen además una acción muy beneficiosa en el estado eléctrico de una comarca equilibrando por su elevación y buena conductibilidad la distribución eléctrica entre el aire y el suelo y obrando como verdaderos pararrayos, por lo que se explica que en los terrenos desprovistos de árboles sean más frecuentes los rayos que en los que están próximos á las alamedas, en los que no hay descarga violenta, ó si la hay se efectúa sobre la copa de los árboles.

Sin embargo, durante las tempestades huiremos de las proximidades de los árboles y nunca la gente ni el ganado se cobijarán bajo las arboledas y menos en los sitios altos, guareciéndose en los lugares bajos despoblados de árboles, ó tendiéndose en el suelo de las esplanadas.

También se procurará no ir cabalgando en las bestias, ni que corran los animales cuando se monten por necesidad, ni que lleven los animales cencerros ni campanillas, según los antecedentes expuestos para preservarse del rayo, evitándonos digresiones sobre un punto que se comprende fácilmente.

En fin, por medio del *pararrayos* ó se evita

también la descarga ó se efectúa la descarga sobre este aparato dirigiéndose la corriente por este aparato que se enlaza á puntos pertinentes, librando así al hombre, á los edificios, á los animales y á los objetos todos, de los efectos desastrosos producidos por este meteoro.

Es tan interesante y sencilla la teoría y descripción del pararrayos, que no podemos resistir al deseo de quebrantar nuestro propósito, entrando en estos detalles siquiera por un sentimiento de humanidad y de precaución práctica.

El pararrayos se debe á Franklin, como hemos indicado, y consiste en una barra de hierro (metal poco fusible), de nueve, seis ó cuatro metros de alta y de grosor suficiente para que no la funda el rayo, disminuyendo gradativamente para terminar en una punta muy aguda de platino (que no se oxida por el aire húmedo y es menos fusible aún que el hierro) ó terminada por un cono de cobre dorado de poco mayor altura que el diámetro de la base de la barra, ofreciendo el cobre la ventaja de ser muy buen conductor de la electricidad. La punta de platino ó de cobre debe entrar á tornillo para mayor solidez, evitando las soldaduras. La barra se fija verticalmente en la armadura del tejado ó punto más elevado del edificio ó caserío y en la base se la coloca un conductor ó cadena metálica á que se puede dar la forma de cable ó cuerda de un centímetro de calibre, compuestos de tres cordoncillos de alambre de un milímetro á milímetro y medio de grueso cada alambre.

El conductor se une por medio de placas, láminas ó cordones de hierro con todas las partes metálicas del edificio; como cubiertas de

zinc, canalones, chimeneas, etc., y después se le dirige al suelo, donde se le divide en diferentes ramificaciones que deben penetrar en un pozo con agua, en cuyo líquido se distribuye la electricidad, ó se ponen esas ramificaciones en una fosa llena de cisco molido, material también buen conductor de la electricidad y que no óxida al hierro.

Sobre todo debe procurarse que el conductor no tenga interrupción alguna desde la barra al suelo, porque donde se interrumpa el conductor, se acumula la electricidad, ya la electricidad venga de la nube ó vaya del suelo, y se efectúa la descarga produciéndose los resultados dañosos consiguientes.

La teoría física del pararrayos es tan fácil como puede verse.

Admitiendo la teoría dualista se explican sus efectos del modo siguiente: Las nubes electrizadas, al acercarse hasta el lugar en que el pararrayos entra en la esfera de acción de las nubes, las nubes descomponen *por influencia* el fluido natural rechazando el del mismo nombre hacia la tierra y atrayendo el de nombre contrario. Este último se acumula en la punta del pararrayos y su tensión llega á vencer la resistencia del aire y sale á modo de surtidor para combinarse con el de la nube reconstituyéndola en su estado natural ó *fluido neutro* y evitando la descarga ó recogiendo la descarga en un punto, en un pararrayos, donde hay acumulada gran cantidad de fluido de nombre contrario.

Por la teoría unitaria se explica que el pararrayos evite ó produzca la descarga por dirigirse la electricidad desde donde se halla más acumu-

lada á donde lo está menos, de la nube al suelo ó del suelo á la nube en virtud del poder de las puntas y sitios altos y de la ley de las atracciones ó dirección eléctrica que se efectúa como hemos dicho en razón directa de la cantidad de fluído ó de la tensión (en el sentido de la menor resistencia) y en razón inversa del cuadrado de la distancia.

Réstanos decir que el área de protección de un pararrayos se fija prácticamente en un círculo cuyo radio es igual al duplo de la altura de la barra que forma el pararrayos. Así pues, si la barra tiene cinco metros, tendremos protegido un círculo de 10 metros de radio ó sea un círculo de 20 metros de diámetro, ocupando el centro el pararrayos. Con esta cifra se puede calcular si el espacio que deseamos resguardar de las descargas eléctricas necesita uno ó más pararrayos.

Granizo.—El granizo se ha considerado como un meteoro acuoso dependiente de la electricidad ó como un meteoro acuoso sencillamente dependiente de la congelación del vapor acuoso en núcleos transportados á gran distancia por los vientos.

El granizo consiste en un grano más ó menos redondeado de agua solidificada en cuyo centro hay un *núcleo opaco*—ó de nieve más ó menos gruesa y diáfana, distinguiéndose á veces capas concéntricas, ya todas transparentes, ya alternativamente diáfanas y opacas, y otras veces los granos ofrecen una estructura radiada. Los glóbulos de granizo varían de tamaño y forma, llamándose *pedra* cuando es muy grande.

El granizo cae antes y durante las tormentas

y nunca después; dura pocos minutos y al caer ocupa una extensión menor que la de la nube. Se presenta más á menudo en verano, en primavera y otoño que en invierno, y de día en las horas de más calor del estío más que de noche ó de madrugada.

Ocupémonos del granizo como meteoro eléctrico. Según este concepto, Volta suponía que la formación del granizo era debida á la absorción del calor del sol en la superficie superior de la nube determinándose una intensa y rápida evaporación que á su vez ocasionaba la congelación del vapor acuoso, constituyéndose el núcleo. Constituídos así los núcleos y situados entre dos nubes aisladas, colocadas una sobre otra y con electricidad distinta, los núcleos y una de las nubes serían electrizados por influencia de la otra nube más cargada de electricidad y la nube influenciada y los núcleos se cargarían de electricidad de nombre contrario á la que tuviera la nube influyente, atrayendo ésta los núcleos, núcleos que además serían repelidos de la nube influenciada por tener igual electricidad; llegados los núcleos á la nube influyente, neutralizarían su electricidad con esta nube y se cargarían además de la electricidad de esta nube, que los repelería nuevamente, produciéndose así en la naturaleza lo que en los gabinetes de Física se llama *granizo eléctrico*, para demostrar la electricidad desarrollada por influencia, y que en la teoría unitaria se explicaría por la corriente eléctrica en el sentido de la menor tensión y transporte veloz de los núcleos de una á otra nube. Los núcleos, al pasar de una nube á otra, condensarían el vapor acuoso circundante del aire

en que se movieran, vapor acuoso que se agregaría por capas sucesivas, haciéndose voluminosos y pesados para caer en definitiva y redondeados por los choques que pueda haber entre los núcleos mismos, choques que explicarían el ruido que acompaña y anuncia á las nubes de granizo.

Por cierto que estas nubes son de color ceniciento obscuro, poco altas y de bordes muy desgarrados.

Desde luego se ha objetado á esta teoría lógicamente, diciendo que la evaporación rápida (que produce en la cara superior de la nube el calor solar para constituir por un gran enfriamiento los núcleos) no puede ser intensa y presta si no aumenta progresivamente el calor, calor que impediría la formación de los núcleos y además el granizo cae algunas veces por la tarde y por la noche, lo que demuestra que el granizo no lo forma la evaporación intensa ocasionada por la absorción del calor del sol en la parte superior de la nube.

De otro lado, como las dos nubes necesarias en esta hipótesis tienen que estar muy cargadas de electricidades distintas ó de muy diferente tensión eléctrica para sostener el gran peso de los granizos, no se comprende cómo no se recomponen los flúidos ó se restablece el equilibrio eléctrico, máxime cuando el transporte de granizo de una nube á otra favorece este efecto.

Otros físicos y tratadistas creen que el granizo se forma por la congelación del vapor acuoso de una nube al influjo de la electricidad.

Fundados en esta teoría, han pretendido algunos evitar la formación del granizo por medio

de un aparato que, por su pretendida aplicación á la Agricultura y por aparecer citado ó descrito en los libros de texto, daremos á conocer.

Paragranizos de Murray. — Al decir de los autores referidos, este aparato consiste en un alto poste de madera con una hendidura longitudinal para alojar una barra metálica que terminando en punta aguda sobresale arriba y se continúa abajo hasta profundizar en la tierra humedecida. El poste tiene de trecho en trecho abrazaderas de cuero ó de cáñamo (que nos parecen malas por ser buenas conductoras de la electricidad) cuyas abrazaderas se sujetan por cuñas de caña ó madera para sostener el conductor en la ranura ó hendidura.

En síntesis, el aparato viene á ser un pararrayos que restableciendo el equilibrio eléctrico ó recomponiendo los flúidos de la nube y de la tierra en el área conocida, se le atribuye la virtud de impedir la congelación del agua y los desastres que en los sembrados produce la fuerte caída del granizo ó de la piedra, como se dice que produce la caída del agua en estado líquido ó de nieve suave ó granizo tenue, y partiendo del supuesto de que la electricidad, aumentada en las regiones frías y más ó menos altas en que se halla la nube, ocasiona la solidificación del agua y la formación subsiguiente del granizo. Dícese que se ha visto caer muchas veces granizos gruesos en posesiones lindantes con otra que tenía estos aparatos y detenerse (¿el granizo?) en la misma línea de los paragranizos sin pasar adelante, y que formada una tempestad en un terreno compuesto de tres bancales contiguos, si sólo el bancale de en medio tiene paragranizos,

también se ha visto pasar la tempestad de uno á otro campo extremo, permaneciendo suspendida en el central ó protegido por el aparato. Y por último, dícese también que el paraganizos se ha generalizado en Alemania, Suiza, Italia y otros países.

Aun admitiendo que el paraganizos obre á la manera del pararayos, ¿cómo es que no dejan de romperse por el granizo los cristales de los edificios que tienen pararayos? (palacios, hoteles, cubiertas de cristalería, invernáculos ó inveruaderos de hierro y cristal, etc.) ¿Cómo las arboledas y bosques no impiden la caída de granizo ó piedra en los campos colindantes? Estos son hechos; la teoría del pararayos está muy demostrada; la formación del granizo se explica por hipótesis.

Todo esto prueba por de pronto que las nubes de granizo pueden ir y van á descargar donde no se han formado.

Y en el caso de que sean dos las nubes necesarias para la formación del granizo según los creyentes con Volta, ¿podrá efectuar el paraganizos desde abajo la recomposición de los flúidos eléctricos ó la reconstitución del equilibrio eléctrico cuando hay arriba dos nubes *más próximas* entre sí, más cercanas que realizaran el efecto más pronta y seguramente en virtud de la ley de las atracciones eléctricas, aun suponiendo que la nube inferior fuera precisamente la llamada á establecer la corriente eléctrica con el paraganizos por su electricidad de signo contrario ó su diferente tensión eléctrica?

Según estas creencias, siempre que el vapor de agua se congelase al influjo de la electricidad

en las regiones elevadas del aire, se habrá de formar granizo y si no se habrá de formar nieve; ¿y esto está demostrado?

Más lógico nos parece el siguiente parecer que explica el granizo *como un fenómeno meteorológico acuoso*.

Los núcleos del granizo se pueden formar al influjo de un viento huracanado muy frío que á la vez conduce estos mismos núcleos horizontalmente ó con mucha oblicuidad en el aire, atravesando así 15 á 20 leguas, condensando y congelando los núcleos á los nuevos vapores acuosos que hallen al paso, siendo la velocidad de esta marcha la causa del ruido que se nota en estas nubes que caminan con mucha rapidez.

De este modo la electricidad de la nube que transporta los granizos sería *efecto* y no *causa* del fenómeno, dándonos cuenta de la ineficacia práctica de los paraganizos y pararayos para impedir la formación y efectos del granizo ó de la piedra.

Otros contemporáneos meteorologistas dicen que el granizo es un meteoro acuoso que se produce por la rapidísima evaporación que experimenta la lluvia atravesando capas de aire muy secas á las que sustrae una gran cantidad de calórico para congelarse.

Efectos agrícolas del granizo.—Perniciosos siempre son los efectos del granizo. Por la época en que se presenta y por su tamaño y la fuerza de su caída, contunde los tejidos vegetales exponiéndolos á la destrucción, tumba las plantas herbáceas, arranca hojas, flores y semillas, desgaja las ramas de los árboles y sus frutos heridos se descomponen al influjo del aire, del ca-

lor, de la humedad y de los microorganismos zimógenos ó fermentativos; además determina en los vegetales directamente un brusco enfriamiento, y al licuarse y evaporarse prontamente por el calor atmosférico se hace más intenso el descenso de temperatura en derredor de las plantas, ocasionando grandes riesgos estas bajas temperaturas.

Juiciosamente se aconseja desde ha mucho tiempo á los agricultores el seguro de sus sembrados contra el granizo en algunas sociedades mercantiles creadas con este fin, ó esta misma garantía en sociedades agrícolas de seguros mutuos contra el granizo y los efectos del rayo, asociaciones que darían excelente resultado, porque todos los labradores y ganaderos estarían interesados en el fomento y buena fe de estas operaciones gremiales, y como darían óptimos resultados las asociaciones de seguros mutuos contra las enfermedades de los ganados, como para otros efectos utilísimos á la empresa rural (páginas 90, 124 y 136).

A título de noticia, y sin quitar ni poner comentario, vamos á insertar, *subrayando algo*, el suelto siguiente de un importante periódico, por si con sus indicaciones se logra algún éxito contra los pedriscos:

«*Nature*, de Londres, relata una curiosa experiencia, que no deja de tener interés para los agricultores.

Albert Stiger, propietario de grandes viñedos en Windisch-Freistritz (Austria), tenía, como es natural, gran temor á los pedriscos por el daño que pudieran causar á sus viñas.

Buscando el modo de librar sus tierras de

tan temible peligro, Stiger ha ideado *disolver las nubes á cañonazos! Y las ha disuelto.*

Sobre las colinas que rodean sus propiedades ha colocado Stiger seis estaciones, buscando los puntos más elevados. En cada estación ha establecido diez grandes morteros. Apenas en verano una nube de mal cariz amenaza convertirse en tormenta desoladora, Stiger da orden de cargar los sesenta morteros, echando en cada uno 120 gramos de pólvora.

Si las nubes aumentan y la tormenta se prepara, Stiger dispara á la vez sus sesenta morteros y *el cañoneo continúa* hasta acabar con las nubes.

La primera experiencia despertó grande interés y curiosidad. Era una tarde de verano: grandes nubarrones negruzcos, de aspecto pavoroso, cerníanse sobre la región *defendida* por las baterías de Stiger. Disparáronse con gran estrépito los sesenta morteros, y muy poco después abrióse en el centro de las nubes un gran orificio *en forma de embudo*, y por él, al continuar los disparos fueron elevándose las nubes, que acabaron por dejar el cielo despejado.

No cayó un graniço ni una gota de agua. Seis veces más se han repetido las experiencias en el último verano, y las seis veces se ha obtenido el mismo resultado.

¿Cómo explicarlo? Quizá el humo de la pólvora al elevarse *caliente en grandes cantidades* sea bastante *á disolver las nubes*, porque si éstas son vapor de agua en un estado especial de condensación, parece claro que el calor contribuirá á que esa condensación no se verifique »

Y ahora diremos nosotros que, suponiendo

que el granizo fuese un meteoro debido á la electricidad el humo de la pólvora, al elevarse caliente en grandes cantidades, quizá sea bastante también para calentar y dilatar el aire y haciéndolo mejor conductor que cuando es frío disipa la tormenta consiguientemente, como se hace y se hizo para reconocer la electricidad de la atmósfera al usar electróscopos de una varilla metálica terminada en punta ó con una bujía encendida en lugar de la varilla, interponiendo un tubo de agua destilada entre la luz y el electróscopo, con lo que se impide la transmisión de la electricidad de la combustión sin perjuicio de la contenida en la atmósfera. Los indios tienen la costumbre de encender grandes hogueras para conjurar las tempestades.

¿Se podría explicar así también el hecho conocido de todos los que veranean en San Sebastián, donde el popular empresario de toros, Arana, ahuyenta las nubes para evitar la lluvia durante la corrida, y que extranjeros y españoles acudan á nuestra fiesta nacional con gran regocijo para los muchos aficionados y para el empresario, que acrecienta sus ganancias y divierte al *respectable público* sin que nadie se moje *hasta que se acaba la lidia*, pareciendo como que Arana dispone hasta de los elementos naturales como un gran nigromántico meteorologista?

¿Habrá imitado Arana á Stiger ó Stiger á Arana...?

«Bien puede ser que no sea.»

Piensen los sabios y... los toreros.

Desconócense, en definitiva, medios preservativos seguros del granizo.

Como remedio parcial al desastre que causa

el granizo en los plantíos, se aconseja la poda inmediata de los tallos y brotes lesionados, con lo que se aminoran los destrozos por infección para el año siguiente si el pedrisco es tardío, y si el pedrisco viene pronto, en primavera, quizás nuevos vástagos puedan en algunos casos dar el fruto apetecido.

En los sembrados caídos completamente por una granizada, sería conveniente algunas veces enterrar en verde las plantas para que sirvieran de abono, ó darlas de alimento al ganado, con lo que se evitaría su descomposición en el suelo sin utilidad alguna. Y si algunas plantas no hubieran caído, puede procurarse su desarrollo empezando por levantar en seguida las tumbadas para que se utilicen como forraje y evitar que se pudran por la humedad y el calor, facilitando así, ó además con una labor, la desecación del terreno en provecho de las subsistentes.

Auroras polares.—Al fenómeno se le llama *aurora boreal* y *aurora austral*, según que se presenta en la región circumpolar del Norte ó del Sur. Este esplendoroso meteoro se presenta dos ó tres horas después de la puesta del sol y dura varias horas continua ó intermitentemente, bajo el aspecto primeramente de una nube obscura en forma de segmento circular cuyo vértice corresponde al meridiano magnético, mirando la concavidad hacia la tierra, nube que después se va iluminando de rojo y rosado á amarillo pálido, y de cuya parte interior salen ráfagas diversamente coloreadas que se reunen en la parte superior formando una *corona* luminosa.

La aguja imantada oscila con un día de anticipación al fenómeno y las líneas telegráficas se

interrumpen mientras dura, lo cual prueba el origen eléctrico y magnético del meteoro.

Este meteoro es más frecuente cuando se presentan nubes *cirrus*; el medio del arco se halla entre S. y SSE.; la aurora oscila hacia el Sur durante los equinoccios y al Norte durante los solsticios (1) y muestra un movimiento diurno dirigiéndose al Norte por la noche; el mayor aumento anual está en el solsticio de invierno, y en las zonas templadas el máximun está en los equinoccios y la frecuencia del fenómeno está en razón inversa con la abundancia de manchas solares.

Este meteoro se explica por un gran acumulo de electricidad desde la tierra al aire en los polos, ó por corrientes eléctricas que se desprenden de los polos hacia las altas regiones del aire ó viceversa (según la generalidad de los físicos) por corrientes de *fluido positivo* que desde las altas regiones del Ecuador lleva el vapor acuoso del aire elevado á los polos donde adquieren mayor tensión al condensarse en un pequeño espacio para unirse con el *fluido negativo* de la tierra por el intermedio de las partículas de hie-

(1) *Equinoccios* son los dos puntos en que la *ecliptica* corta al Ecuador y que marcan la posición aparente del sol al principio de la primavera y del otoño, y en los que los días son iguales á las noches en toda la tierra.

Solsticios son los dos puntos en que la eclíptica toca á los Trópicos y sobre los que el sol se encuentra y se detiene aparentemente al principio del verano y del invierno, determinando que los días sean mayores en un hemisferio de la tierra y menores en el opuesto.

Ecliptica es un círculo que corta al Ecuador con una oblicuidad de 23 grados y 27 minutos y llega hasta tocar en los Trópicos; representa la órbita ó dirección real de la tierra en el espacio por más que aparente ser el camino del sol en nuestro alrededor.

lo del aire (¿nubes cirrus?) siendo esta la causa de la tempestad eléctrica (según de la Riva y Peltier) y en fin, á corrientes del aire de los vientos alíseos que calentado antes en el Ecuador y dirigiéndose á los polos llega á hacerse luminoso (según otra opinión menos probable y generalizada en que nos parece ver el efecto de las causas eléctricas enumeradas).

En la fosforescencia del argón (pág. 262) por las descargas eléctricas, se ha fundado otra hipótesis acerca de las *auroras boreales*.

Según esto, la influencia de las auroras (poco marcada en los vegetales) se puede referir al cambio repentino de temperatura, descenso de presión, iluminación y tensión eléctrica del aire sobre todos los seres vivos, pues el fenómeno precede á grandes desequilibrios eléctricos.

Los meteoros luminosos y magnéticos (arco iris, espejismo, halos, parhelios, anthelios, etc.), no ejercen sobre las plantas una acción específica y su influjo se puede referir á la acción de la luz en general expuesta en la lección precedente, donde también puede verse repasando la influencia del ácido carbónico del aire en la vegetación.

Los fenómenos magnéticos no ejercen sobre las plantas influjo que merezca anotarse.

Meteorognosia.—Ya definimos el objeto y fin de este tratado en la página 255.

Ciencia y arte que, fundamentándose en los antecedentes meteorológicos, deduce los fenómenos que han de sucederse en la atmósfera para provecho ó daño de las plantas.

Sus bases son los conocimientos físicos y meteorológicos; sus principios científicos las relaciones de los fenómenos meteorológicos con las

causas productoras, y sus deducciones ó consecuencias los efectos que pueden producir los datos ó elementos naturales reconocidos como causa y condiciones de los fenómenos atmosféricos.

Esta es la característica de la meteorognosia, que como se ve nada tiene de misteriosa ni extranatural, y seguros estamos de que el día en que se conozcan mejor las causas, condiciones y medios de apreciación de los meteoros, se habrán resuelto y vulgarizado las adivinaciones del tiempo futuro que hoy como antes y como siempre están al alcance de todos los que observen cuidadosamente las modificaciones diversas que los cuerpos nos presentan al influjo de circunstancias diferentes, modificaciones que son las señales ó datos de los augurios.

He aquí todo; y véase cómo acerca de esto se expresa Laplace: «Nosotros debemos mirar el estado presente del Universo, como el efecto de un estado anterior y como la causa del que ha de seguir. Una inteligencia que en un instante dado conociese todas las fuerzas de que la naturaleza está animada, y la situación respectiva de los seres que la componen, y si además fuera tan vasta que sometiese estos datos al análisis, abrazaría en una sola fórmula los movimientos de los grandes cuerpos del Universo y los del más imperceptible átomo, nada sería incierto, el porvenir como lo pasado estaría siempre á la vista.»

Signos vulgares y científicos para pronosticar los fenómenos meteorológicos.—Muchas han sido las tentativas más ó menos afortunadas que se han efectuado para adoptar signos de previsión del

tiempo, muchas las reglas expuestas en forma de adagios desde las más remotas épocas; Virgilio (pág. 178) en sus *Georgias*, trata ya de estos asuntos, como Plinio (pág. 179). En una obra inglesa denominada «Reglas del pastor», publicada por M. Coridge en 1744, y en los tratados de *Meteorología práctica* de Lenebrier y Toaldo, se han recopilado los trabajos meteorognósticos de tiempos anteriores, y en la edición de la obra de Gabriel Alonso de Herrera (edición del año 18), se incluye un tratado de pronosticar del Licenciado D. Rodrigo Zamorano (páginas 54 y 55), como en las obras modernas de física en varias secciones se indican preceptos para la previsión del tiempo.

Las observaciones de labriegos, pastores y marinos han sido atendidas y á veces explicadas por los naturalistas y físicos, y en ñn, en los tiempos modernos los adelantos en las ciencias físico-naturales han realizado verdaderas conquistas en la predicción del tiempo.

Por la observación inconsciente de los hechos muy repetidos en largo tiempo, por rutina, por empirismo, el vulgo conoce los signos de buen ó mal tiempo próximo, es decir, las señales que muestran la proximidad de determinados fenómenos meteorológicos, si bien en la mayor parte de las ocasiones constituyen indicios seguros en la predicción.

Para guardar algún orden en esta reunión de hechos, adoptaremos la división de señales de pronósticos que se refieren al aire, á los meteoros luminosos, acuosos y eléctricos, y á las señales que pueden ofrecernos el reino mineral, el

reino vegetal y el reino animal, y procuraremos dar la explicación posible.

Calor.—Se dice que si la temperatura desciende súbitamente en un lugar, puede advertirse la formación de una tempestad al Sur de ese punto; y puede ser, porque la mayor evaporación al Sur como paraje más calentado es un manantial grande de electricidad. Y se dice que si la temperatura sube bruscamente en un punto, se forma una tempestad al Norte; lo que también puede ser, porque la evaporación del citado punto, más cálido por estar situado al Sur, es causa de electricidad que el viento puede llevar al dirigirse el aire calentado al sitio más frío, como después veremos parece indicar la dirección de los vientos.

Un invierno benigno y lluvioso precede siempre á un verano muy seco y caluroso.

Un verano húmedo es casi siempre precursor de un invierno frío y riguroso, porque la evaporación absorbe el calor de la tierra. Los veranos húmedos, se ha observado también, favorecen un gran desarrollo en el espino blanco. Así es que cuando esta planta está muy cargada de fruta, se puede pronosticar un invierno riguroso.

Si el oír los sonidos á largas distancias se dice anuncia *lluvia*, será quizás por la mayor cantidad de vapor acuoso que, al aire de aquella región, conduzca un viento más ó menos veloz y caliente (que lleva mucho vapor acuoso) toda vez que, físicamente hablando, la velocidad del sonido aumenta con la temperatura, y que á un grado igual de calor esta velocidad no aumenta ni disminuye por la densidad ó presión atmosférica, y dado que esta máxima meteorognósica no

puede explicarse por el acrecentamiento de la *intensidad* del sonido en los medios más densos (aire seco y frío, pág. 302).

¿No se pudiera explicar también este hecho por el refuerzo que en su intensidad y velocidad halle el sonido en las vexículas huecas del vapor ó gotitas del vapor acuoso próximo á convertirse en una nube (págs. 345 y 346), ó por la uniforme densidad del aire que evita las pérdidas del sonido en reflexiones y refracciones, uniformidad prontamente interrumpida con los cambios de temperatura de sitios próximos más higrométricos, lo que produciría un viento que además de propagar mejor el sonido en la dirección de su curso, sea la verdadera causa y esencia de este precepto?

Los malos olores de las alcantarillas, retretes, fregaderos, albañales, etc., anuncian lluvia por el descenso de presión atmosférica, que además aumenta en evaporación, y mayor estado higrométrico que favorece la difusión de los hedores porque además de que la evaporación aumenta cuando la presión disminuye, las bajas presiones pueden ser debidas á un aire húmedo que, al tener más vapor acuoso, es menos denso que el aire seco.

El calor atmosférico también favorece la dispersión ó difusión de los aromas vegetales que los vientos transportan á mayores ó menores distancias así como la humedad y el frío condensando entre los pétalos el perfume de las flores hace las esencias menos volátiles, hechos que pueden constituir indicaciones acerca de las variaciones del tiempo en lugares más ó menos próximos y para orientarnos en la busca de plantas, olores

que pueden percibirse de las plantas en flor ó sin flor (cantueso, romero, pinos, jaras, canela, etcétera), en contra de lo que opina Nicolson.

Luç.—Aunque el aire es incoloro, absorbe y descompone la luz variablemente según sus cualidades. A mayor masa de aire que atraviese la luz y con más vapor acuoso corresponde menor intensidad luminosa; por esto falta brillo al sol poniente y lo podemos mirar, y brilla más en el zénit y nos deslumbra. La descomposición de la luz en el aire origina *el azul del cielo ó del aire*, debido á que son más reflejados los rayos más refrangibles (violado, índigo, azul y parte del verde) y por esto la nieve de las montañas es de color rosa ó naranja si la ilumina el sol, y azulada si sólo recibe la luz difusa.

La transparencia del aire que parece acercar los objetos lejanos y permite distinguir muchos detalles á largas distancias, predice también tiempo lluvioso.

¿Será posible que esto se deba al ascenso de gran cantidad de vapor acuoso hacia las frías regiones del aire donde pronto puedan condensarse en lluvia? (véase la página 354, primera causa de este fenómeno) ¿ó podrá explicarse este hecho por la uniforme densidad del aire que puede ser interrumpida pronto con cambios de temperatura y presión de sitios próximos más higrométricos? pues de ordinario lo que ocurre con buen tiempo (aire transparente) es que el aire y sus elementos se dilata y se eleva y la luz se refleja y se refracta perdiendo de intensidad en estas modificaciones, produciendo una opacidad que desaparece después de una lluvia que

normaliza otra vez la densidad de las diferentes capas de la atmósfera.

De todos modos esta regla hay que considerarla en circunstancias concretas.

Crepúsculo.—Es el tiempo mayor ó menor en que percibimos la luz, antes de salir el sol (*crepúsculo matutino*), y después de ponerse el sol (*crepúsculo vespertino*), fenómeno que es debido á la refracción de la luz solar en el aire y en el vapor acuoso de la atmósfera y dependiendo además de la inclinación de los rayos luminosos se explica que en el Ecuador y hasta los trópicos sea de corta duración.

Aurora.—Así se llama al *crepúsculo rojo* en las regiones elevadas del aire; porque los rayos rojos siendo los menos refrangibles comunican su color á las nubes y á los vapores que flotan en la parte superior de la atmósfera.

El crepúsculo matutino comienza en nuestros climas hallándose el sol á 18° bajo el horizonte y el crepúsculo vespertino acaba después; lo que se explica por el aumento de altura que toma el aire al influjo del calor diurno, así como por la ascensión del vapor á las regiones más elevadas.

Los rayos solares que parten de los puntos inferiores al horizonte no son visibles, pero al atravesar el aire se refractan, doblan su dirección, por decirlo así, dirigiéndose á la tierra. Y si la luz no llega al suelo se dispersa en el aire. La altura del aire se ve que influye en el fenómeno. Por eso en las montañas en que falta una parte de la luz difusa, el cielo aparece más obscuro.

Si se tiene ahora en cuenta que el vapor

acuoso tiene más poder refringente que el aire seco, se comprenderá que la intensidad y duración de los crepúsculos nos indiquen pronósticos del tiempo próximo por la abundancia ó escasez de vapor de agua contenido en la atmósfera.

He aquí las indicaciones meteorognóscas de los crepúsculos según su color, cuya explicación se comprenderá por lo que antecede.

Crepúsculo matutino. — Cielo sonrosado ó gris antes de salir el sol, *buen tiempo*; color rojo en el sol y en las nubes al amanecer, *viento ó lluvia en el día*; zénit (1) azulado y diáfano al salir el sol, *buen tiempo*; y si el azul es obscuro ó agrisado, *lluvias*.

Crepúsculo vespertino. — Cielo sonrosado ó gris después de ponerse el sol, *buen tiempo*; zénit azulado y diáfano al ponerse el sol, *buen tiempo*; y si el azul es obscuro ó agrisado, *lluvias*; matiz rojo en el sol y en las nubecillas de poniente, *buen tiempo* (con zénit azul), *buen tiempo* que se confirma también con nubes rojas después de la lluvia. Si al ponerse el sol aparece difuso y blanco brillante, es indicio de *tempestad*; y si después de ocultarse el sol el cielo se muestra por occidente blanquizco ó blanco amarillento, presagia *lluvia á la noche ó al día siguiente, ó tempestad*.

Sol. — Si el sol nascente es pálido y luego se torna rojo muy grande, y si el sol se ostenta como hueco ó cóncavo y el firmamento es al Norte rojo al principio y después pálido con una ó

(1) *Zénit* es el punto del cielo que está perpendicularmente sobre nosotros.

más aureolas oscuras ó con listas encarnadas, señales de *vientos*.

Si después de una noche serena el sol saliente es claro y las nubes que le circunden se dirigen á poniente, ó si está señalado de una aureola que se desvanece con igualdad, indicios son de *buen tiempo duradero*.

Luna.—Roja, grande y con cuernos agudos y oscuros y con círculo claro y rojizo, *viento*; con círculo doble ó apareciendo como cortada, *tempestad*; si la luna es pálida y estando creciente sus extremos parecen cortados y tiene un círculo á su alrededor con viento del Sur, son señales de *lluvia al día siguiente*; con el mismo viento y oculta la luna hasta la cuarta noche, indica que *lloverá mucho en el mes*; siendo llena con manchas visibles y con círculo brillante y cuernos puntiagudos al cuarto día, augura *buen tiempo durante el plenilunio*, y lo mismo denota con el disco brillante en los tres primeros días de una nueva fase y antes de estar llena.

Estrellas.—Si parecen grandes, sin centelleo, con poco brillo y con cerco, es señal de *lluvia*, é indica *chubasco repentino* si en verano sopla el viento Este ó Solano y parecen mayores.

Halos ó coronas.—Son dos círculos concéntricos del sol coloreados con los matices del arco iris, teniendo el color rojo en la parte de adentro y el violado en la de fuera, siendo el diámetro del círculo exterior doble del interior, y distando el primero del sol 22 á 23°. Los halos son producidos por la descomposición de la luz solar á través de pequeñísimas agujas de hielo en los *cirrus*.

Parhelios ó soles falsos y paraselenes ó lunas

falsas.—Son imágenes difusas del sol y la luna, rodeadas por un círculo pálido ó ligeramente irisado y situadas debajo ó encima de estos astros ó á los extremos del diámetro horizontal del halo pequeño. Se cree que estos fenómenos tienen por causa la reflexión de los rayos solares también en las nubes *cirrus*.

Y los *anthelios* son imágenes mucho más difusas del sol y de su mismo color que se reproducen sobre los parhelios ó el círculo parhético y en dirección opuesta. Se testifica que al desaparecer estos meteoros *llueve ó graniza* y que presagian *tempesta*.

De aquí que se diga «Los *halos* y los *cercos* que aparecen alrededor de la luna, anuncian que el día siguiente estará *nublado*, y probablemente caerá una *lluvia fina y de bastante duración*» porque siempre las coronas se ven más á menudo en la luna que en el sol, especialmente si hay mucho vapor acuoso en el aire.

Anótase como el mejor y más seguro indicio de *buen tiempo*, el de «ver más distante de nosotros que ordinariamente la bóveda celeste,» lo que podría explicarse por la variable refracción de la luz sobre la atmósfera en condiciones diversas de estado higrométrico, temperatura y densidad, como causa permanente que por ilusión impide ver los astros en su posición verdadera.

Vientos.—Los vientos húmedos más ó menos calientes que vienen á lugares fríos después de atravesar ó no grandes masas de agua ó arboledas, acusan *lluvia* por venir muy cargados del vapor acuoso que se condensa en los parajes de más baja temperatura (véase las circunstan-

cias de las lluvias); y al contrario, si son secos y vienen de sitios cálidos ó atraviesan grandes extensiones de tierra ó terrenos áridos, al llegar á lugares más calientes sostendrán el *tiempo seco y raso* del cielo, por adquirir con la mayor temperatura mayor capacidad de saturación para el vapor acuoso.

Los vientos encontrados, de direcciones opuestas, son también indicio de *lluvia*, porque de su mezcla puede resultar una atmósfera muy saturada de vapor acuoso que se resuelva en ese meteoro. El cambio próximo en la dirección de los vientos reinantes se puede apreciar por el curso opuesto que siguen las nubes.

El viento sopla de los lugares donde hace buen tiempo (calor y luz) hacia una región donde se forma una tempestad, porque la evaporación efectuada por el calor es origen de electricidad y como el viento se produce en los lugares calentados dirigiéndose á los fríos, de aquí la posible formación de esas tormentas.

Si el viento Norte (frío) se dirige al Este puede haber *gran lluvia* y especialmente en nuestras regiones de Levante, porque el Este ó Salierte cuenta con las brisas del mar cargadas de vapor acuoso que al influjo del frío del viento Norte se condensan en *lluvia* y menos probablemente en *nieve*.

Si sopla viento Sur (caliente y de gran capacidad de saturación para el vapor acuoso) y se dirige al Oeste, puede haber *lluvia* al Poniente, porque el Occidente es más destemplado y puede tener vapores acuosos de las brisas del mar.

El viento del Este ó Solano y aun el del Oeste más frescos y cargados de vapor acuoso

por las brisas del mar, pueden llevar *lluvia* á nuestro Sur, y en nuestro Norte *llueve menos* con viento del Este que atraviesa mucha tierra, pero *puede llover* en el Norte con viento del Oeste cargado del vapor acuoso entriado en las regiones septentrionales, acomodándonos á las indicaciones de Smit y por más que en todo esto hay que tener presentes las condiciones de la región para que no se nos diga que *con todos los vientos llueve*.

En general, pues, y por las razones dichas *llueve* en nuestro país con viento de Norte á Este, de Este á Sur, de Sur á Oeste y de Oeste á Norte, y *no llueve* dando la vuelta á la península en sentido contrario por razones de opuesta indole.

De Norte á Centro y Sur los vientos enfrían la atmósfera, pero *no llueve generalmente*, porque atraviesan los vientos tierras secas poco cultivadas y sin arbolados, y al llegar á los sitios más cálidos su vapor acuoso se disuelve. De Sur á Norte *llueve generalmente*, porque los vientos cálidos que llevan disuelto mucho vapor acuoso, al enfriarse condensan su humedad. De Este y Oeste al Centro *puede llover en otoño é invierno* porque estos vientos, muy cargados de vapor acuoso y templados entonces por venir de las costas, al llegar á nuestras regiones destempladas se condensan; y los vientos fríos del Centro, al llegar á nuestras costas, determinan un descenso térmico en los vientos que por el otoño y el invierno vienen del mar cargados de vapor acuoso, produciendo *lluvia*. En primavera y verano ocurre que los vientos templados y más ó menos húmedos de Este ú Oeste, van hallando hasta

llegar al Centro regiones cálidas que disuelven sus vapores, y *no llueve*; y los vientos cálidos y secos del Centro que pueden ir al Este y al Oeste aumentan la temperatura de las costas, *impidiendo allí la lluvia*.

Para concluir: téngase presente que el origen de los vientos y condiciones de los lugares por que atraviesan y en que terminan, con las circunstancias productoras de la lluvia y de la electricidad, lo hacen y lo dicen todo.

En nuestras costas del Norte (en el Cantábrico) llueve con viento de la parte meridional del Centro ó del Sur (cálido en el verano y con mucho vapor acuoso en disolución), porque este viento, unido á las brisas, entonces frescas y húmedas que vienen del mar, constituye allí una atmósfera muy saturada de vapor que se condensa en forma líquida; y en el invierno, este mismo viento, de *abajo*, más frío por venir del continente destemplado, al unirse en el Cantábrico con las brisas, entonces más templadas y húmedas que vienen del mar, produce el mismo efecto anterior (*zona lluviosa del Cantábrico*).

En estas condiciones y en estos efectos de los vientos se funda *la práctica* que, según nos dicen, tienen en Galicia de no matar los cerdos cuando soplan vientos del Sur y del Sud Oeste (templados y húmedos), porque notan que la carne se pudre pronto con estos vientos y esperan siempre á que reine mejor viento (frío del Norte ó fresco y seco del centro y del Nordeste) para matar y poder después conservar mejor las carnes, lo que fácilmente se explicaba antes por las condiciones determinantes de la putrefacción (humedad, calor y oxígeno) y ahora por las cir-

cunstances de humedad y calor en que viven los microbios fermentativos.

Así se indica que la nebulosidad acrecentada por vientos del Sur se tiene como indicio de *lluvia*; como los vientos variables y rápidos en época de nubes favorecen la *lluvia*.

También se dice que muchas nubes juntas que procedan del Nordeste ú oscuras del Este, con los vientos, pueden resolverse en *lluvia á la noche*, y si vienen del Oeste *lluvia al día siguiente*; como la *lluvia* que viene del Sur cesa antes de 24 horas si cesa el viento del Sur.

Asegúrase que si los vientos llevan velozmente hacia el Sur y aun al Este, sobre cielo rojo nubes rojas también, especialmente al amanecer, es signo de *viento*; lo que se puede explicar por corrientes de aire frías del Norte y poco cargadas de vapor acuoso que no han de resolverse en lluvia, especialmente las que van al Sur, y aunque como en otros casos se diga «¿qué tienen que ver los vientos con las cuatro tómporas del año?» recordaremos aquí la atención asidua que prestan los labradores de las provincias vascongadas y de Galicia para ver de dónde queda el viento la *noche del último día de cada tómpora*, porque han notado reiteradamente que el viento que sopla al concluir esa noche es el predominante hasta la siguiente tómpora, y por tanto el buen ó mal tiempo que será más frecuente.

Nieblas.—Las *nieblas* que descienden acusan *tiempo seco y sereno*, porque las capas inferiores del aire con más capacidad calorífica disuelven más cantidad de vapor acuoso. Lo contrario, y por razón opuesta, ocurre con las *nieblas* que ascienden en el aire, que presagian *lluvia*.

Nubes.—Los *cirrus* proceden generalmente de una región donde la tempestad es creciente y anuncian *cambio de temporal*.

Si los *cirrus* atraviesan velozmente de Sur á Sudeste en verano, puede esperarse una *lluvia tempestuosa al día siguiente*, por ir estas nubes más cargadas de vapor acuoso y más electrizadas á parajes algo más frescos, y también, generalmente, cargados de vapor acuoso; si el hecho tiene lugar en invierno podrá haber *nieve*.

El cielo aborregado (nubes *cumulus*) es indicio de *lluvia*, como acredita el refrán que dice: «cielecito aborregado, á los tres días mojado.»

Nubes pequeñas y de formas mal definidas, muéstranse con buen tiempo ó con brisas débiles; las nubes densas y de formas definidas (*cumulus*), *vientos principalmente*; y nubes chicas que corren ligeras bajo otras mayores que cubren el cielo, denotan *lluvias*.

Los *cumulus* se originan donde hace *buen tiempo* y son transportados (por los vientos que anuncian también) á un punto donde se forma una *tempestad*.

Se producen estas nubes en los días más calurosos, aumentan con la temperatura por la acción de los rayos solares, ó para terminar en *lluvia ó tormenta* si las coronan algunas *cirrus*, ó para deshacerse por la tarde.

Las nubes de *lluvia general ó temporal* se conocen por cubrirse el espacio de una capa gris que aumenta en densidad y obscureciéndose hasta terminar en *lluvia*; y nubes de *lluvia parcial* son las que se ofrecen en capas horizontales, densas, oscuras y azuladas y con *cumulus* muy grandes, que dan la lluvia en su parte inferior,

Las *nubes de graniço* ya las caracterizamos al hablar de este meteoro. Las *nubes de nieve* son extensas, poco densas, de gran espesor, y la luz las comunica un matiz amarillento.

Lo que sí se acepta como seguro es que toda nube, antes de producir la *lluvia*, adopta la forma que llamamos *nimbus*.

Las nubes doradas y las que desaparecen al ponerse el sol, ó descienden, ó corren en dirección contraria al viento, alejan toda circunstancia de *lluvia* y denotan *tiempo apacible*, y las nubes blanquecinas ó cielo blanquizco después de salir el sol, son indicio de *buen tiempo* en aquel día, pero la *lluvia* no se deja de presentar á los dos ó tres días siguientes si persisten estas circunstancias.

Si las nubes se elevan *llueve*, porque el vapor acuoso se condensará en las elevadas y frías regiones del aire, como si las nubes de *lluvia* (*nimbus*) son elevadas á las montañas.

Como se ve, si se une la temperatura al origen y trayectoria de los vientos y á la nebulosidad, se puede saber con alguna anticipación la presencia de los meteoros.

La *delicuescencia* ó propiedad que tienen algunos minerales de absorber el vapor de agua disolviéndose, como la sal común; y la *eflorescencia* ó propiedad que tienen otros minerales de perder el agua de cristalización y reducirse á polvo como el carbonato de sosa y el borato de sosa (*borax*) y el alumbre, llamado *alumógeno* ó *alumbre de pluma* (sulfato hidratado de alúmina y potasa en mezcla con sulfato hidratado de hierro ó *melanteria*) son cualidades que sirven

para apreciar la cantidad de vapor acuoso que contiene el aire y que la tierra puede absorber y contener para producir estos efectos y anunciarnos la probable proximidad y la persistencia de los hidrometeoros.

Indicaciones acerca de la temperatura proporciona la *florescencia* ó *ántesis* ó *abertura de las flores*, porque es sabido que cada especie de planta muestra su aparición, crecimiento y florescencia á un grado determinado de calor (página 311 y siguientes) y por lo tanto en cada comarca y en cada estación del año se desarrollan y florecen plantas distintas, fenómeno que sirvió á Linneo para formar el *calendario de flora*, habiéndose dado nombre á las plantas según la época en que florecen, como *primaverales* (*vernus* ó *vernalis*, *Adonis vernalis*, *Anémone vernalis* de las Ranunculáceas, *Crocus vernus* ó *azafrán silvestre* de las Iridáceas, *Gentiana verna*, *Primula veris*, etc.); *estivales* (*Adonis æstivalis* ó *salta ojo* ú *ojo de perdiz*); *otoñales* (*autumnalis*: *Adonis autumnalis* ó *gota de sangre*, *Colchico de otoño* ó *villorita* ó *quitameriendas*, *Colchicum autumnale*, *Scilla autumnalis* de las Liliáceas, etc.), é *invernales* (más raras por falta de calor, *Eranthus hiemalis*).

La *Gentiana nivalis* de Linneo y la *glacialis* de Thomson, vegetan en las regiones nevadas floreciendo en la proximidad de las nieves; el *Galanthus nivalis* de Linneo ó *campanilla de invierno*, el *Crocus carpetanus*, ostentan sus corolas en las cimas de los montes, y en fin, como sabemos (páginas 312 y siguientes), á diferentes grados de latitud, dependiendo del calor vegetan

plantas diversas, con las excepciones propias de las circunstancias variables de localidad.

También hay flores llamadas *meteóricas*, porque se abren ó se cierran al influjo de los cambios acaecidos en la atmósfera, como se nota en el *Sonchus sibiricus* ó *cerraja* ó *serrada* ó *lechuguilla* (de las compuestas), cuyas flores se abren la noche anterior á un día lluvioso y se cierran si un buen día ha de venir, en tanto que la *Calendula pluvial* (también de las compuestas) se cierra la noche anterior á un día lluvioso y se abre si un buen día ha de venir (1). Al ver cerrar sus flores á la *Carlina acaulis* (cardo aljonjero blanco de las compuestas) los pastores del Pirineo español anuncian *lluvia*.

Estas plantas con otras forman el *Higrómetro de flora* porque según Bonnet esta especie de sueño ó reposo de las flores es debido á la humedad, aunque como se ve no es cierto en absoluto pues que además hay noches secas y días húmedos que no influyen en el fenómeno.

El grado diverso de humedad determina, pues, la existencia y evolución de diversas especies vegetales. Plantas hay que son muy sensibles á los cambios de iluminación; así, una nube que vele al sol hace que se cierren los foliolos de la *Porliera higrométrica*; conocido es que el Girasol ó *flor del sol* (*Helianthus annuus* de las compuestas) siempre tiene sus flores orientadas hacia el astro del día, indicándonos así estas

(1) Mejor dicho que cerrarse ó abrirse, lo que ocurre en la familia de las compuestas es que las flores que constituyen su inflorescencia se aproximan ó se separan. (*Calendula pluvialis*, *Taraxacum dens leonis* ó amargón, ó taraxacon ó diente de león, etc.)

plantas el estado del cielo y la altura del sol. Flores hay que sólo se abren al sol (*Bartonia* y *Mesembryanthemum*).

Impropriadamente llama Linneo *sueño de las plantas* á las posiciones distintas que algunas hojas toman durante la noche respecto á la posición que tuvieron de día (Sensitiva ó acederilla ó aleluya, Haba, Acacia, Sen, página 325). Durante ese pretendido reposo las hojas se mueven, cambios de posición que además se refieren á las flores y á inflorescencias, y que citamos para mostrar la excitabilidad de las plantas.

El sueño, por lo que ahora nos interesa, se ha atribuido á la *humedad del aire* (Bonnet), al *enfriamiento* nocturno (Mustel y Hoffman) y á *la falta de luz* (Hill, De-Candolle), cuya variedad de opiniones serviría para probar las modificaciones distintas que experimentan las especies diversas de plantas por su peculiar idiosincrasia.

Se ha observado además que las influencias meteóricas que se atribuyen á la electricidad son muy marcadas en algunos vegetales, especialmente cuando se acumulan nubes tempestuosas; así, las *rosáceas* y las *conofleas* inclinan sus pétalos; las *umbelíferas* se encogen; las *liliáceas* bajan sus corolas, actos que parece tienden á guarecer los órganos más importantes y delicados, de un influjo perjudicial.

También Linneo confeccionó su *reloj de flora*, según la hora más ó menos fija del día ó de la noche en que las plantas abren ó cierran sus flores según la naturaleza del país y el estado de la atmósfera.

En resumen: los fenómenos ó manifestacio-

nes de reacción orgánica que muestran las plantas al influjo de los excitantes y circunstancias naturales ó artificiosas, sirven para augurar los cambios del medio á cuya influencia se exponen, como por eminentes botanistas se ha indicado ya en forma científica recomendando la confección de una cartilla de preceptos meteorognósticos ó pronósticos del tiempo sacados de las plantas y que se pudiera llamar «*La Sibila agraria*», según propuso D. Mariano de la Paz Graells, y como en forma de proverbios han propagado los juiciosos campesinos á sus posteriores generaciones.

Véase en el siguiente artículo de un acreditado periódico la vía de progreso en las observaciones meteorognósticas sobre el reino vegetal:

«Un sabio de Viena, Mr. José F. Nowack, asegura—según varias revistas científicas é informes de Academias—que puede predecir el tiempo y sus variaciones por un método que raya con lo maravilloso.

Mr. Nowack ha revisado y comprobado su método durante más de doce años. Ha trazado y levantado planos del tiempo, ha demostrado que estaban en perfecto acuerdo y armonía con los hechos y ha concluido por convencer á algunos meteorólogos de Europa, entre ellos al sabio Mr. E. Weiss, director del Observatorio imperial y real de Viena.

A pesar de esas pruebas, el descubrimiento del profesor Nowack parece muy raro, porque ni siquiera mira el barómetro ni la brújula, y no necesita el telégrafo, ni aun saber cómo andan las presiones atmosféricas por el espacio. Se encierra en un pequeño invernadero, que conserva una temperatura determinada, y allí pasa las horas, los días, los meses y los años estudiando una planta que posee la facultad de indicarle el porvenir meteorológico.

Diríase que entre el observador y el vegetal se entabla un diálogo: él pregunta, y la planta le contesta si el mal tiempo se aleja ó se aproxima. También algunas veces

lleva su charla hasta predecir la gravedad y la intensidad que tendrá el fenómeno, cuál será la región por donde pasará el huracán, en qué punto estallará la tempestad, si el hecho ocurrirá pronto ó si no se presentará hasta una semana ó un mes después. Pronostica los terremotos, la sequía prolongada y las estaciones lluviosas. En fin, ¡es una alhaja la tal planta!...

Henri de Parville dice con la mayor formalidad, que le han enseñado un expediente en el cual se hallan anotadas todas las previsiones realizadas, autorizado el texto con firmas respetables.

Más que esto, preferiría el amable vulgarizador experimentar por sí mismo la realidad de algunos fenómenos indicados por el misterioso vegetal. Pero es imposible hacerlo sin llevar la planta á París, preparar un invernadero en forma adecuada, porque es un instrumento de previsión tan sensible, que es preciso orientarle bien, colocarlo en determinadas condiciones y que tenga el desarrollo requerido: luego se necesita una muestra de la planta, y ésta es tan difícil de hallar «como pepitas de oro en el subsuelo de París.»

El vegetal de que estoy hablando se llama *Abrus precatorius* L. (1) ¿Cómo habla? Por medio de sus hojas, de sus ramas, de sus retoños. Las hojas son dentadas y cada diente añade una particularidad, un informe á la revelación de la hoja entera. Estas se agitan, se orientan, se elevan ó se bajan. Los peciolo son sensibles cuando se trata de grandes perturbaciones atmosféricas. La acción de levantarse ó erguirse las ramas, indica un *mínimum* barométrico, y la rapidez de los movimientos pronostica

(1) *El abrus precatorius* del Africa y del Asia tropicales, cuyas semillas se llaman también *Guisantes de América* ó *Jequiriti*, es una planta leguminosa de la familia de las *Papilionáceas* (ó de flor irregular amariposada, perigina y de prefloración empizarrada), de la tribu de las *Faseoleas*, de cotilos carnosos, de hojas compuestas imparipinadas, de raíz azucarada y de estambres *monadelphos* (ó soldados por sus filamentos formando un solo paquete). Su legumbre consta de 3 á 6 semillas, casi globulosas, de color rojo escarlata y marcadas con un punto ó mancha negra ó morena. En América se cultiva esta planta y allí usan los granos para hacer collares y rosarios y en Europa, se dice, los utilizan los oculistas y también se emplean en los cultivos microbianos.

la llegada inmediata de la perturbación. Cada estado especial de las ramas, de las hojas, etc., corresponde á un fenómeno meteorológico ó sísmico. Mr. Nowack ha llegado á interpretar esas indicaciones, hasta el punto de dibujar mapas sistemáticos que permiten prever el itinerario de las tempestades, la posición geográfica máxima y mínima, etc. Y esto dura con infinito lujo de pormenores desde hace más de doce años.

Mr. Nowach—y en eso se halla de acuerdo con Mr. Zeuger, profesor de la escuela politécnica de Praga—sostiene que existe una relación marcada entre las manchas del sol y todos los fenómenos sísmicos y meteorológicos. Las manifestaciones de la planta en cuestión se hallan, según parece, en estrecha intimidad con las manchas solares, anunciándonos por ese fácil y prodigioso medio lo que va á ocurrir en la tierra.

El reciente viaje de Mr. Nowach á París tuvo por principal objeto mandar construir un pequeño observatorio vegetal y trabajar en él, bajo la inspección de meteorólogos distinguidos é imparciales.

Negar la posibilidad de estas aplicaciones naturales á los fenómenos cósmicos, equivale á negar el progreso.

Mr. Nowack podrá haberse equivocado; pero en el fondo, la demostración del buen ó mal éxito de la *planta barómetro* será siempre asunto de verdadero interés científico y digno de llamar la atención de las gentes estudiosas.»

La *higroscopicidad* de los tejidos da indicaciones de lluvias próximas cuando se exagera el reuma ó duelen los callos ó se agudizan las neuralgias ó la sensibilidad de los individuos muy susceptibles por debilidad ó por vejez.

Vulgarmente se dice que cuando *la lluvia se avecina* los gatos *se lavan la cara*; las golondrinas vienen cerca del suelo; los pájaros *se atusan*; las gallinas se revuelcan en el polvo; los peces saltan fuera del agua y *las moscas pican más*. Cuando las aves emigrantes se marchan antes

del tiempo acostumbrado, especialmente las grullas, anuncian un invierno muy frío.

Los efectos que de la electricidad hemos anotado hacen que los sujetos muy susceptibles (de temperamento nervioso, epilépticos é histéricos ó neurósicos) como los individuos debilitados ó convalecientes, sientan y presagien la proximidad de las tempestades, bien por inquietud, más generalmente, y por decaimiento, algunas veces, como se nota en el hombre, y en algunos animales al alejarse de unos parajes y dirigirse á otros, ya persiguiéndose ó cobijándose entre sí, trastornándose la digestión, respiración y circulación y produciéndose convulsiones y neuralgias por la sobreexcitación nerviosa, ó como algunos indican por percibir el olor de ozono, cuya formación se favorece entonces (página 261).

Auroras polares.—Las auroras polares por la causa eléctrica que, probablemente, las produce y por las circunstancias meteorológicas que las acompañan (cambio de temperatura y descenso de la columna barométrica) revelan un gran desequilibrio físico en la atmósfera que ocasiona tempestades.

De aquí en adelante trataremos de los signos y medios científicos de la predicción del tiempo.

Termómetro (1).—Al día sube con regularidad desde la mañana por la acción de los rayos solares hasta las dos ó las tres de la tarde que llega al máximun, descendiendo gradativamente

(1) Repetimos que la descripción de aparatos de física aplicados á la meteorología y meteorognósia no corresponde á este tratado y prometemos escribir un folleto dando á conocer estos instrumentos, su manejo é indicaciones.

por la disminución y falta de la influencia solar hasta por la madrugada que llega al mínimo.

Las variaciones que ofrezca el termómetro en esta marcha nos servirán de indicación para los pronósticos meteorológicos.

Barómetro.—Al día tiene también sus variaciones normales la altura de la columna barométrica, dependientes de las modificaciones que en su densidad experimenta la atmósfera por el calor solar y los cambios consiguientes del estado higrométrico del aire, causas que son las que obran también en las variaciones irregulares del barómetro al influjo de la altitud, y de los vientos, etc., y que nos sirven para las predicciones meteorológicas.

En las zonas intertropicales tiene dos subidas máximas (á las diez de la mañana y diez de la noche) y dos descensos mínimos (á las cuatro de la mañana y cuatro de la tarde), siendo menos perceptibles desde los trópicos á nuestros climas, aunque es pequeña la amplitud de la oscilación (2 m. m. 28 en el Ecuador, 1,80 á los 23° y á los 48° casi no llega á 0 m. m. 67).

El barómetro en nuestra zona sube por la mañana hasta las nueve ó las diez, descendiendo hasta las dos ó las tres de la tarde, que vuelve á subir. *Los higrómetros, veletas, anemómetros, pluviómetros, atmómetros y kruómetros*, señalan indicaciones propias y variables según la humedad, calor y luz, y la dirección y velocidad de los vientos, proporcionándonos señales del tiempo que ha de venir relacionando todas estas indicaciones en el mayor número de lugares más ó menos alejados.

Como principio general (que nos explicare-

mos por los conocimientos anteriores) puede establecerse que el ascenso del barómetro y del termómetro anuncian buen tiempo, seco y sereno, y los descensos, al contrario, tiempo nebuloso, lluvioso ó tempestuoso, porque la baja presión atmosférica aumenta la evaporación y revela más cantidad de vapor acuoso en el aire.

Las indicaciones del barómetro son anteriores (de 24 á 48 horas) á los cambios atmosféricos.

Subidas y descensos lentos aseguran un buen ó mal tiempo duraderos respectivamente, y al contrario las alzas y bajas bruscas.

Los vientos del Norte y Nord Este más fríos y secos y más densos hacen subir el barómetro y afianzan buen tiempo por ir encontrando aire más cálido que disuelve el vapor acuoso; y los vientos del Sur y Sud-Oeste (más cálidos y con más vapor acuoso) hacen bajar el barómetro y aseguran lluvia por ir á sitios más fríos donde condensan sus vapores.

De aquí la importancia meteorognósica del barómetro que, como dicen los físicos, sirve á la vez de manómetro, termómetro é higrómetro.

Los cuadros siguientes en que se comparan indicaciones barométricas y termométricas, nos proporcionan indicios muy probables del tiempo que puede venir:

<i>Termómetro.</i>	<i>Barómetro.</i>	<i>Pronóstico del tiempo.</i>
Sube. . .	Sube. . .	Seco y sereno.
Baja.. . .	Baja.. . .	Lluvia abundante.
Sube.. . .	Baja.. . .	No hay lluvia.
Baja.. . .	Sube. . .	No hay lluvia.

<i>Termómetro.</i>	<i>Barómetro.</i>	<i>Pronóstico del tiempo.</i>
Estacionario.	Sube. . . .	Cambio en buen tiempo.
	Baja.. . . .	Lluvia probable.

<i>Barómetro.</i>	<i>Termómetro.</i>	<i>Pronóstico del tiempo.</i>
Estacionario.	Sube. . . .	Buen tiempo probable.
	Baja.. . . .	Cambio en lluvia.

Esto no obstante, téngase en cuenta que el aumento de temperatura que indica el termómetro es causa de que baje el barómetro por disminución de la densidad del aire dilatado, razón por la cual se tienen que tener presentes también las variaciones de humedad y dirección de los vientos.

Si estando *lloviendo* el *termómetro sube* (con este aumento de temperatura y por lo tanto de la capacidad de saturación del aire para el vapor acuoso), la *lluvia será de corta duración*, y al

contrario y por razones antitéticas, si baja, la *lluvia redoblará*.

En tiempos tempestuosos los movimientos del barómetro son muy notables y *sube pronto, si la tormenta finaliza*; si baja en tiempo cálido, *tempestad*; si sube en invierno, *frío* y si baja con el frío, *deshielo*.

El higrómetro con el termómetro y las velas dan señales muy ostensibles. Así, pues, si en el invierno hay viento Norte ó del Este con termómetro bajo cero, y el higrómetro marcando humedad, *probabilidad de nieve ó hielo*; y si en verano hay calor bochornoso, higrómetro con humedad y barómetro en baja al aparecer una nube de las llamadas *cumulus*, se anuncia *tempestad*.

Ultimamente, experiencias de Davy y Desroix sobre las perturbaciones en la declinación de la aguja imantada anuncian casi siempre y con algunos días de antelación el paso de *tempestades fuertes* por el Nor Oeste del Atlántico ó el acceso de *vientos lluviosos*.

**Importancia de la Meteorognó-
sia.**—Los estudios de Meteorología informándonos acerca de los efectos que los fenómenos atmosféricos producen en los vegetales principalmente, según hemos visto antes, y los inconvenientes que algunos pueden ofrecer á la vida de plantas útiles y conservación de sus productos y á las operaciones agrícolas, como á la vida del hombre y de los animales, evidencian la importancia que entraña el llegar á conocer anticipadamente el tiempo que pueda venir, ahorrándonos disquisiciones que todos comprenden bien sin necesidad de que hablemos más, aprecián-

dose los beneficios que reporta á los agricultores sus propios conocimientos meteorognósicos ó los anuncios que les proporcionan en países adelantados hombres de ciencia encargados de los servicios públicos de observacioaes meteorológicas y de pronósticos del tiempo para adoptar los labradores y ganaderos resoluciones oportunas en provecho de sus intereses.

En síntesis; los aparatos de Física expresando modificaciones del aire atmosférico al influjo de las circunstancias naturales, nos sirven para *pronosticar científicamente el tiempo*. Y en este sentido ¿no podemos considerar á los vegetales y animales *como aparatos* cuyos materiales constitutivos sean modificables por las condiciones ambientes siendo instrumentos meteorognósicos? Claro que sí; ya lo hemos dicho antes y lo confirmaremos después.

Progresos de la Meteorognósia.

Los adelantos de la Física, de la Química y de la Historia Natural van realizando asombrosos progresos en la Meteorognósia.

Además en el extranjero (Francia, Inglaterra y Estados Unidos) se han establecido *observatorios meteorológicos* ó *estaciones meteorológicas* en regiones distintas que, por telégrafo y en cuadros sinópticos comunican á una Estación Central sus observaciones todas (presión del aire, temperatura, estado higrométrico, agua caída y evaporada, dirección y velocidad del viento, aspecto del cielo y del mar, etc.), y la Central á vista de estos datos forma un estado del tiempo próximo para información del público y especialmente interesante para agricultores y marinos.

La Estación Central de París se halla en comunicación diaria con 122 Estaciones diseminadas por Europa y Norte de Africa. La Estación Central de Washington con 400, y transmite todos los días á las Estaciones principales el tiempo probable del día siguiente, que publican las Administraciones de Correos.

Los anuncios de la Estación de París relativos al tiempo probable en los mares, aciertan 83 por 100 de las veces. Desde New-York se predicen las tempestades que cruzan por el Este de la América del Norte. De 100 borrascas, 47 llegan á Europa y las restantes se desvanecen ó siguen otro trayecto en el Atlántico.

A España y á Europa llegan otros temporales que convendría conocer anticipadamente; por el Sur los que vienen del Norte de Africa y costas españolas y portuguesas, y por el Sud-Oeste y Oeste los que arriban de las costas portuguesas.

A corto plazo y con medios adecuados pueden las personas instruidas, como las Estaciones meteorológicas, pronosticar el tiempo. Las conquistas científicas futuras permitirán predecir las vicisitudes atmosféricas con más anticipación.

En España se ha hecho algo en este servicio en utilidad pública. La Dirección general de Agricultura adquirió una gran remesa de muchos, variados y modernos aparatos meteorométricos, que según supimos se enviaron á los señores Ingenieros Agrónomos, Secretarios de nuestros Consejos Provinciales de Agricultura, Industria y Comercio; pero no hemos visto pu-

blicadas las anotaciones del empleo y resultado beneficiosos de este material científico.

Y hasta que este servicio meteorológico se organice y amplíe en el mayor número posible de localidades que se relacionen con un establecimiento central, llevándose en todas anotaciones frecuentes por día y aun por varias horas al día, no habrá datos para un pronóstico certero.

¿No sería conveniente encomendar este servicio á catedráticos de Establecimientos docentes en las capitales, ó á Profesores de Farmacia, de Medicina, de Veterinaria, Instrucción primaria ó á los Párrocos en los pueblos?

LECCION DUODÉCIMA.

CLIMAS. — CLIMATOLOGÍA AGRÍCOLA

Empezaremos esta lección adoptando y fundándonos en la definición de climatología que dimos en la página 255, que nos parece comprender todos los aspectos en que puede ser considerado el clima y la climatología misma.

Pasemos, pues, á definir, clasificar y caracterizar los climas.

Por *clima*, en general, entenderemos las condiciones ó elementos naturales y fenómenos meteorológicos que presentan los diversos parajes del globo terráqueo. Esta definición que proponemos nos parece que comprende á todas las clases de climas según las cualidades ó circunstancias que han servido para distinguirlos.

El suelo y el aire como elementos constitutivos del clima.—Nos vemos en la precisión de adoptar la precedente definición de clima porque hay que considerar que las propiedades y meteoros de un lugar cualquiera resultan de la concurrencia de condiciones de

índole físico-químico-biológicas *del aire y de la tierra*, que son partes ó elementos componentes del *clima*, partes que, según sus variables accidentes ó cualidades, concurren simultáneamente á la composición del clima, cualidades y accidentes diversos de la atmósfera y del terreno, que ya pueden ser iguales y sumarse en la característica del clima, ó pueden ser opuestos y neutralizarse en su antagonismo, compensándose.

En efecto; el calor, humedad, presión, iluminación, tensión eléctrica, etc., del aire, pueden estar contrarrestados sobre un suelo que por su naturaleza proporcione sequedad y frío á las plantas, y viceversa. Y aunque en estos casos no negamos las modificaciones que el aire puede imprimir al suelo y el suelo al aire, no es menos cierto que estos hechos confirman nuestra opinión, y aunque todos los autores hablan en ocasiones de la influencia que la tierra ejerce en el clima, también es verdad que no se acuerdan de incluir expresamente al terreno como elemento constitutivo del clima, y sólo se atienen para caracterizar los climas á los atributos y fenómenos del aire.

Pero pensando así llegamos á la consecuencia lógica de que el clima comprende los *dos medios* en que las plantas se desarrollan (la tierra y el aire, páginas 238 y siguientes), y que la climatología es toda la *mesología*. Y así es, y nadie lo dudará; y por esto nosotros, al confeccionar nuestro cuadro sinóptico y programa de estudios agrícolas, como al publicar este libro, hemos creído siempre deber colocar la climatología al final de la mesología, después de la geo-

logía agrícola; y si así lo hubiéramos hecho, tendríamos de nuestro lado estas razones positivas; pero las novedades, aunque sean provechosas, parecen á la generalidad *extrañas*, y hemos preferido tratar aquí la climatología, no sin hacer antes, como en nuestro programa, las observaciones que comprende este enunciado y que tendrán confirmación por los estudios anteriores y los que vendrán.

División de los climas. — La división de los climas ha seguido al progreso de la Geografía y de las ciencias físico-naturales. La división que adoptamos es la de climas *geográficos ó astronómicos, físicos y agronómicos*.

Climas geográficos. — Acomodándonos á la opinión más generalizada que hace depender el clima geográfico solamente de la intensidad y duración del calor, é iluminación solar á que están expuestos los distintos puntos de la tierra según su situación más ó menos distante respecto al Ecuador, diremos que *climas geográficos* son las distintas fajas ó bandas que comprenden los diversos parajes de la tierra de iguales condiciones de calor y luz por la proximidad ó alejamiento del Ecuador, ó como se ha dicho también, «puntos de la tierra comprendidos entre dos latitudes.»

Para comprender toda la teoría de los climas geográficos llamados también con más ó menos propiedad *astronómicos*, no queremos dejar de incluir aquí algunas sumarisimas é indispensables indicaciones de Geografía, necesarias á los lectores que las desconozcan.

La *Geografía* es ciencia que trata del conocimiento y descripción de la tierra.

Divídese la Geografía en *Astronómica*, *Física*, *Política* y *Descriptiva*.

La *Geografía Astronómica* estudia la tierra como un astro ó cuerpo celeste en sus relaciones con los demás astros.

La *Geografía Física* estudia las cualidades y fenómenos propios de la tierra.

La *Geografía Política* describe la tierra en relación con la sociedad humana que la ocupa.

Y la *Geografía Descriptiva*, resumen de la Física y Política, expone el aspecto, accidentes, producciones de la tierra, y las divisiones del suelo según las costumbres, gobierno público y religión de los hombres.

Universo.— *Espacio.*— *Nebulosas.*— *Constelaciones.*— *Soles.*— *Planetas.*— *Satélites.*— *Cometas.*— *Estrellas fugaces.*— *Bóolidos y Aerolitos.*— Del *Universo ó del mundo*, ó conjunto de cuerpos creados por Dios, se ocupa la *Cosmografía*.

El *Espacio*, llamado comunmente *cielo*, que no tiene límites, está ocupado por inmensa multitud de *astros* ó *cuerpos celestes*, alejados entre sí por enormes distancias, formando grupos ó secciones.

Nebulosas son manchas blanquecinas ó nubecillas, situadas muy lejos de nosotros (1), en varios puntos del firmamento que se llaman *estelares* ó *cúmulos* ó *nebulosas resolubles* si están formadas de muchas estrellas; y se llaman *nebulosas propiamente dichas* ó *irresolubles*, si no tienen estrellas y están compuestas de masas gaseosas, homogéneas y candentes (ázoe, carbono, hidrógeno) á que se ha dado el nombre de *materia cósmica*.

Parece que las nebulosas tienen movimientos de rotación y de traslación.

Entre las *varias nebulosas estelares* conocidas citaremos solamente la *Vía-láctea* ó *Camino de Santiago* ó gran faja luminosa que en forma de anillo nos rodea en el espacio cuyo centro ocupa nuestro sol, y á la que corres-

(1) Sabiendo que la luz recorre 70.000 leguas por segundo, calcúlese la asombrosa distancia de las nebulosas al saber que su luz tarda en llegar á nosotros *cuatrocientos mil años!!!*

ponden todas las estrellas que vemos, y otras que no vemos, y cuyo número se eleva á 50 millones (!).— Las estrellas de la vía-láctea se dividen en grupos llamados *constelaciones* en número de 120: las *doce del Zodíaco* (Aries, Taurus, Géminis, Cáncer, Leo, Virgo, Libra, Escorpio, Sagitarius, Capricornius, Acuaris y Piscis); las *cuarenta y ocho* de Ptolomeo, entre las cuales contamos, al Norte del Zodíaco: la Osa mayor, la Osa menor (que tiene la *estrella polar ó del Norte*), el Dragón, la Lira y Pegaso; y al Sur del Zodíaco: la Ballena, el Centauro, Eridano y la Corona Austral, y 60 que se han añadido hasta hoy.

Los astros se dividen en tres grupos. *Soles (ó estrellas fijas)* son los astros que brillan con luz *propia* y que aparentemente conservan su posición y distan siempre igual de otros soles. (Su luz hiere la vista, centellea y oscila).

Planetas son astros esféricos que no tienen luz propia, que reflejan la luz que reciben de algún sol, alrededor del cual giran, cambiando de posición á cada instante. (Su luz no hiere la vista, es tranquila y no centellea ni oscila). Tienen dos movimientos, uno de rotación sobre su eje (que causa los días) y otro de traslación (que motiva los años).

Se llaman *primarios* los planetas que en sus movimientos obedecen á la atracción que sobre ellos ejerce un sol, y *secundarios, satélites ó lunas*, los planetas que en sus movimientos obedecen á la atracción que sobre ellos ejerce otro planeta alrededor del cual giran.

Y los *cometas* son tenidos ya como nebulosas de forma especial animadas de movimiento, ya también, más probablemente, como cuerpos opacos que reciben la luz del sol y la reflejan. Constan generalmente de dos partes, un punto luminoso llamado *núcleo*, y una ráfaga también luminosa llamada *cola ó cabellera*, de dimensiones grandísimas y opuesta al sol. Las órbitas (1) de los cometas

(1) Se llama *órbita* al camino que por su movimiento de traslación describe un astro en el espacio. Todas las órbitas tienen la forma de una elipse, en uno de cuyos focos está el astro alrededor del cual gira el que se mueve.

• *Elipse* es una curva cerrada, de forma oval, cuyos diámetros

son muy prolongadas, razón por la cual sólo se ve á estos astros cuando se acercan más al sol, y entonces la mayor parte de sus materias componentes se convierten en vapor formando la cola ó cabellera, y al alejarse más del sol se enfrían muchísimo. Los cometas cuyos movimientos se conocen se llaman *periódicos*. Los demás se les vé aparecer inesperadamente, se alejan y no se les vuelve á ver.

La velocidad en los cometas se ha observado varía: 5 metros por segundo, el de 1680; 550 kilómetros por segundo, el de 1843; recorrió la cuarta parte del cielo al día, el de 1472; y el de 1739, las cuatro quintas partes del firmamento. El de 1868, se acercó al sol 316,325 kilómetros y debe alejarse 178.750,000 kilómetros. El núcleo de los cometas de 1798 y 1805 tenía 50 kilómetros de diámetro y el de 1811 tenía 2.000,000. Los de 1845 y 1847 tenían una cola de 12,000 kilómetros y el de 1811 de 1.800.000 kilómetros.

Las estrellas fugaces son corpúsculos que de noche atraviesan el cielo dejando un rastro luminoso. Se les cree formadas por materia cósmica interplanetaria que corre por el espacio (carburos de hidrógeno, vapores de sodio, magnésico y otros).

Se presentan más frecuentemente de madrugada y abundan más del 12 al 14 de Noviembre (sobre todo cada 33 años, *lluvia de estrellas*), del 9 al 14 de Agosto (y más en este mes cada 112 años), y menos, el 2 de Enero, el 15 ó del 20 al 22 de Abril, 27 de Julio, 28 de Noviembre, y del 10 al 12 de Diciembre. Se las asigna una altura de 80 á 942 kilómetros y una velocidad de 16 á 48 kilómetros por segundo. Laplace, Berzelius, etc., las atribuían á productos de erupciones volcánicas de la Luna; otros suponiendo que los cometas son grandes condensaciones de la materia de las estrellas fugaces, creen que las estrellas fugaces son pequeñas porciones de la materia de los

son desiguales, llamándose al mayor *eje mayor* y al menor *eje menor* que se cortan en ángulo recto en el centro de la elipse. Se llaman *focos* de la elipse dos puntos del eje mayor colocados cada uno á un lado del centro y que distan de los extremos del eje menor la mitad del eje mayor.

cometas, visibles cuando entran en la esfera de atracción de la Tierra. Lo que no puede admitirse es que las estrellas fugaces sean verdaderas estrellas, porque no faltan estrellas de las constelaciones de donde salen en apariencia.

Los *bóolidos* y *aerolitos* (pág. 256), cuerpos celestes que entran en el aire, se acepta son pequeños satélites que giran alrededor de la Tierra, ó pequeños planetas que girando alrededor del Sol son atraídos por la Tierra, penetran en la atmósfera inflamándose al frotar en el aire con su gran velocidad, y en fin, hasta se dice que son pequeños pedazos de un planeta que se supone hubo entre Marte y Júpiter y del que se supone que proceden también los planetas llamados *asteroides*, colocados entre los dos referidos.

Los soles, planetas y cometas tienen forma esférica y muestran un doble movimiento *real*: el de *rotación* sobre su eje (r), á la manera de un trompo, y otro de *traslación* ó *revolución*, cambiando de lugar en derredor de otro astro.

Teoría cosmográfica moderna.—Prescindiendo de las antiguas y erróneas teorías cosmográficas de Homero, Ptolomeo y Ticho-Brake, adoptadas para explicar el movimiento y relación de los astros, partiremos de la del sabio Copérnico (1545 de nuestra Era Cristiana) para darnos cuenta de las relaciones y movimientos del conjunto de astros que obedecen á la atracción de nuestro sol, ó sea nuestro *sistema solar* ó *mundo sidéreo*, que se halla comprendido, con otros muchos, en la nebulosa que hemos llamado Vía-láctea ó Camino de Santiago.

El infinito número de astros de todas clases sostenidos en el espacio, se mueve con regularidad, según atracciones mutuas, reuniéndose en *nebulosas estelares* y en secciones, grupos ó familias (*constelaciones*), dentro de su

1. Se llama *esfera* un cuerpo limitado por una superficie curva, cuyos puntos distan todos igualmente de uno interior llamado *centro*. *Radios* son líneas rectas que del centro van á un punto de la superficie y *diámetros* son líneas rectas que pasando por el centro terminan en dos puntos opuestos de la superficie; al diámetro fijo alrededor del cual gira la esfera sobre sí misma se llama *eje*, y á sus dos extremos *polos*.

correspondiente nebulosa. Cada sol es centro de un sistema formado por los planetas, satélites y cometas que obedecen en sus movimientos á la atracción de este sol, del cual reciben además su luz y su calor.

Nuestro sistema solar se compone: del *Sol*, estrella central dotada de luz propia; los *grandes planetas* que reciben luz del sol, que se llaman, principiando por el más cercano al sol: Mercurio, Venus, la Tierra (con su satélite *la luna*), Marte (con dos lunas), Júpiter (con cuatro lunas), Saturno (con ocho lunas y un anillo), Urano (con ocho lunas) y Neptuno (con una luna); los planetas *menores ó asteroides* (que son 245) que forman una zona entre Marte y Júpiter, siendo los principales: Ceres, Palas, Juno, Vesta, Sibila y Celia; y los *cometas* (más de 600).

Origen de nuestro sistema solar.—Se cree que todo nuestro mundo solar formaba al principio una masa gaseosa (*¿nebulosa?*) desde el Sol á Neptuno, con gran movimiento rotatorio, y de forma esferoidal que paulatinamente se iba enfriando y disminuyendo de volumen, hasta que sobrepujando la fuerza *centrífuga* á la *centrípet*a, saltarían las partes más exteriores, originando varios anillos que formarían los planetas. Saturno todavía tiene un anillo luminoso, compuesto de cuatro fajas concéntricas (ténidas por cuatro anillos distintos), que rodea á cierta distancia el Ecuador de este planeta, y del cual anillo se cree se están formando satélites.

Un accidente ignorado fracturó en pedazos el anillo situado entre Marte y Júpiter, formando los *asteroides ó planetas menores*.

Aún mejor: Herschel supone que la materia cósmica *creada por Dios*, ocupando el espacio infinito, tenía no obstante algunos puntos de concentración ó condensación (*¿estado semifluido?*), los cuales por su mayor atracción molecular reunieron en su derredor partículas, dividiéndose así toda la masa en fragmentos ó nebulosas.

Para comprender ahora cómo se formarían los soles, planetas y satélites, partiremos del experimento del insignie Profesor Plateau, acerca de la cohesión de los líquidos. En un gran vaso de cristal bien nivelado por tornillos, se pone una mezcla de alcohol y agua en proporciones que den la densidad de un aceite; á este recipiente atraviesa un alambre al que se le pueda comunicar un

movimiento veloz de rotación por medio de una manivela, ó bien sobre la superficie del líquido se introduce un disco metálico que lleve en el centro de su cara superior una varilla para darle este movimiento. Con una pipeta ó geringa se echa aceite en el líquido alcohólico, y el aceite en estas condiciones, sustraído á la gravedad, sólo obedece á sus propias atracciones moleculares y toma la forma esférica. Haciendo girar el alambre ó el disco citados, por la fuerza centrífuga desarrollada, la esferita de aceite se aplana por sus polos y se ensancha por su ecuador, y si el movimiento del alambre ó disco es muy rápido, la esferita llega á tomar la forma de una lenteja, de cuyo borde se desprende un anillo concéntrico y después varios, todos dotados de movimiento de rotación como la esfera ó lenteja madre. En cada anillo se reconcentran las partículas que le componen, y rompiéndose se forman esferitas que muestran un movimiento de rotación sobre su eje y otro de traslación alrededor de la esfera originaria.

Según esto, parece cierta la anterior teoría de Laplace para explicar la formación de nuestro sistema solar. Por la atracción, la nebulosa solar fluída formaría una esfera; el rápido y creciente movimiento de rotación de esta esfera ensanchó su ecuador y acható sus polos, tomando la forma lenticular, de la cual la fuerza centrífuga lanzaría un anillo y después varios, quizá más pequeños, que girarían sobre sí mismos y en derredor de la esfera ó lenteja central.

Cada anillo, por atracción molecular, se cambiaría en una esfera que giraría sobre su eje y alrededor del cuerpo que lo lanzase. ¡He aquí el origen de los soles y de los planetas!

Cada esfera ó planeta, en las mismas condiciones, pudo á su vez lanzar también uno ó varios anillos que después se trocaron en esferas. ¡He aquí los satélites ó lunas!

Si pensamos ahora nosotros en el tamaño cada vez más pequeño de los anillos desprendidos (que se enfriarían más pronto por tener en menor volumen, más superficie á la irradiación) (1) y como piensan los demás

(1) Páginas 94 y 95.

en el anillo del planeta Saturno, y en el experimento de Plateau ¡nos rendiremos con veneración antes las grandiosas concepciones de la ciencia, ante los nombres preclaros de Laplace, Herschel y Plateau, que tuvieron la gloria de presentir, si no de ver, la gloria misma, la magnificencia, de Dios omnipotente!

El éter interplanetario.—Atracción.—Ahora bien; todos los cuerpos del Universo se hallan suspendidos en el espacio por la *atracción* que ejercen unos sobre otros en sus movimientos.

El lazo de unión que liga unos á otros, á los cuerpos celestes y que determina todos los fenómenos físicos, es el *éter*. Todos los antiguamente llamados *agentes ó fuerzas ó fluidos de la naturaleza* dependen del movimiento y al movimiento se reducen y los fenómenos físico-químicos no son más que movimientos de una sola *materia elemental* difundida por todas partes y condensada á trechos para formar toda la materia. El mundo se halla formado por *átomos de una sola especie*, átomos que constituyen el *medio universal* llamado *éter*, más ligero que el aire, muy elástico y denso, dispersado en los espacios interplanetarios y en la atmósfera, que rodea á todos los cuerpos y penetra en su interior ocupando los poros invisibles donde ejerce presión constante.

Parece probable que los átomos etéreos son iguales en masa, volumen y forma (quizá esféricos) y dotados de dos movimientos, uno de rotación sobre su eje y otro de traslación, movimientos que se comunican de los unos á los otros átomos etéreos y de estos átomos á los cuerpos que circundan y por estos movimientos al chocar entre sí los átomos etéreos, unas veces rebotan mucho (estado gaseoso y líquido, fenómenos de descomposición....) y otras veces se agrupan (estado sólido, combinaciones....) *Materia y movimiento* cuya permanencia y transformación originan todos los fenómenos físico-químicos (págs. 306 y 307.)

La materia ponderable resulta formada de la condensación del *éter*. El *éter*, pues, es la materia llevada al más alto grado de división á que puede llegar por la acción del calor y de la disociación química que pueden experimentar todos los cuerpos. Newton ya suponía que este estado de dilución sería la transformación de la ma-

tería en la sustancia sutil del fuego y de la luz, y ahora se dice que las acciones citadas resuelven la materia en éter. ¡Hermosa unidad de la ciencia moderna!

Que el éter existe y es material lo prueba su misma *impenetrabilidad*, deducida de la definición de sus átomos y la *inercia* propia de estos átomos que reciben los movimientos que se les transmiten, movimientos que no pierden sino comunicándolos. Además se puede probar la existencia del éter considerando: que todos los cuerpos simples tienen un *peso atómico múltiplo* del peso de un cuerpo desconocido, que sería el verdadero *átomo simple* (ley de Prout); así como el nitrógeno, el oxígeno, el hidrógeno y el carbono en diferentes proporciones ó en diferente estado molecular forman muchos cuerpos orgánicos (albúmina, fibrina, caseína, alcaloides, etc.), así los átomos etéreos de diferente modo agrupados pueden formar los diferentes cuerpos simples inorgánicos; formando grupos con los cuerpos simples de análogas propiedades fisico-químicas, y comparando los equivalentes de los cuerpos correspondientes á los mismos grupos, se ve que *componen siempre una progresión aritmética*, como la que forman los radicales organismos, y téngase en cuenta que los átomos de los cuerpos simples ó radicales de la química inorgánica y los radicales de la química orgánica pueden asimilarse, pues que las moléculas orgánicas se combinan siguiendo las mismas leyes que los átomos inorgánicos; la *isomería* ó cualidad de algunos cuerpos de igual composición con propiedades diferentes (celulosa, fécula, inulina y dextrina, sustancias albuminóideas y albuminosas ó peptonas, sulfuro de mercurio y cinabrio natural, etc.), y la *alotropía* ó cualidad de ofrecer un cuerpo *simple*, propiedades físicas y aun químicas muy diferentes (diamante y grafito, etc.) explican la desigual agrupación de una misma materia para formar cuerpos distintos, como los átomos del éter reunidos de modo distinto pueden formar todos los cuerpos existentes, aunque cada uno aparente estar formado de diversa especie de materia; y en fin, la indescomponibilidad de los cuerpos simples no dice nada en contra, pues es sabido que, á medida que la combinación química es más sencilla, es más estable y resiste más á los medios de disgregación atómica de que disponemos.

En la serie ascendente de agrupación material hay: el tenue *átomo etéreo*; reunión de átomos etéreos en diferente número y de diferente modo agrupados que forman la *molécula elemental* de los *cuerpos simples*; los átomos de las moléculas simples, combinados, forman las *moléculas compuestas* que, reunidas, constituyen las partículas de los *cuerpos inorgánicos* y orgánicos de complejidad ascendente. Conocido esto, expliquemos la *atracción*, para darnos cuenta de la suspensión en el espacio y movimientos regulares que los astros efectúan acercándose y alejándose entre sí.

Supongamos, según cuanto precede, el éter uniformemente extendido en el espacio y sus átomos animados de los dos movimientos citados (de rotación y traslación): si en un punto de este medio etéreo universal hay una causa persistente y particular de conmoción, una molécula vibratoria etérea de mayor masa, volumen y velocidad que las otras partes, ó un grupo de átomos etéreos de igual velocidad de rotación y traslación, esta molécula chocará con los átomos del éter circundante y los empujará fuertemente, por lo que el número de átomos etéreos disminuirá en las proximidades al centro de conmoción, siendo, en consecuencia, menos densa la capa etérea contigua á la molécula vibratoria que el resto del medio etéreo, y esta constante acción, propagándose de capa á capa, originará una esfera en la cual la densidad del éter decrece del centro á la ilimitada periferia. Si además suponemos otro centro de conmoción como el que antecede y á una distancia más ó menos limitada, por lo dicho, estará dentro de la esfera de acción del anterior, y las moléculas componentes de ambos centros hallarán en su dirección común capas etéreas menos densas que en las demás direcciones, y así como las moléculas en sus movimientos empujan ó chocan al éter, el éter las empuja y choca á su vez; mas, claro es, las moléculas recibirán menos impulsos del éter *por la parte interior* de la dirección común que las une, y más impulsos por la parte exterior, y necesariamente, pues, las moléculas tenderán á *aproximarse*, durante, tanto más y más pronto cuanto la agitación de ambos centros sea mayor, y hasta que el choque de los dos centros sobrevenga, choque que en la atracción universal no llega hasta los mismos centros de

conmoción, sino que la aproximación tiene el límite correspondiente á la densidad y elasticidad creciente de las capas etéreas interiores de los centros en conmoción, centros que son aproximados hasta el punto en que su éter intermediario (más denso y elástico cuanto más interior) los empuja nuevamente hasta que son mayores las impulsiones del éter opuesto á la dirección de ambos centros, que entonces son nuevamente y del mismo modo aproximados para ser alejados después y así sucesivamente, marcando estas impulsiones las órbitas de los cuerpos celestes.

En suma; la aproximación y alejamiento de los astros (*atracción*) obedece á las impulsiones que los astros reciben del éter en que se mueven.

Réstanos decir ahora, en corolario á lo expuesto, que como los efectos de las acciones que se propagan en esferas concéntricas, la atracción, (energía de impulsión) está en razón inversa del cuadrado de las distancias, como está en razón directa de la masa del cuerpo que atrae, leyes que son complemento de los estudios precedentes.

Y para concluir, y ya que hemos ido tan lejos por el deseo y el deber de razonar cuanto se cite, el calor, la luz y la electricidad, no son más que modalidades de movimientos del éter, movimientos transformables los unos en los otros (páginas 254, 307 y 308), para servir á la realización de todos los fenómenos físico-químicos como aura nérvea del universo.

Así, el calor es una modalidad de movimiento vibratorio de la materia, en el cual chocan constantemente las moléculas unas con otras, manteniendo ó modificando su estado.

La *sensación de calor* es el efecto que nos producen los choques moleculares, y la *temperatura* es la medida de la intensidad de los choques.

Este movimiento (calor) análogo al que produce el sonido, se transmite por intermedio del éter, así como el sonido se propaga por medio del aire. Al vibrar las moléculas en los cuerpos calientes transmiten sus vibraciones á las moléculas inmediatas ó al éter, y el éter transmite sus vibraciones á las moléculas de otros cuerpos. La intensidad del calor depende de la mayor ó menor amplitud del movimiento vibratorio. La luz, como el ca-

lor, es también otra modalidad de movimiento vibratorio sumamente rápido de las moléculas de los cuerpos luminosos, movimiento que se comunica al éter que lo propaga en línea recta como el sonido en el aire y lo transmite á los nervios del ojo.

El mayor ó menor número de vibraciones en la unidad de tiempo produce los diversos colores (de 497 *trillo-**nes* para el rojo, hasta 788 para el violado).

Hay que advertir que la vibración luminosa se efectúa moviéndose cada uno de los átomos del éter en un plano perpendicular á la recta que señala la dirección del rayo luminoso, lo que se explica por la dirección lateral que toman los átomos etéreos (dotados de movimiento de rotación y traslación) cuando llegan á chocar entre sí. La luz, pues, se produce por oscilaciones transversales de los átomos del éter alrededor de su centro de gravedad, sin traslación absoluta y sin dilatación ni contracción del medio vibrante.

La electricidad es también un movimiento comunicado (por causas diversas) á las moléculas de los cuerpos y al éter que las rodea, habiendo en unos casos más éter (*electricidad positiva*) ó menos éter (*electricidad negativa*). Así, el P. Secchi define la *electricidad estática* diciendo que es un aumento de la masa y velocidad del éter encerrado en un cuerpo cuando se oponen algunos obstáculos á su libre difusión; y *electricidad dinámica ó corriente eléctrica*, un movimiento longitudinal del éter á través de los hilos conductores, de cuya materia llega en ocasiones á arrastrar algunas partículas.

La tierra, llamada *depósito común de electricidad*, es un verdadero depósito de éter.

Compréndese, pues, la íntima relación que hemos demostrado guardan los fenómenos naturales, pues toda acción fisico-química que trastorna el equilibrio del éter producirá un movimiento distinto (calor, luz y electricidad), como un movimiento etéreo (calor, luz y electricidad) produce cambios en las diversas atmósferas de éter que rodean y siguen á las moléculas de los cuerpos (*esfera de actividad de las moléculas*), ya favoreciendo, ya perjudicando, ya la *cohesión* ó la llamada *fuerza* que mantiene unidas las moléculas de los cuerpos, ya la *afinidad*, ó la llamada *fuerza* que tiende á unir las moléculas de los

cuerpos simples (combinaciones y descomposiciones, cambios de estado, etc.)

Influencia de las estrellas, de los cometas y de la luna.— Sospéchase, con razón, que las estrellas ó soles, emitiendo luz y calor á los espacios y á la tierra, evitan los superlativamente mayores enfriamientos que habría si el firmamento ilimitado sólo lo ocupase nuestro sistema solar, y que ejercen así sus efectos beneficiosos en provecho de la nutrición de los seres vivos.

Lógico es admitir que los demás planetas y los cometas produzcan efectos análogos al reflejar la luz solar, como la luna, nuestro satélite, á la que en sus períodos de luna nueva ó novilunio á luna llena ó plenilunio (*cuarto creciente*) y por igual causa, se le asigna un influjo efectivo en la actividad de los fenómenos de asimilación ó formación de materia orgánica, según la práctica ha establecido, como se le asigna un influjo contrario, sin duda por motivo antitético (menos reflexión de luz solar), desde la luna llena á la luna nueva (*cuarto menguante*).

Por no haberse puntualizado bien estos efectos en las plantas y por no dar más extensión á estas digresiones, no daremos aquí cabida al estudio de *la luna (astro muerto)*.

El sol.— Es un astro que brilla con luz propia (como las estrellas) y que se halla en el centro de la Vía-láctea, origen del calor y de la luz que la tierra recibe. Si de las estrellas no recibimos tanto calor y luz es por la gran distancia á que se hallan de nosotros.

La forma del sol es la de una esfera algo achatada por los polos; el diámetro del Sol es de 1.387.540 kilómetros (109 veces mayor que el de la Tierra); su superficie se calcula en 63 billones de miriámetros cuadrados (11.900 veces mayor que la terrestre); su volumen es de 1.500 billones de miriámetros cúbicos (1.280.000 veces el de la Tierra) y su densidad es de 1.42; aunque su distancia de la Tierra varía con las estaciones, se calcula alejado de nosotros 148.667.120 kilómetros (11.656 diámetros ecuatoriales terrestres) y su luz tarda en recorrer esta distancia 8 minutos y 13 segundos.

Según la última y más probable y sencilla hipótesis, el sol se compone de un *núcleo incandescente* condensado (tenido antes por obscuro) recubierto por la *fotosfera*, au-

reola más blanca ó luminosa, atmósfera de vapores de los cuerpos solares en ignición. Del núcleo incandescente interior, se elevan sobre la fotosfera masas candentes y brillantes que aparecen en forma de ramaje sobre la superficie del Sol, llamadas *fácúlas*, masas ó *fácúlas* que se condensan por enfriamiento, constituyendo las *manchas del Sol*. Sobre la fotosfera se cree existe la atmósfera solar gaseosa con mucho hidrógeno y vapores de diversos cuerpos.

El Sol tiene dos movimientos: uno de *rotación* sobre su eje de Occidente á Oriente en 25 días y 7 ó 12 horas (comprobado desde 1611 por el movimiento de las manchas) y otro de *traslación* ó *revolución* alrededor de un centro incógnito pero hacia la estrella oncena ó Lambda (ó la 12.^a ó Mu según otros) de la constelación de Hércules, arrastrando en su marcha su séquito de planetas y cometas con una velocidad de ocho kilómetros por segundo.

Esferas y círculos.—Para determinar la situación de los astros y de los parajes de la Tierra, se han ideado diversos círculos en la bóveda celeste y en la superficie de la tierra, círculos que se corresponden entre sí, siendo los celestes la prolongación de los terrestres, y los terrestres la proyección de los celestes.

Se llama esfera *armilar* la representación por medio de aros de madera, cartón ó metal, de todos los círculos. Si la esfera es sólida y representa los círculos por medio de líneas, se llama *celeste*; y si la esfera representa la tierra, se llama *terrestre*.

Los círculos son diez: 6 mayores y 4 menores. Se llama *máximos* ó *mayores* á los que cortan la esfera en dos partes iguales llamadas *hemisferios*, pues que el plano en estos círculos pasa por el centro de la esfera; y se llama *menores* á los que dividen la esfera en dos partes desiguales (llamándose á la menor *casquete esférico*) porque no pasan por el centro de la esfera.

El *Ecuador* es un círculo máximo equidistante de ambos polos y que corta perpendicularmente el eje de una esfera y divide la esfera en dos hemisferios que toman el nombre del polo respectivo; considerando al Ecuador como una circunferencia ó como un círculo, se divide en 360 partes iguales llamadas grados (que se representan por un cero en la parte superior derecha=0), cada grado

se divide en 60 *minutos* (que se representan por una coma=,) y cada minuto en 60 *segundos* (que se representan por dos comas=,,). De 0° hasta 180° á la derecha (ó un semicírculo) para el *Oriente*, y de 0° hasta 180° á la izquierda, para *Occidente*.

El *horizonte sensible*, ó *visible* ó *aparente* es el círculo pequeño que forma el límite de la tierra cuando miramos desde un lugar cualquiera, hasta donde parece que el cielo toca al suelo y que divide al cielo y la tierra en dos partes desiguales, siendo la superior más pequeña y la inferior más grande; y *horizonte racional* ó *matemático* es el *círculo máximo* de la esfera paralelo al horizonte visible que para cada lugar divide la parte visible del cielo de la que no lo es, como divide la Tierra en dos mitades iguales ó hemisferios. *Zenit* es el punto del cielo que está perpendicularmente sobre nosotros, ó extremo superior de la vertical que constituye el eje del horizonte visible, cuyo centro ocupamos, y el *nadir* es el punto del cielo que está perpendicularmente bajo nuestros pies ó extremo inferior de la vertical que constituye el eje del horizonte visible cuyo centro ocupamos.

El horizonte sensible se utiliza para determinar la *salida* de los astros (cuando aparecen sobre el horizonte), y la *puesta* (cuando desaparecen bajo el horizonte), llamando *Este* (E) ó *Saliente*, al punto de salida del Sol (que vamos á suponer á nuestra mano derecha); *Oeste* (O) ó *Poniente*, al opuesto ó de la puesta (á la mano izquierda); *Norte* (N) ó *Septentrion* (al de nuestro frente); y *Sur* (S) ó *Mediodía* (al de nuestra espalda). Intermedios á estos cuatro *puntos cardinales* se trazan otros cuatro (NE, SE, NO y SO) y con éstos se forman otros ocho intermedios y con los diez y seis otros diez y seis intermedios constituyéndose la *estrella náutica* ó *rosa de los vientos* (página 343).

También sirve el horizonte para fijar la duración de los crepúsculos.

Eclíptica es un círculo máximo que corta al Ecuador con una inclinación de 23° y 27', elevándose hasta los *tropicos*. Así se llama porque se verifican los eclipses de Sol y de Luna, cuando estos astros y la Tierra están en el plano de la eclíptica y representa la *órbita de la tierra* ó *marcha aparente del Sol en derredor de nosotros*,

Zodiaco es una faja celeste circular de 16° de anchura en cuyo centro se halla dibujada la eclíptica, terminando por dos círculos paralelos. Divílese esta faja en *doce partes iguales* (de 30° cada una) á las que se ha dado el nombre de las 12 constelaciones del Zodiaco y que sirven para fijar la situación del sol en su *marcha ó movimiento aparente* en derredor de la Tierra, al recorrer un signo del Zodiaco en cada mes. Véase:

Primavera..	{	Marzo..	Aries.
		Abril.	Taurus.
		Mayo.	Géminis.
Verano. . .	{	Junio.	Cáncer.
		Julio.	Leo.
		Agosto.	Virgo.
Otoño. . . .	{	Septiembre. . .	Libra.
		Octubre.. . . .	Escorpio.
		Noviembre. . .	Sagitaris.
Invierno.. .	{	Diciembre.. . .	Capricornio.
		Enero	Acuarius.
		Febrero.	Piscis.

El Sol entra en cada signo del Zodiaco sobre el 21 de cada mes próximamente; pero téngase en cuenta que cuando creemos ver al Sol en un signo, la Tierra (que es la que realmente *an la*) se encuentra en el signo opuesto.

Meridiano es todo semicírculo que, cortando perpendicularmente al Ecuador, llega hasta los polos. Recibe este nombre porque en la esfera terrestre, cuando el Sol está sobre el Meridiano, son las doce del día para todos los lugares que atraviesa, y las doce de la noche para los lugares situados en el semicírculo opuesto que se llama *antimeridiano*. Se llama primer Meridiano el de un punto determinado para señalar las *distancias*.

El Meridiano y antimeridiano forman un círculo máximo que divide á la esfera en dos mitades llamadas *Oriental y Occidental*.

Los Meridianos pueden ser infinitos como los círculos que pueden dibujarse pasando por los polos.

Desde el Ecuador á cada uno de los polos se halla la mitad de un Meridiano, que son 90°. Por cada uno de estos grados se puede trazar un círculo *menor* que, por ser

paralelo al Ecuador, se llama *paralelo*. Los paralelos van siendo menores cuanto más se alejan del Ecuador (llamado *paralelo mayor*) y más se acercan al polo respectivo.

Los polos son dos círculos máximos que pasando por los polos se cortan perpendicularmente entre sí.

Trópicos son dos círculos menores paralelos y distantes del Ecuador 23° y 28° exactamente, y hasta los que llega la eclíptica. El del hemisferio Norte, llamado *Trópico de Cáncer* (*cancrejo*), porque al llegar el Sol á su altura aparente *retrocede*; y el del hemisferio Sur se llama de *Capricornio* (*cabra*), porque al descender el Sol hasta este círculo *se eleva* hacia el Ecuador (pág. 313).

Los círculos polares son dos círculos menores paralelos al Ecuador y á los Trópicos y que distan del polo respectivo 23° y 28° , llamándose el del hemisferio Norte *del Norte*, y el del hemisferio Sur *del Sur* (pág. 314).

Llámanse *puntos equinocciales* aquellos en que la eclíptica corta al Ecuador, porque al llegar el Sol á su altura aparente (principio de la primavera y del otoño) los días igualan á las noches en toda la Tierra; y *puntos solsticiales* son aquellos en que la eclíptica llega hasta los Trópicos, porque cuando el Sol, al parecer, se halla encima de ellos (principio del verano y del invierno), los días son mayores en un hemisferio y menores en el hemisferio opuesto.

Al Meridiano que pasa por los puntos equinocciales se llama *coluro de los equinoccios*, y al que pasa por los puntos solsticiales se llama *coluro de los solsticios*.

Vamos á ver la aplicación práctica de los círculos para determinar la posición de los lugares de la tierra.

Longitud geográfica es la distancia entre un punto y el primer Meridiano principal contada en grados de Ecuador, y para conocerla se traza el Meridiano que pasa por el punto propuesto y se cuenta en grados de Ecuador la distancia que los separa.

La longitud es *Oriental* si se cuentan á la derecha, y *Occidental* si se cuentan á la izquierda, y será 0° para la mínima longitud del lugar que se halle bajo el Meridiano principal, y la máxima 180° para el punto situado bajo el antimeridiano ó Meridiano opuesto al principal.

Latitud geográfica es la distancia de un punto al Ecuador, contada en grados de Meridiano, ó el arco Meridiano

entre un lugar dado y el Ecuador. Para hallarla se coloca el punto propuesto debajo del Meridiano principal, y se cuentan los grados desde este punto al Ecuador.

La latitud será Norte ó Sur, según el hemisferio en que esté situado el punto propuesto, siendo la *mínima* 0° y correspondiendo al Ecuador, y la *máxima* 90° y correspondiendo á los polos.

Como á cada grado geográfico se asigna en cada país medidas longitudinales distintas, los problemas de las longitudes y latitudes geográficas quedan resueltos por sencillas operaciones aritméticas.

De la Tierra.—Es uno de los ocho planetas de nuestro sistema solar, cuerpo opaco que recibe la luz del Sol y la refleja. Tiene la forma de una esfera algo aplanada por los polos y abultada por el Ecuador (un esferoide).

La redondez de la Tierra se prueba: 1.º porque en los llanos y en el mar se ven primero las partes más elevadas, torres, montañas, palos de los buques, y después las partes más bajas, y al alejarse de nuestra vista ocurre lo contrario, y si la tierra fuese plana veríamos todos los objetos de una vez; 2.º porque si los viajes alrededor del globo se hacen en una dirección dada, se vuelve al punto de partida; 3.º porque en los eclipses de Luna en que la Tierra se interpone entre la Luna y el Sol, se dibuja en la luna la sombra circular de la Tierra, y 4.º porque viajando al Ecuador ó á los polos se descubren constelaciones nuevas ó estrellas no vistas, y si la Tierra fuese llana siempre veríamos los mismos cuerpos celestes.

El diámetro ecuatorial de nuestro planeta es de 12.755 kilómetros (8 leguas mayor que el que une los polos, que es de 12.712 kilómetros); la superficie, de 509.950.000 kilómetros cuadrados; la circunferencia es de 40.070 kilómetros, y el volumen de 108.300.000.000 de kilómetros cúbicos.

La Tierra es respecto al Sol como un grano de trigo es á un montón de 1.280.000 granos. La Tierra tiene dos movimientos: uno de *rotación* sobre su eje, de *Occidente* á *Oriente* en 24 horas (un día), pareciéndonos que gira la bóveda celeste en trayecto inverso, de *Oriente* á *Occidente*, como un viajero en el tren, en marcha veloz, ve aparentemente moverse postes, árboles, tierras, caseríos, etcétera.

Otro movimiento de la Tierra es el de *traslación* ó *revolución* en derredor del sol, con una velocidad de 138.000 kilómetros por hora, trazando en su curso una elipse, ocupando el Sol uno de los focos, por lo que unas veces está más cerca del Sol (*perielio*) y otras más lejos (*afhelio*).

Demuéstrase que la Tierra tiene estos dos movimientos: 1.º porque habría que conceder al Sol y demás astros una velocidad enorme si girasen en torno de la Tierra en 24 horas; 2.º porque toda esfera que gira sobre sí misma se achata en los extremos del eje y se abulta mucho en el centro; 3.º por las corrientes de las aguas del mar y de la atmósfera en el Ecuador en sentido contrario al movimiento de la Tierra, á la manera del viento contrario á la marcha de un tren; 4.º porque si la Tierra estuviese fija y el Sol girase alrededor de ella, el Sol habría de tener un movimiento en espiral y serían inexplicables sus retrocesos desde los trópicos; 5.º porque los cuerpos cuando caen se inclinan á Oriente, como los objetos que se arrojan desde el tren van en dirección opuesta al movimiento, y 6.º porque la Tierra obedece á la atracción de un cuerpo mayor (el Sol), dentro de cuya esfera de acción se halla según sabemos, y como obedecen á la atracción solar los demás planetas y los satélites á los planetas. Foucault colocó en el techo un péndulo de acero, y después de moverle de modo que la punta inferior frotase en el suelo cubierto de arena, vió que de tiempo en tiempo las líneas trazadas variaban y que se cruzaban entre sí, demostrando una desviación perceptible del suelo de la habitación de Occidente á Oriente. No pudiendo haber movimiento parcial, lógico es deducir que un movimiento total ó de traslación produjo el cambio de los trazos.

Consecuencia del movimiento de rotación de la Tierra es la sucesión del día y de la noche, dando la luz del Sol ó siendo día en la mitad próximamente del planeta, y siendo noche en la otra mitad, y como la Tierra gira de Occidente á Oriente, la parte iluminada y la parte obscura giran en sentido inverso, de Oriente á Occidente.

Consecuencia del movimiento de traslación de la Tierra es la sucesión de las estaciones. Y no olvidando que á la vista parece moverse el Sol cuando en realidad es la Tierra la que se mueve, como ocurre al salir y ponerse el Sol, expliquemos las estaciones, que son: Primavera, Ve-

rano, Otoño é Invierno, que se diferencian por su calor y luz y por la duración de su día y noche, y que son debidas á las distintas posiciones que va tomando la Tierra á su paso por la órbita, efecto de la inclinación que con respecto al Ecuador tiene el plano de la eclíptica ú órbita ó camino que recorre la Tierra, pues si el Ecuador y la órbita estuvieran en un plano, la posición del Sol y la Tierra sería siempre igual y habría una repartición uniforme de calor y luz (primavera constante en toda la Tierra). En el equinoccio de primavera (21 de Marzo, *Sol en Aries*) los polos se encuentran simétricos al Sol, siendo los días iguales á las noches; desde entonces hasta el solsticio de verano (21 de Junio, *Sol en Cáncer*), el polo Norte se vuelve más y más hacia el Sol, en tanto que el polo Sur se dirige á la obscuridad, y el día y la noche van siendo desiguales, alargándose el día y reduciéndose la noche; desde el solsticio de verano hasta el equinoccio de otoño (23 de Septiembre, *Sol en Libra*), se repiten los hechos en sentido opuesto, el polo Sur se vuelve más y más hacia el Sol, colcándose simétrico con el polo Norte el 23 de Septiembre, en tanto que el polo Norte se dirige á la obscuridad; desde el equinoccio de otoño en que son iguales los días y las noches, hasta el solsticio de invierno (22 de Diciembre, *Sol en Capricornio*), el polo Norte está en sombra y el polo Sur en luz, y el día y la noche van siendo desiguales, acortándose el día y alargándose la noche hasta que la Tierra vuelve á su posición primitiva (21 de Marzo).

Primavera.	92 días.. . . .	20 horas y 50 minutos.
Verano.	93 "	14 " 8 "
Otoño.	89 "	7 " 38 "
Invierno.	89 "	1 " 13 "

La desigualdad de las estaciones es debida á que siendo la órbita de la Tierra elíptica y no circular, y no ocupando el Sol el centro sino uno de los focos, resulta que las partes de órbita correspondientes á la primavera y al verano (en nuestro hemisferio) son mayores que las correspondientes al otoño é invierno y tarda más en recorrerlas, además de que la Tierra se mueve más despacio cuando está más lejos del Sol (*afelio*) y más de prisa cuando está más cerca del Sol (*perihelio*).

Por supuesto que las estaciones se realizan inversamente en los dos hemisferios con los efectos consiguientes de calor y luz por la mayor y menor duración del sol sobre el horizonte y la mayor ó menor oblicuidad con que llegan los rayos solares á los distintos puntos de la tierra.

Geogenia y Geonomía.—La *Geogenia* es la parte de la Geología que se ocupa del origen y formación de la tierra.

La *Geonomía* es la parte de la Geología que se ocupa de la disposición de los materiales en el interior de la tierra, ó sea de los *terrenos geológicos*. Se llama *terreno geológico* al conjunto de materiales formados durante un largo período de tiempo llamado *época* ó *era geológica*.

Algunos geólogos han asignado á la materia cósmica las fases sucesivas de: 1.^o *nebulosa*, 2.^o *astro luminoso* ó *sol*, 3.^o *astro opaco* ó *planeta*, y 4.^o *luna* ó *astro muerto*, y aún otros naturalistas una última fase más, por creer que los astros muertos (por el enfriamiento incesante y casi total) llegan á resquebrajarse partiéndose en pedazos que son los *asteroides*.

A la tierra se le ha referido esta evolución como pudiera comprobarse á través de sus metamorfosis antes, en tiempos remotísimos, hasta la constitución de su estado presente, y en lo futuro por los resultados que se determinarán.

La *nebulosa* solar, como materia semifluida, adoptaría la forma de una esfera que por rápido movimiento giratorio tomó la forma lenticular, de la que, por la fuerza centrífuga, se desprendió un anillo y después otros que girarían sobre su eje y en derredor de la masa central, según sabemos por las experiencias precedentes del origen del sistema solar. El anillo que había de formar nuestro planeta adoptó la forma esférica por la atracción molecular y giró del mismo modo.

He aquí el *origen astronómico de la tierra* que corresponde á la segunda fase de evolución de la materia cósmica, pudiendo ser así considerada la tierra como un sol. Al comienzo, el globo terráqueo estaba, pues, constituido por una masa más ó menos esférica incandescente rodeada de una atmósfera de gases y vapor acuoso.

Girando sobre sí misma se acható por los polos y ensanchó por el Ecuador, y girando por su órbita perdió

constante y crecientemente calor por radiación á los espacios interplanetarios (pág. 307) hasta formar primero una costra ó película sólida de muy poco grosor (*rocas cristalinas primitivas ó ígneas ó plutónicas*), que contendría á la masa fluida candente que por su gran presión produciría roturas en la película envolvente (*volcanes primitivos*), por las que saldrían minerales derretidos; y al engrosarse, siempre por enfriamiento, la costra terrestre, la materia interior ya no podría salir á la superficie, pero su presión enorme produciría sacudidas (*terremotos*) y levantamientos (*montañas*).

Después, en la *época primaria, paleozóica ó de transición* (terrenos: *cámbrico, silúrico, carbonífero y permiano*), y siguiendo el enfriamiento que producía la radiación, se condensaron y combinaron con la corteza los gases de la pesada y espesa atmósfera, como se condensó y precipitó el vapor acuoso en grandes lluvias y torrentes impetuosos que inundaron la costra terrestre, separándose así el aire y las aguas (que se extenderían en los puntos bajos) *acarreado ó arrastrando*, descomponiendo y filtrando los materiales de las rocas cristalinas para irse formando posteriormente y por efecto de todas estas causas modificadoras todos los terrenos que se llaman *sedimentarios* correspondientes á la *era secundaria* (terrenos: *triásico, juránico y cretáceo*), á la *era terciaria* (terrenos: *eocono, mioceno y plioceno*), y á la *era cuaternaria* (*hipérborea, y moderna, reciente ó postpliocena*), apareciendo en la época primaria organismos vivos vegetales y animales, unos que sucumben al cambio de las circunstancias en que aparecieron, sustituyéndoles otros que van aumentando en número y perfeccionándose hasta el último período cuaternario ó *postplioceno* en que apareció el hombre.

El núcleo incandescente interior, el aire, el agua, los vegetales, los animales y el hombre prosiguen modificando constantemente la tierra como veremos; pero la tierra ahora puede ser considerada en la fase de *astro opaco ó planeta*.

Además de la convencional clasificación que de la Tierra hemos hecho respecto á la distribución de las plantas por el calor (págs. 313 y 314)

y respecto á las lluvias (págs. 355 y 356) se ha dividido también la esfera terrestre por los Trópicos y los Círculos polares en *cinco fajas ó zonas*, llamadas *astronómicas*, y *astronómicos* á los climas asignados á los puntos comprendidos dentro de cada una de estas zonas según la intensidad y persistencia del calor solar por la distancia al Ecuador, á saber: 1.^a *Zona Tórrida ó Ecuatorial* comprendida entre los Trópicos teniendo en medio al Ecuador; 2.^a *Zona templada del Norte* entre el Trópico de Cáncer y el círculo polar del Norte; 3.^a *Zona templada del Sur* entre el Trópico de Capricornio y el círculo polar del Sur; 4.^a *Zona glacial del Norte* entre el círculo polar del Norte y el polo ártico ó boreal y 5.^a *Zona glacial del Sur* entre el círculo polar del Sur y el polo antártico ó austral.

La Zona tórrida se ha dividido también en tres, llamadas: *Zona ecuatorial* (la del centro), *Zona del Trópico de Cáncer* (entre la Zona ecuatorial y el Trópico de Cáncer en el hemisferio boreal) y *Zona del Trópico de Capricornio* (entre la Zona ecuatorial y el Trópico de Capricornio en el hemisferio austral).

Andrés Thouin modificó también la división de las Zonas astronómicas para las aplicaciones agrícolas (?) dividiendo en dos cada una de las Zonas templadas y llamando *Zona templada cálida del Norte* á la parte de Zona templada más próxima al Trópico de Cáncer, *Zona templada fría del Norte* á la parte de Zona templada más cercana al círculo polar del Norte, *Zona templada cálida del Sur* á la parte de Zona templada más próxima al Trópico de Capricornio y *Zona*

templada fria del Sur, á la más cercana al círculo polar del Sur.

Para hacer esta clasificación se ha tenido en cuenta la mayor ó menor temperatura como hemos dicho ó por la situación que ocupan los distintos lugares de la Tierra y condiciones de calor y luz á que se hallan expuestos al recorrer la Tierra su órbita y partiendo del *supuesto* de que la Tierra fuese una esfera perfecta cuyos puntos superficiales recibieran uniformemente el calor y la luz solar. Así se ha llamado Zona tórrida por creer que en todas las partes de ella la temperatura es de 30° á 40° , siendo el calor muy grande de noche y de día y durante todo el año; pudiendo decirse que casi no hay más que una estación con una vegetación abundantísima y gigante por la temperatura, la calma y humedad del aire (págs. 338, 339 y 355). En las Zonas templadas el calor no sube á más de 30° ni el frío baja á menos de 15° , hay más diferencia de temperatura del día á la noche; pero por recibir los rayos solares oblicuamente nunca el calor es grande ni el frío es muy intenso, porque siempre las calienta el Sol más ó menos según el instante en que consideremos la posición de sus diferentes lugares al efectuar la Tierra su movimiento de traslación en derredor del Sol, lo que motiva además que en estas Zonas se aprecien las cuatro estaciones del año en que el calor y los largos días del verano se compensan con el frío y los días cortos del invierno, disfrutándose de temperatura apacible y días y noches más proporcionados desde los equinoccios de otoño y de primavera hasta los solsticios de invierno y de verano. Y las Zonas circumpolares se han

llamado *glaciales* porque experimentan una gran temperatura mínima por recibir muy oblicuamente (equinoccios), ó no recibir los rayos solares durante un periodo de la marcha de la Tierra (en el solsticio de invierno para el polo Norte, que no le dá el Sol, y en el solsticio de verano para el polo Sur que no le dá el Sol), como tienen una gran temperatura máxima por recibir mucho calor solar durante otro período de la marcha de la Tierra (en el solsticio de verano para el polo Norte, que le dá el Sol entonces, y en el solsticio de invierno para el polo Sur que le dá el Sol entonces) teniendo estas Zonas, en consecuencia, solamente dos estaciones iguales y opuestas: la cálida y la fría que duraderamente se suceden desde el equinoccio de primavera pasando después por el solsticio de verano hasta el equinoccio de otoño, pasando después por el solsticio de invierno hasta el equinoccio de primavera, como tienen noches y días muy largos que aumentan y disminuyen por meses, siendo iguales en los equinoccios y mayores en el solsticio del hemisferio respectivo.

Europa se halla situada entre los 35° de latitud Sur y los 73° de latitud Norte y su longitud es de 7° al Oeste y 71° al Este del Meridiano de Madrid, y España se halla contenida desde los 36° de latitud Sur á los 44° de latitud Norte y su longitud es de algo menos de 6° al Oeste y 7° al Este. Europa, y por lo tanto España, se halla comprendida en la *Zona templada* del hemisferio boreal avanzando, además, una pequeña parte de Europa, al Norte, en la *Zona glacial*.

Los *climas astronómicos* se han dividido

también en 60 (30 para cada hemisferio terrestre) según la desigual duración de la luz del día comparada con la duración de la obscuridad de la noche en el solsticio de verano ó sea cuando la duración del día es mayor.

Estos 30 *climas* ó *zonas* se descomponen en 24 *de media hora* desde el Ecuador al círculo polar respectivo en las que el día vá siendo mayor de media en media hora, y 6 *zonas* ó *climas, de meses*, desde el círculo polar al polo respectivo en las que el día vá siendo mayor *de mes en mes*. Por consiguiente llamaremos, según este concepto, *climas astronómicos* ó *geográficos* á las diferentes bandas de la Tierra paralelas al Ecuador y de más ó menos latitud, en que la Tierra se divide según la duración del día mayor del año, y en que el día más largo en cada una es media hora mayor que el de la precedente hasta los círculos polares, y en que el día es en cada una un mes mayor que en la precedente desde los círculos polares á los polos.

Véanse en el cuadro siguiente:

CLIMAS DE MEDIA HORA

CLIMAS	DURACIÓN DEL DÍA MAYOR	ANCHURA DEL CLIMA	LATITUD
1	12 horas 30 minutos	8°, 34'	8°, 34'
2	13 » »	8, 9'	16, 44'
3	13 » 30 »	7, 27'	24, 12'
4	14 » »	6, 46'	30, 48'
5	14 » 30 »	5, 42'	36, 31'
6	15 » »	4, 53'	41, 23'
7	15 » 30 »	4, 8'	45, 32'
8	16 » »	3, 30'	49, 2'
9	16 » 30 »	2, 58'	52, 0'
10	17 » »	2, 31'	54, 30'
11	17 » 30 »	2, 8'	56, 38'
12	18 » »	1, 49'	58, 27'
13	18 » 30 »	1, 32'	60, 0'
14	19 » »	1, 19'	61, 19'
15	19 » 30 »	1, 8'	62, 26'
16	20 » »	0, 56'	63, 23'
17	20 » 30 »	0, 48'	64, 10'
18	21 » »	0, 40'	64, 50'
19	21 » 30 »	0, 32'	65, 22'
20	22 » »	0, 26'	65, 48'
21	22 » 30 »	0, 20'	66, 7'
22	23 » »	0, 14'	66, 21'
23	23 » 30 »	0, 8'	66, 29'
24	24 » »	0, 4'	66, 32,

CLIMAS DE MESES

CLIMAS	DURACIÓN DEL DÍA MAYOR	ANCHURA DEL CLIMA	LATITUD
1	1 mes.	0°, 51'	67°, 23'
2	2 meses.	2, 27'	69, 50'
3	3 id.	3, 49'	73, 39'
4	4 id.	4, 52'	78, 31'
5	5 id.	5, 34'	84, 5'
6	6 id.	5, 55'	90, 0'

Explícanse estos climas teniendo en cuenta que si el plano de la eclíptica coincidiera con el del Ecuador, la Tierra sería iluminada por igual y los días serían iguales á las noches en todos los puntos del globo desde el Ecuador y puntos equinocciales en que el día es igual á las noches; pero la inclinación de 23° y 27' que forma la eclíptica con el Ecuador, determina que cuando el Sol toca al trópico de Cáncer (solsticio de verano en nuestro hemisferio), el círculo polar tiene un día de 24 horas, y el espacio comprendido desde el Ecuador á los trópicos se tiene que dividir en 24 zonas, en las que el día aumenta de media en media hora, siendo la primera de 12 1/2 horas, la segunda de 13 horas, etc., hasta la 24 (del círculo polar) donde el día mayor es de 24 horas. Así ocurre también en el otro hemisferio. Más allá, los días y las noches no se suceden así. El polo Norte recibe tangentemente los rayos solares al principio de la primavera (equinoccio de primavera, de iguales días y no-

ches) y tiene sombra (crepúsculo); después va iluminándose más y más para obscurecerse más tarde al llegar al principio del otoño (equinoccio de otoño, de iguales días y noches) en que recibe otra vez tangentes los rayos solares; de modo que cada polo llega á tener un día de seis meses (máxima de luz) y una noche de seis meses (mínima de luz). Desde el círculo polar con su día mayor de 24 horas, al polo que tiene su día mayor de 6 meses, los días se tienen que contar por meses, y hay sitios que los tienen de uno, otros de dos, otros de tres, otros de cuatro, otros de cinco y hasta de seis (el polo), quedando para las zonas glaciales los climas *de á mes*, y para las zonas templadas y tórrida hasta el Ecuador, los climas *de á media hora*.

Por su posición en la Tierra los habitantes reciben la denominación de: *antecos* los que viven en distinto hemisferio bajo el mismo Meridiano y á igual distancia del Ecuador; *periecos* los que se encuentran en el mismo paralelo y Meridianos opuestos, y *antipodas* los que se hallan en los extremos de un mismo diámetro terrestre, esto es, á igual distancia del Ecuador, en distinto hemisferio y en Meridianos opuestos. Como es consiguiente, los antecos tienen la misma longitud, pero la latitud es en el hemisferio opuesto, y las mismas horas del día, pero las estaciones opuestas; los periecos tienen igual latitud, pero el máximum de longitud 180° ú opuesta longitud, y sus estaciones son las mismas pero las horas del día son opuestas; y los antipodas tienen la misma latitud pero opuesta, por ser en hemisferio distinto, y tienen distintas también las estaciones y las horas del día.

Por la dirección de la luz sobre la Tierra, que determina la diferente dirección también con que las *sómbbras* se proyectan en el suelo al mediodía, los habitantes se llaman: *ascios* los que no proyectan sombra un día ó dos al año, por estar el Sol al mediodía sobre sus cabezas ó sea en el zénit, siendo *ascios* dos veces al año los habitantes de la zona tórrida sobre los que pasa el Sol dos días (al cruzar del trópico de Cáncer al de Capricornio y viceversa), y siendo *ascios* una sola vez al año los habitantes de los trópicos (el día del solsticio correspondiente); *anfiscios* se llama á los habitantes cuya sombra se proyecta durante medio año hacia el polo Norte y durante otro medio año hacia el polo Sur, siendo también los que ocupan la zona tórrida y de los trópicos, excepción hecha del día que son *ascios*; *heteroscios* los que proyectan siempre su sombra hacia el polo respectivo, siendo los que están en las zonas templadas, dirigiendo los del hemisferio Norte su sombra al polo Norte, y los del hemisferio Sur al polo Sur, y los que están en los trópicos, excepto el día que en el solsticio son *ascios*; y *periscios* los que ven á su sombra dar una vuelta completa en 24 horas, que son los existentes en las zonas glaciales; los que existen *en el polo*, sólo un día son *periscios*, y *heteroscios* en los demás.

Principio de certeza de los climas astronómicos.—No puede negarse que las divisiones de la Tierra en zonas, según su proximidad ó alejamiento al Ecuador, según el número y sucesión de sus estaciones y mayor ó menor duración de sus días y de sus noches y la dirección de las sombras, tiene un principio

de certeza, cual es la influencia calórica y luminosa que del Sol puedan recibir *en conjunto* los lugares de una zona; pero aunque la temperatura, considerada en absoluto y exclusivamente, influye mucho en la constitución de un clima, ciertamente que la temperatura misma de los lugares depende de otras varias circunstancias locales, prescindiendo de su situación geográfica, cuales son la altitud ó altura sobre el nivel del mar (pág. 309), la humedad de los parajes cercanos á depósitos de agua (mares, lagos, ríos, etcétera), y de sitios próximos á las arboledas que sombreando el suelo aminoran la evaporación de la tierra; la dirección, velocidad é intensidad de los vientos, la presión atmosférica muy mudable por muchos accidentes; la nebulosidad del aire; la composición, estructura, color, inclinación de las capas y cultivo de los terrenos; los obstáculos topográficos en las comarcas, que, como los montes, impiden la iluminación y radiación solar, como impiden el acceso de algunos vientos en determinada dirección, circunstancias que nos han de ocupar en seguida para caracterizar los diferentes climas físicos, y que *todas juntas* forman verdaderamente los elementos todos de los *climas locales*, en donde, constituyendo influencias variadísimas, se desenvuelve la explotación agrícola.

Error de la aplicación sistemática de los climas astronómicos á las empresas agrícolas. — Después de lo dicho en el párrafo precedente y pensando en las causas productoras y condiciones que acompañan á los fenómenos meteorológicos, nadie dudará de que es absurdo creer que conociendo

solamente las zonas ó bandas en que se ha dividido la Tierra, el agricultor sabe ya cuanto necesita para colocar á cada vegetal allí donde pueda vivir bien y dar más y mejor producto por las influencias ambientes tan diversas que reclama su existencia en grado *óptimo ó particular*.

¿Qué dice la *temperatura media* de un sitio por su mayor ó menor proximidad al Ecuador, ni las estaciones que tenga, ni la duración de sus días y noches, ni su situación geográfica, ni la proyección de las sombras para saber, sin más datos, las condiciones á que puede estar expuesta una planta determinada en ese mismo sitio, y para saber si allí puede hallar ó no las condiciones más adecuadas para su evolución pujante, rindiendo el más abundante y mejor fruto económico? ¡*Nada!*

He aquí á lo que queda reducida la certeza de la aplicación sistemática de los climas astronómicos ó geográficos á las empresas agrícolas.

Climas físicos — Así como los climas astronómicos se han caracterizado por *el calor*, solamente teniendo en cuenta la distancia al Ecuador de los puntos comprendidos en cada zona, la característica de los climas *físicos* se ha reducido al *calor* y la *humedad* como fórmula que sintetiza todas las variadas circunstancias naturales que concurren en la producción de todos los fenómenos meteorológicos, concepto ingenioso que así establece la superior categoría ó complejidad del clima físico con respecto al clima astronómico, como permite abarcar en conjunto las más principales condiciones de los parajes todos; pero no se olvide un momento que es preciso tener presentes *todas estas cualidades*

para caracterizar un *clima físico*, porque ateniéndose á una en particular caeríamos en la deficiencia del clima astronómico. Así como para predecir el tiempo hay que tener á la vista todas las indicaciones de todos los aparatos, así para especializar los climas hay que tener en cuenta todos sus elementos componentes para deducir provechosas aplicaciones al cultivo de las plantas como sabemos.

Así pues definiremos el clima físico diciendo que es el conjunto de condiciones naturales que permiten la realización de meteoros determinados en un lugar dado, en el transcurso de un tiempo mayor ó menor. Todos los puntos de análogas condiciones naturales ó de análogos meteoros pertenecerán á un mismo *clima físico*, ó compondrán una misma *región meteorológica*.

Esto dicho pasemos á estudiar los climas físicos según cada una de las condiciones que los constituyen.

Calor.—Muy sencilla es la siguiente división de los climas por esta circunstancia:

	TEMPERATURAS			Latitud.
	Máxima	Mínima	Media	
Cálidos.....	+ 40°	+ 20°	+ 30°	Hasta 30°
Templados...	+ 30°	— 10°	+ 10°	De 30° á 60°
Fríos	+ 45°	— 45°	0°	De 60° á 90°

Más detallada es la siguiente división de los climas por el calor.

Climas.	TEMPERATURA MEDIA.	ZONAS GEOGRÁFICAS.
Ardientes . .	De + 30° á + 25°	Ecuatorial.
Cálidos. . . .	De + 25° á + 20°	Tropical.
Apacibles . .	De + 20° á + 15°	Yuxtropical.
Templados. .	De + 15° á + 10°	Templada cálida.
Fríos.	De + 10° á + 5°	Templada fría.
Muy fríos. . .	De + 5° á 0°	Subpolar.
Glaciales. . .	De — 0°	Polar.

Líneas isotermas, isoterias é isoquímenas.—

Como se vió que la ley de decrecimiento de la temperatura por la latitud (pág. 308) ó sea por el alejamiento del Ecuador ó de los climas astronómicos fuese muy inexacta á causa de las demás circunstancias que hemos citado y que modifican las localidades, Humboldt y otros geógrafos y físicos han trazado sobre los mapas una serie de líneas de igual temperatura que se han llamado isotermas si unen los puntos de igual *temperatura media* de la Tierra, isoterias si unen los puntos de igual *temperatura media del verano*, é isoquímenas si unen los puntos de igual *temperatura media del invierno*. Así es que empezando desde los polos, de 5 en 5 grados, desde menos 15° hasta más 25° se trazan otras tantas líneas (las isotermas) y más allá de la línea 25° hay una línea á la que se asigna el número 28°, que reúne los puntos de mayor temperatura media y que se llama *Ecuador térmico*. Por lo dicho, estas líneas no guardan igual dis-

tancia con los paralelos de latitud mostrando las desviaciones de los accidentes propios de las diversas comarcas que atraviesan. Algún geógrafo traza las líneas isotermas de 10° en 10° empezando por la $- 10^{\circ}$ y acabando en la $+ 20^{\circ}$ y fijando también el Ecuador térmico á los 28° . A la banda que comprende los puntos situados entre dos líneas isotermas se llama *zona isotérmica* y á los puntos de menor temperatura que señalan las líneas isoquímenas se les llama *polos del frío* (en nuestro hemisferio hay dos: uno al Nordeste de la Siberia y el otro al Noroeste de las islas Parry al Norte del país de los esquimales en el mar Polar de la América del Norte).

En el estudio de las líneas isotermas fundó J. Rochard la clasificación de los climas por el calor.

Climas.	Número de la línea isoterma.
Ardientes. . .	Desde el Ecuador á la número $+ 25^{\circ}$
Cálidos . . .	De $+ 25^{\circ}$ á $+ 15^{\circ}$
Templados. . .	De $+ 15^{\circ}$ á $+ 5^{\circ}$
Fríos.	De $+ 5^{\circ}$ á $- 5^{\circ}$
Polares.	De $- 5^{\circ}$ á $- 15^{\circ}$

España está comprendida entre las líneas isotermas de $+ 13^{\circ}$ y $+ 20^{\circ}$, las isoterms de $+ 20^{\circ}$ y $+ 25^{\circ}$ y las isoquímenas de $+ 6^{\circ}$ y $+ 15^{\circ}$, conteniendo por sus accidentes las zonas subtropical, templada cálida, templada fría, fría, ártica y polar.

Las líneas isotermas dan indicación más precisa de la temperatura que la latitud ó clima astronómico, como demuestra el que entre los paralelos 38 y 71 en Europa la temperatura media anual disminuye de $0^{\circ},5$ por cada grado de latitud para altitudes casi iguales y en la América del Norte es de $0^{\circ},88$ desde la costa del Labrador á Boston, de $0^{\circ},95$ de Boston á Charleston, de $0^{\circ},66$ desde Charleston al trópico de Cáncer y de $0^{\circ},20$ desde el trópico al Ecuador.

Pluviosidad.—Por la frecuencia de la lluvia se llaman climas *lluviosos ó pluviosos*, y *secos ó serenos*.

Humedad.—Por este otro elemento los climas se llaman:

CLIMAS.	FRACCION MEDIA DE SATURACIÓN.
Muy secos.	De 55 por 100.
Secos.	De 55 á 70 por 100
Húmedos.	De 70 á 85 por 100
Muy húmedos.	De 85 á 100 por 100

Luç y nebulosidad y nubosidad.—Los distintos parajes de la Tierra pueden ser más ó menos iluminados por el Sol, por su proximidad al Ecuador y por la mayor ó menor frecuencia de nieblas y nubes, y así se llaman climas *diáfanos*, *claros ó serenos* y *nebulosos ó brumosos* y *nubosos ó nublosos* (que producen los climas más ó menos *húmedos*).

Altitud.—Por la elevación de los lugares sobre el nivel del mar, que tanto influye en la pre-

sión atmosférica y en la temperatura, tendríamos los climas de *valles*, de *llanuras*, de *montañas* y *alpinos* ó que tienen hasta 8500 metros (Gurisanchar ó Gurisanka ó Kantschidschinga, la más alta montaña del globo, del Himalaya en el Asia).

Por la influencia de las aguas más ó menos próximas tenemos los climas: de las costas ó *marinos*, *continentales* ó *interiores* ó *peninsulares*, *insulares* ó de las islas y *fluviales* ó de las tierras cercanas á los ríos, (*riberas* y *vegas*).

Y en fin, los climas se llaman *calmosos* ó de *calmas*, *tranquilos*, *ventosos*, *huracanados*, *tempestuosos* ó *borrascosos* y de *temporales*, según que los vientos y las tormentas se sucedan con más ó menos intensidad y frecuencia.

Circunstancias modificadoras de los climas.— Ni las divisiones precedentes que se han hecho de los climas nos sirven en agricultura *aisladamente*; por eso hay que tenerlas todas en cuenta con más las condiciones peculiares de los terrenos para calificar el clima de una localidad como hemos aconsejado.

Vamos á revistar la serie de modificaciones que caben dentro de cada una de las denominaciones de los climas físicos cuando se consideran *aisladamente*.

La temperatura *media*, fundamento de clasificación de los climas físicos por este concepto, varía por muchas circunstancias.

Para comprender ahora la poca utilidad práctica que en agricultura tienen las temperaturas medias para distinguir así los climas por el calor y para aplicar las líneas *isotermas* diremos que una temperatura media puede resultar de

una mínima grande (invierno) y de una máxima elevada (verano) y temperaturas moderadas de inviernos templados y veranos agradables, como una suma puede resultar de sumandos de valor muy variable.

Por esto tienen más importancia aunque no un valor absoluto las líneas isoteras é isoquímicas que nos proporcionan, *aunque en términos medios*, el precioso dato de las temperaturas máximas y mínimas que son los límites entre los cuales oscila la óptima influencia térmica que las plantas necesitan.

La línea isoterma 20° de los geógrafos entra en Europa dirigiéndose del SO. al NE. y la isoquímica 20° del NO. al SE. con más inclinación, lo que proporciona datos de estos climas según su calor.

Por esto se ha adoptado esta otra división más exacta de los climas por el calor: *constantes* son los climas cuya diferencia de temperatura entre el verano y el invierno es de 6 á 8° ; *variables* si la diferencia es de 16 á 20° y *excesivos* si la diferencia es de más de 30° .

La exposición é inclinación de una comarca ó de un paraje, ó sea, el punto cardinal del horizonte hacia el que están orientados influye muchísimo en su temperatura y demás condiciones. Al Norte reciben oblicuamente los rayos solares y hace frío (*umbria*); al Sur ó Mediodía al contrario y hace calor. Al Este el Sol naciente tiene que calentar los sitios enfriados desde el día anterior y aunque el deshielo es aquí más pronto por la mañana, en seguida la dirección oblicua de los rayos solares priva del calor y al Poniente al contrario se ha calentado algo al

Mediodía y por la tarde le da el Sol perpendicularmente y lo calienta y esto aunque es lo mismo en todas las estaciones depende de la duración del día ó sea de la longitud del arco meridiano que describe el Sol, pues la continuidad de la acción aumenta el efecto, por lo que en verano y en invierno el Este es de temperatura suave por la mañana y resto del día hasta la tarde que se enfría; pero el Poniente en el estío se calienta al mediodía y después como le dá mucho el Sol por la duración de la tarde, se calienta más; y en el invierno como no se ha calentado por la mañana se calienta poco al mediodía, al poderse calentar por la tarde, el día concluye pronto y resulta fría.

En conclusión el Este es de temperatura moderada y constante y el Poniente es de más calor en el verano y de más frío en el invierno.

La exposición é inclinación al Norte puede compararse con el invierno y la madrugada; la del Este con la primavera y la mañana; la del Sur con el verano y *mediodía* y la del Oeste con el otoño y la tarde, pudiendo hacerse analogías intermedias de exposición por medio de la rosa de los vientos que guardan relación con los nombres que reciben los puntos entre que se hallan.

La distinción, en conjunto, de los climas según la frecuencia de las lluvias nada dice acerca de su *humedad relativa* y condiciones agrícolas consiguientes. Así se ve que la mayor cantidad de agua llovida decrece del Ecuador á los Polos (páginas 355, 356 y 357) y sin embargo lo frecuente es que sitios de mayor latitud y de mayor altitud (montañas) sean más húmedos, lo que depende de la menor temperatura y mayor

nebulosidad y nubosidad por hallarse favorecida la evaporación, en las montañas (á causa de la menor presión) y ser mayor la temperatura en las menores latitudes y mayor la diafanidad del cielo.

Las montañas y puntos elevados hacen variar mucho las cualidades de las comarcas en que se encuentran y su influencia será mayor ó menor según su altura, por lo que se denominan *cerros, colinas y collados* si son de poca altura y están aislados; *sierras ó cordilleras* si son varias y unidas entre sí, como su parte más alta (que se llama *cima ó cumbre*) puede ser aguda (*pico, aguja, diente, cresta*, etc.), ó plana ó llana (*meseta*); pueden ser *estériles* como estar cubiertas de plantas y mostrar composición mineralógica distinta.

Los lugares elevados son menos cálidos por hallarse en las regiones altas del aire más frías como hemos dicho (pág. 309).

Las montañas favorecen la producción y estancia de las nubes como sabemos (págs. 348 y 349), máxime si están cubiertas de plantas arbustivas que sombreando el terreno aumentan la frescura del suelo. Las cimas de las montañas son más frías por su mayor altitud (pág. 309); y he aquí por dónde se ve que los *climas geográficos* no dicen nada, pues que en la zona ecuatorial y en muchos países de las zonas cálidas hay montañas elevadas que tienen nieve constantemente.

Las sierras reconcentran y reflejan el calor y resguardan de los vientos opuestos á su posición á los llanos y sitios bajos que circundan y los lugares situados en sus pendientes (*faldas* ó

laderas) disfrutarán de las influencias variables de una exposición distinta, favoreciendo ó perjudicando según los casos.

Los *vientos de las montañas estériles* son generalmente fríos y secos y si están poblados de plantas arbustivas (*montes*, páginas 155 y siguientes) moderan los rigores del calor, pues teniendo fresca el ambiente el suelo se calienta menos por la mayor capacidad calorífica del agua con relación al aire y la temperatura que se invierte en la evaporación, y el descenso térmico de la evaporación misma; y las montañas aminoran el frío porque las nubes que con frecuencia tienen (formadas ordinariamente en los sitios cálidos y trasportadas por los vientos) al liquidarse en lluvia en estos lugares fríos ceden gran parte del calor ó devuelven este calor á la misma montaña donde se pudieran formar nubes.

Los montes como hemos dicho (págs. 357, 358 y 383), modifican el estado eléctrico del aire y obran como pararrayos protegiendo los campos colindantes.

Agrícolamente á los *climas alpinos* se les asigna un máximo de 2,500 metros de altitud (3.000 en España), que se comprenderá sabiendo la altura, variable con la latitud, á que durante el verano se halla la llamada *región vegetal del aire* (donde pueden vivir animales y plantas) de la región de las *nieves perpetuas* (donde ya no pueden subsistir los seres vivos). Esta altura es de 4.900 metros en el Ecuador, de 460 á 77° de latitud Norte de Europa (en Spitzberg) y al nivel del suelo en las zonas glaciales.

Si las montañas tienen nieve acumulada en su cumbre (*ventisqueros*) se licua en verano proporcionando muy oportunamente el necesario riego á los llanos y valles próximos que así se fertilizan.

Por todo esto en las montañas se originan los arroyos y pequeños ríos que, recibiendo más aguas en su curso, forman después los grandes ríos.

Zonas de vegetación por la altitud. — Así se llaman las bandas de altura distinta que pueden ser causa suficiente para determinar cambios de vegetación, porque se puede observar que subiendo por una montaña la vegetación cambia gradualmente á medida que se llega á superficies más elevadas correspondientes á temperaturas más frías, como si se fuera de Sur á Norte por un llano más extenso.

Para la parte central de España el ilustrado botanista Sr. Lázaro é Ibiza dice que se puede admitir la división siguiente por altitudes:

1. ^a Zona litoral.	De	0 á 100 metros.
2. ^a Zona inferior.	De	100 á 600 »
3. ^a Zona submontana ó media.	De	600 á 800 »
4. ^a Zona montana.	De	800 á 1600 »
5. ^a Zona subpirenáica.	De	1600 á 2000 »
6. ^a Zona pirenáica.	De	2000 metros para arriba.

En la parte septentrional y en los Pirineos el menor calor hace que se fijen en unos 300 metros más bajos y en la meridional y oriental, al contrario y por más calor, en 300 metros más arriba.

Pero así como las montañas, pueden ser distintos también los lugares de un mismo nivel ó plano particular ó *llanos*, como los de muy bajo nivel ó *valles* ofrecen accidentes cuya influencia diferente se apreciará con sólo enunciarlos.

Mesetas ó *mesas* ó *altillanuras* son tierras llanas de bastante elevación sobre el nivel del mar. Ocupan generalmente la parte media de los continentes, islas y penínsulas y forman el centro de donde arrancan las demás montañas, siendo por consiguiente frías y secas ordinariamente ó secas y destempladas.

Vega ó *ribera* es la tierra llana y fértil situada á las orillas de los ríos que comunmente las riegan.

Los extensos territorios llanos de variable composición y de escaso cultivo ó sin cultivar expuestos á todos los vientos y más ó menos distantes y elevados respecto al mar se llaman: *páramos* ó *parameros* ó *yermos* (en España); *landas* (en Francia, pág. 344); *estepas* (en Rusia); *tundras* (en Siberia); *sábanas* (en América) y *pampas* (en la República Argentina).

Desiertos son grandes llanuras arenosas y estériles, como *oasis* son pequeños terrenos con agua, fértiles y cultivados, en los desiertos.

Los *valles* ó *cuenclas* son terrenos bajos comprendidos entre dos montañas ó entre montañas ó alturas; *cañadas* se llaman los espacios y terrenos comprendidos entre dos montañas próximas, que por su frescura suelen producir pastos para los ganados; á los valles muy estrechos y profundos que establecen la comunicación entre dos valles por la parte menos elevada de las montañas, se les llama *puertos*, *desfiladeros*,

gargantas ó pasos, y á los terrenos de más bajo nivel y más ó menos extensos é incultos se les llama *hoyos*, *hondonadas*, *barrancos*, *simas*, *abismos*, etc.

Los llanos son, pues, secos y destemplados (fríos en invierno y cálidos en verano á igualdad de latitud y altitud) y las llanuras cercanas á las montañas de nieves perpetuas serán frías por esta influencia, como los valles serán *frescos* (por las aguas que reciben de las montañas próximas y las que se elevan de su propio suelo) y serán abrigados por hallarse protegidos de los vientos y más cálidos por su profundidad (página 309).

Los sitios próximos á grandes depósitos de agua, (las costas, como las islas, etc.) que reciben gran cantidad de vapor acuoso son menos fríos y menos calientes que los países del interior por el régimen de los vientos ó *brisas* (página 340) que se establece al no calentarse tanto el agua en el estío á causa de su mayor capacidad calorífica y de la evaporación, y en el invierno porque se enfrían menos las aguas y porque las capas profundas de los líquidos irradian el calor recibido durante el verano á las capas superiores y al aire; pero variarán también la intensidad y salubridad de esta misma influencia si la cercanía es de un lago, de una laguna, de una *albufera* (laguna que comunica con el mar), de un *pantano*, ó de un *estanque*.

En los terrenos próximos á grandes depósitos de agua se halla además favorecida la producción de los hidrometeoros.

Hasta la división y denominación de los climas físicos por la influencia de las aguas próxi-

mas es algo vaga si se considera la temperatura de las costas de igual latitud según las *corrientes marítimas ó pelágicas* (análogas á las atmosféricas) que equilibran la temperatura en el globo.

El agua calentada y que no se haya evaporado en la zona tórrida tiende á ir á los polos (*corriente ecuatorial*) y el agua de los polos tiende á ir al Ecuador para restablecer el equilibrio de cantidad y de temperatura (*corrientes polares*). A las corrientes de los polos contribuye también el movimiento de rotación de la Tierra, pues el agua que viene de los polos se aleja más y más de allí, encontrando en su avance puntos de mayor fuerza centrífuga.

La corriente ecuatorial lleva, en la zona tórrida, la dirección de E. á O. por el movimiento de rotación de la Tierra de 400 metros por segundo y las aguas, no pudiendo girar con tanta velocidad, se retrasan ocasionando una corriente en dirección contraria, contribuyendo también á esta corriente los vientos alíseos (páginas 338 y 339), y las *mareas* ó elevación y depresión de la superficie de los mares por efecto de la atracción que sobre las aguas ejercen la luna y el sol. Estas corrientes generales siguen direcciones diversas al chocar con los continentes y con las islas.

Según esto y como ejemplos: la corriente ecuatorial al encontrar al continente americano se divide en dos, una llamada *Gulf-stream* que por el mar de las Antillas y golfo de Méjico sale al Atlántico entre Cuba y la Florida, se dirige por el NE. de las costas de los Estados Unidos y al E. de la Isla de Terranova se subdivide siguiendo una subdivisión hacia el polo (por el occiden-

te de Spitzber y Nueva Zembla) y dirigiéndose la otra subdivisión por Irlanda, Inglaterra y occidente de Portugal para entrar otra vez en la corriente ecuatorial. La otra parte de la corriente ecuatorial encontrando al continente americano se dirige al S. O. con el nombre de *corriente del Brasil* hasta la punta meridional de aquel continente.

En el Océano pacífico una corriente ecuatorial pasa por las costas orientales de la China y del Japón (corriente del Japón ó Kuro-Sivo y en el mar de la India la corriente ecuatorial dirigiéndose al Sur se introduce por el canal de Mozambique (*corriente de Mozambique*) paralela á la costa oriental del Africa.

Ahora citemos costas refrescadas por corrientes polares: las costas orientales de la América del Norte por la corriente polar que va por el E. de Terranova dando un brazo entre esta isla y el continente americano; la de California por la corriente polar que viene del estrecho de Bering, en el hemisferio boreal, y en el hemisferio austral otra polar que por un lado dobla el cabo de Hornos y por otro va de Sur á Norte á lo largo de la costa de Chile (*corriente de Humboldt*), otra polar que va por el cabo de Buena Esperanza y á lo largo de la costa occidental africana y otra también polar que rodea la costa occidental de la Australia y va hacia Madagascar.

Los terrenos cultivados (págs. 357 y 358) ejercen una influencia beneficiosísima en el clima, pues por su humedad moderan la temperatura y ocasionan los meteoros acuosos con todas sus ventajas físico-agrícolas.

Son factores muy decisivos para la vegetación y modifican mucho los efectos meteorológicos de un país, *las diferentes condiciones del suelo*: como su composición química, su color, su mayor ó menor humedad y cohesión, la disposición de sus capas y su exposición é inclinación. Y aunque más lejos hayamos de tratar de cuanto á los terrenos corresponde, anticipemos algunas indicaciones ahora para demostrar los resultados de estas circunstancias modificadoras de la tierra.

Las tierras oscuras absorben el calor y las blancas lo reflejan; las húmedas (arcillosas, calizas, pulverizadas, magnesianas y mantillosas) no dando paso al agua ó cediéndola en la evaporación, se enfrían, y no se calientan por la mayor capacidad calorífica del agua que retienen en su masa y porque antes de calentarse tiene que calentarse el agua que se evapora.

Los terrenos que se secan rápidamente (arenosos y calizos gruesos) por ser muy permeables, capilares y densos, son cálidos.

Los suelos llanos que son compactos se humedecen más que los *suelos*, porque el agua no penetra á través de su masa; y los terrenos consistentes se desecan menos por retener el agua y no circular bien el calor entre sus apretadas moléculas.

Modernamente se tiende á conceder poca importancia á la composición química del suelo como elemento modificador del clima. Esto nos parece absurdo, porque según sean las sustancias constitutivas del terreno, son diferentes sus cualidades físicas (cohesión, capilaridad, permeabilidad, humedad, desecabilidad, etc.);

cual lo acreditan la Química, la Mineralogía y la Geología, y atestiguan la Botánica y la Agricultura observando la vegetación propia de algunos terrenos según tendremos ocasión de ver. Lo que pasa es que satisfechas las necesidades alimenticias de los vegetales por la *composición química suficiente* de las tierras, aparecen plantas diferentes en diferentes climas sobre análogos terrenos, lo cual no desmiente la ley natural relativa á la influencia importante de los suelos en la vida de las plantas.

Respecto á la disposición de las capas del terreno, sólo podemos decir aquí que la *naturaleza* y *espesor* del *suelo* y del *subsuelo* y la *profundidad* y *configuración* de la capa *impermeable* (capa que retiene en depósito las aguas filtradas) son circunstancias que deciden acerca de la temperatura y humedad de las tierras, temperatura y humedad que además varían según que, por efecto de las labores, las partículas terrosas están más ó menos disgregadas ó esparcidas, permitiendo más ó menos la libre circulación del aire y del agua.

Hasta la influencia del *calor central* (páginas 307, 308 y 309) sobre la superficie de la tierra se cita como condición modificadora de parajes distintos.

Los vientos dominantes, por las variadísimas condiciones que les caractericen, se puede decir que determinan todas las cualidades físicas de un país, como sabemos por la Meteorología y Meteorognosia.

Por el régimen térmico que se establece entre las aguas y continentes de algunas partes del globo y por el desequilibrio atmosférico de los

puntos de la zona tórrida, los vientos se presentan allí con caracteres propios como puede verse en estas divisiones que muestran *leyes naturales de variación*.

Región de las *calmas ecuatoriales*.

Región de los *vientos aliseos*.

Región de las *calmas tropicales*.

Región de los *vientos variables ó glaciales*.

Los aliseos ó alisios (págs. 338 y 339) de ambos hemisferios convergen al Ecuador; pero como en el Ecuador se elevan verticalmente queda una zona (variable por *circunstancias locales* y por las estaciones) en que no hay viento perceptible (*región de las calmas ecuatoriales*). A más latitud hay vientos del NE. á SO. en el hemisferio Norte y vientos del SE. á NO. en el hemisferio Sur (*región de los vientos aliseos*); pero como la corriente que va del polo al Ecuador á medida que avanza va encontrando para llegar al Ecuador el movimiento de rotación de Oeste á Este de la Tierra y de la atmósfera, movimiento más rápido (de 400 metros por segundo) no pudiendo vencer ni seguir esta mayor velocidad, queda retrasada y se inclina más y más en dirección contraria (hacia el Este) originándose el alisio del N. E.; y la corriente que nació del Ecuador al dirigirse hacia el polo tiende á inclinarse, por el veloz movimiento de rotación de la Tierra, hacia el Oeste; de todo lo que resulta que los dos aliseos no están en el mismo plano y se encontrarán produciendo los *vientos variables*, las *borrascas* y las *tormentas de las zonas templadas*.

Una parte de la corriente elevada en el Ecuador y que se dirige á los polos llega á tierra

hacia los Trópicos para volver al Ecuador (*circuito directo*) y otra parte continua al polo (*circuito derivado*) y en este punto de subdivisión de la corriente ecuatorial (punto variable también por la desigual temperatura de los hemisferios terrestres) la corriente ecuatorial se inclina á la perpendicular y hay poco viento (*región de las calmas tropicales*); y en fin: los *vientos variables* se observan en las latitudes medias, la irregularidad aumenta más hacia los polos y en las zonas glaciales se perciben vientos de direcciones distintas.

Los huracanes son propios de la zona tórrida por el gran calentamiento del aire.

Los ciclones (págs. 341 y 342) se originan en la zona de las calmas ecuatoriales y son debidos á la desigual velocidad de los alíseos que viniendo de las zonas templadas convergen al Ecuador y van siempre acompañados de una notable depresión barométrica, especialmente en su parte central efecto de la fuerza centrífuga desarrollada por el movimiento giratorio. Los ciclones del mar de la China se llaman *tifones* y en las islas Filipinas se les llama *baguios*.

Otros ciclones de la región de las calmas se llaman *tornados* y empiezan por una nubecilla blanca y alta que se agranda y desciende lentamente cambiándose en un nubarrón, de cuyo punto más negro y con el relámpago y el trueno surge violentamente este remolino que también es ocasionado por la desigual velocidad de los alíseos.

Las *trombas* (pág. 342) se forman en los mares como en los continentes. Peltier atribuye á las trombas un origen eléctrico por el granizo,

la lluvia, el relámpago y el trueno que las acompañan, aunque bien pudiera ser que la electricidad fuera efecto del fenómeno (pág. 391).

Aunque la acción de las trombas es violenta dura poco y recorren pocos kilómetros en una zona de 200 metros de anchura máxima.

Los *vientos periódicos* (*monzones*, págs. 339 y 340) se presentan principalmente en el mar de la India (Sur de Asia). En primavera y verano el Asia (Norte del Ecuador) recibe más perpendicularmente los rayos solares, se calienta y el aire se eleva allí, y del Africa ó del S O viene aire fresco (*monzón del SO*, desde Abril á Septiembre). En el otoño é invierno se calienta el Africa y viene aire fresco del Asia (*monzón del NE* de Octubre á Marzo). Otro monzón hay en el mar de la China entre Java y la Australia, aunque en direcciones diferentes.

A los vientos monzones se refieren también los *estesios* ó *estesianos* que van de Sur á Norte en el verano (de Africa al Mediterráneo) y de Norte á Sur en el invierno (del Mediterráneo al Africa) vientos que se utilizan para viajes marítimos entre Francia y la Argelia.

A los *estesios* pertenece el *solano* (Sur) de España, el *siroco* de Italia y el *simoun* ó *harmatan* del desierto del Sahara (que quiere decir venenoso, muy seco y cálido).

Pero, cosa natural y digna de ser anotada aquí por nosotros: vientos parecidos á los monzones se establecen siempre que existan dos superficies extensas y próximas con desigual capacidad calorífica como una elevada montaña y una llanura vecina, ó un gran bosque y un terreno sin vegetación.

Repárese que además los cambios meteorológicos que los vientos por su origen, marcha y dirección de unos sitios á otros, especialmente producen efectos marcados en la presión del aire, porque la presión atmosférica se halla en razón directa de la velocidad del viento y de la *intensidad ó fuerza* del viento (presión sobre unidades superficiales que se expresa en kilogramos), lo que hace que la columna barométrica descienda en el punto de partida del viento y suba á igual altura al regresar el viento al mismo punto, habiéndose notado que los vientos van de Este á Sur, de Sur á Oeste y de Oeste á Norte en el hemisferio boreal y que van á la inversa en el hemisferio austral siguiendo el movimiento aparente del Sol (*ley de rotación de los vientos de Dove*).

A Europa viene un viento que procede de la América del Norte, viento que cruzándose con el que va del Ecuador al polo Norte origina los *torbellinos*, los cuales se perciben desde Noruega hasta las costas portuguesas, y por su movimiento giratorio aspiran los torbellinos el aire frío de las altas regiones atmosféricas, enfriamiento que condensa el vapor acuoso de la corriente ecuatorial (lluvia) determinando en la Europa occidental los cambios atmosféricos como las tempestades y borrascas cuyo curso siguen los meteorólogos en el Atlántico y en el Báltico para predecir el tiempo en Europa. Los movimientos giratorios de los torbellinos bien se comprende que vayan precedidos y seguidos de subidas barométricas, y en cambio que en la parte central haya una baja barométrica tanto mayor cuanto más intenso sea el meteoro.

Pero todo esto que interesa conocer no prueba más, como se ve, sino la evolución y el curso de los fenómenos meteorológicos en grandes zonas, y aun esto *variando* según las estaciones y circunstancias de los países obedeciendo á leyes fijas como el origen y trayecto de los meteoros, en menor espacio dependen, por las mismas leyes, de *condiciones locales* que, cambiando á cortas distancias, modifican el medio ambiente, favorable ó adverso, que las plantas pueden hallar para su desarrollo vigoroso ó para su extinción.

Muy útil es la distinción y denominación de los climas por la luz; pero bien pronto comprenderemos cuánto depende la intensidad luminosa de los países, más que de la situación geográfica, de todas estas circunstancias modificadoras que hemos ido exponiendo y que influyen tanto en la formación de nubes y nieblas.

Por lo demás, ya vimos (páginas 318 y siguientes) la influencia que la luz ejerce en el crecimiento y fructificación de las plantas, lo que ocasiona la presencia de especies vegetales distintas en los diversos parajes de la tierra.

Como vemos, todo este conjunto de circunstancias constituye un clima, siendo cada una causa y efecto á la vez de las otras, comprendiéndose su coordinación íntima é influencia agrícola, según las explicaciones dadas.

Por esto concluiremos diciendo que para juzgar de un clima tendremos presentes todas las cualidades del aire y del suelo que forman el *medio ambiente* en que aparecen, se desarrollan y fructifican las plantas, y el agricultor (y el ganadero) examinará y reconocerá todos estos ele-

mentos naturales de la localidad en que establezca su industria para producir bien y económicamente y para evitar funestos fracasos.

Así, pues, se debe prescindir de las numerosas denominaciones dadas para distinguir los climas y se deben reunir todos los atributos naturales y fenómenos meteorológicos de un lugar durante algún tiempo, que es lo que forma el *clima local*, y cuyo conocimiento es el verdaderamente útil para el agricultor y el ganadero, y el que nos muestra la naturaleza misma en sus variadas producciones aun dentro de una misma nación, de una misma provincia y á veces de un mismo pueblo.

Indicación geográfica de los climas físicos.—Los geógrafos enuncian los climas de todas las partes del globo, y D. Agustín Pascual hizo una prolija descripción de los climas físicos de toda España, dividiendo nuestra península de Norte á Sur, de las montañas á los llanos y valles y de las costas al interior, en seis zonas, según la *temperatura media anual*: *zona subtropical, templada cálida, templada fría, fría ártica y polar* y en *localidades muy secas, secas, algo húmedas, húmedas y muy húmedas*; pero no podemos transcribir en detalle estos extensos trabajos que nos servirían sólo para ampliar cuanto llevamos dicho y para evidenciar que en una región y en una misma provincia, y quizá en un mismo pueblo, hay variedad en el clima, es decir, que hay tantas excepciones como *localidades*, y que en Agricultura el adoptar una denominación que quiera expresar el clima de grandes extensiones territoriales es no tener clave de utilidad práctica alguna, pues en cada

parte del globo, en cada nación y cada comarca, *puede haber de todo*, y en España hay de toda clase de climas, y según hemos dicho sólo es de gran provecho el detenido estudio analítico de todas las condiciones naturales *del lugar* en que la explotación haya de establecerse para *implantar* las especies vegetales que allí puedan cosecharse bien en la mayor extensión posible, sin apelar á los recursos artificiosos más propios de la Horticultura y Jardinería.

Efectivamente; no se puede hacer una exacta descripción *agropecuaria* de los climas físicos de España por carecer de las necesarias observaciones meteorológicas, y á lo más lo que puede indicarse con el Sr. Pascual y *en términos muy generales*, es que los *climas calurosos* se hallan en el Sur, Oeste y Sur Este de las provincias de Andalucía y de Levante en llanos y montes hasta la altitud de 400 á 700 metros; que los *climas templados* (cálido y frío) se encuentran por las Castillas, Extremadura, Aragón, interior de Cataluña y Navarra en planicies y montes desde 500 á 1.000 metros de altura de estas comarcas según se consideren al Norte ó al Sur; que los climas fríos están en los páramos, vertientes y cimas de los montes desde 1.000 á 1.700 metros en el interior, centro y Norte de las regiones precedentes; los *climas árticos* en las sierras desde 1.500 á 2.000 metros y los *climas polares* desde 2.000 á 2.500 metros.

Ejemplos de climas *muy secos* (de escasas nubes y lluvias) tenemos en las costas del Sud Este y campos de Cartagena, Elche y Alicante; de *climas secos* (240 á 460 milímetros de agua de lluvia anual) en las llanuras meridionales y

centrales hasta 860 metros de altura, campos de Córdoba y estepa andaluza, mesetas de Granada, Levante de Granada, Murcia y Sur de Valencia; de *climas algo húmedos* (460 á 580 milímetros de agua de lluvia anual) en las planicies septentrionales y sitios altos del Sur; de *climas húmedos* (650 á 1.045 milímetros de agua de lluvia anual) en las sierras altas y costa occidental y septentrional y de *climas muy húmedos* (1.300 á 4.600 milímetros de agua llovida en el año) en Bilbao, Santiago de Compostela y Coimbra.

Respecto á los fenómenos meteorológicos preponderantes, diremos que nieva más al Nor-Este (por los vientos fríos y secos que atraviesan el continente europeo), nieva poco al Sud-Este y Sud-Oeste y no nieva en el Sur; nieva en el interior (mesetas centrales) y no nieva en las comarcas que reciben los vientos del Cantábrico (Santander, Provincias Vascongadas, Galicia y Asturias) donde no *cuaja* la nieve, y nieva también en todas las altas montañas de España.

Nuestra península tiene los vientos del Nor-Este, Nor-Oeste y Sur-Oeste en la parte que envía sus aguas al Atlántico, y los de Levante, Sur-Este y Sur en la parte que lleva sus aguas al Mediterráneo.

Los huracanes no son frecuentes, presentándose por los equinoccios y por el invierno.

Las borrascas del golfo de Vizcaya se deben al viento Norte y Nor-Oeste procedente de la América septentrional y que hemos descripto antes; las borrascas en el golfo de Valencia se presentan con vientos del Sud-Este y en el Estrecho de Gibraltar, golfo de Cádiz y cabo de San Vicente con vientos del Sur-Oeste.

Nebulosas son las regiones del Norte y Nor-Oeste próximas al Atlántico (Galicia, Provincias Vascongadas, Asturias y Santander) y diáfanas son las demás generalmente.

En Andalucía, la Mancha y parte de Aragón el calor es con frecuencia asfixiante.

Europa.—Muy fría en las altas montañas y al Norte (Rusia, Laponia, Suecia, Noruega); cálida al Sur (Grecia, Italia, España); húmeda por los vientos del SO. algo dominantes y procedentes del aire elevado en la zona tórrida que á los 30° de latitud baja á tierra para ir al polo (Inglaterra, Irlanda, Holanda, Bélgica, Dinamarca) y en general en las costas occidentales de Francia, España y Portugal, y seca de NE. á SO., del E. al O. y de S. á N. por los vientos que vienen del polo, y de los fríos y secos y cálidos y secos continentes de Asia y de Africa.

La línea isoterma de 0° al N. de Rusia, la de 20° al Sur de España, Italia y Grecia y la de 10° comprende al Sur la mitad meridional de Inglaterra, Holanda, Bélgica, Francia, Suiza, Baviera, la Turquía al Sur de los Balkanes y las tres penínsulas meridionales. Los ríos, mares, lagos, golfos, montañas, valles, ocasionan una gran variedad de climas en Europa, modificando las indicaciones generales que hemos expuesto.

Asia.—Al Norte (Siberia) tiene los mayores fríos del globo terráqueo; muy fría es también la China y al Sur (Arabia) el calor es ardientísimo, teniendo climas variados en los demás puntos; en los países meridionales hay dos estaciones; una seca y otra lluviosa; del Norte tiene vientos fríos; del Sur los monzones y abarca desde el Ecuador térmico (Indochina, Indostán y Arabia)

á la línea isoterma de -10° (parte de la Siberia) comprendiéndose por estas indicaciones y por la diversidad de sus accidentes topográficos la variedad de climas de esta parte de nuestro planeta.

Africa.—En general cálida y seca (en el desierto de Sahara se sufren los mayores calores), y algo templada en las costas. La parte comprendida entre los Trópicos tiene dos estaciones la seca y la lluviosa; en el Norte y en el Sahara alternan los vientos del Sur y del Norte, según las estaciones y en el centro soplan los vientos alíseos del E., NE. y SE. y en las costas del Este los monzones del mar de la India; llueve poco en el Egipto y en el desierto; las lluvias son abundantes y alternadas con la sequía en la parte que corresponde á los Trópicos, desbordándose los ríos Nilo, Niger, Congo, etc. El Ecuador térmico atraviesa el Africa desde el golfo de Guinea á la Abisinia por el Norte y por el Sur desde el mismo golfo á la isla de Zanzibar y las líneas isotermas de 20° por las costas del Norte y del Sur.

América.—Cuenta desde el frío mayor en las zonas glaciales de ambos hemisferios en que se extiende esta parte del globo á los grandes calores de la zona tórrida en su parte central. Sin embargo las *circunstancias locales* hacen variar mucho las condiciones climatéricas en corto espacio. Quito, capital de la república del *Ecuador*, está bajo el *Ecuador* y no obstante por su gran elevación tiene un clima benigno como la república esta en el interior, aunque es calurosa en las costas; las costas del golfo de Méjico experimentan calores terribles *por la corriente ecua-*

torial, pero, en general, se puede decir que los territorios y costas del Atlántico son más frías que las de Europa á igual latitud.

El Ecuador termal se divide en el golfo de Panamá para unirse de nuevo en el Atlántico, comprendiendo á Colombia y las Guayanas; la línea isoterma de 0° pasa por la América rusa y América inglesa al Norte y por el cabo de Hornos al Sur; la línea isoterma de menos 10° por Groenlandia y el Norte de la América inglesa. Son predominantes los vientos polares del NE. en la América del Norte y del SE. en la América del Sur y los vientos alíseos en la zona tórrida, aunque estas corrientes están muy modificadas por los continentes, sierras, etc.; llueve mucho en las vertientes del Atlántico y poco en las del Pacífico (casi no llueve en el Perú) y en la zona comprendida entre los Trópicos hay lluvias periódicas como en Asia y Africa.

La Oceanía tiene un clima cálido por su posición, pero atenuado por la proximidad del mar. En la zona tórrida dominan los vientos alíseos, en la Malasia los monzones, en la zona templada meridional los del Sur y en la septentrional los del Norte, lloviendo periódicamente en la zona tórrida.

Climas agronómicos. — Por *climas agronómicos* se entiende las zonas más ó menos extensas y distantes entre sí en las que, por las condiciones naturales del aire y del suelo puede subsistir mejor y producir más una determinada especie vegetal acompañada de algunas otras especies de análogas exigencias, recibiendo el clima su denominación particular de la especie que se cosecha en más abundancia y con mejor

fruto y que constituye la principal riqueza y ocupación de los agricultores de una comarca.

A los climas agronómicos se les ha llamado también *zonas de cultivo y regiones agrícolas*.

He aquí la característica y sinonimia del clima agronómico que tendrán su demostración en este artículo.

Ley de las localizaciones agrícolas.—Nosotros, teniendo en cuenta que cada planta ó grupos de plantas de análogas exigencias meteorológicas requiere para vivir con lozanía y fructificar bien un grado óptimo de cada uno de los elementos del clima (calor, luz, tensión eléctrica, humedad, etc.), una vez satisfechas las necesidades de alimentación á que el suelo provee por su adecuada composición química y sin olvidar la influencia física del terreno, propusimos hace tiempo la siguiente ley acerca de las *localizaciones agrícolas* que aparece en nuestro programa de enseñanza:

La flora de una comarca es el meteorómetro más infalible que puede suministrar la Física agrícola.

Decimos *más infalible*, aun aceptando grados en la infalibilidad, porque deseamos elegir una palabra que exprese el signo más cierto que no pueda engañarse ni engañarnos (hablando metafóricamente) para mostrar el conjunto de influencias naturales que actúan con mayor ó menor intensidad y más ó menos duraderamente para producir efectos agrícolas.

Esta ley es una lógica deducción de los conocimientos de Atmosferología, de Meteorología, de Meteorognosia y de Climatología agrícolas y de Fisiología vegetal, porque cuando las plantas

nacen, se desarrollan, florecen y fructifican bien en un lugar, en una estación, en un día y hasta en una hora dada, indican claramente que allí y entonces están las mejores circunstancias para su existencia, para su mayor y mejor producción y para el más beneficioso rendimiento consiguientemente.

Este principio que hemos propuesto se halla confirmado en las leyes del *cultivo alterno y simultáneo* (1) y no es más que la fórmula según la cual se pueden enunciar las leyes todas de la *distribución geográfica de las especies vegetales*, porque todas las circunstancias que modifican y constityen los climas físicos cambian la flora determinando el apogeo, la decadencia ó la extinción de unas ú otras especies de plantas en territorios más ó menos circunscriptos.

Por supuesto, que todos los puntos, más ó menos numerosos y extensos y en superficie continua ó reducidos y lejanos y en superficie discontinua, en que pueda vivir una misma especie vegetal ó un grupo determinado de especies vegetales de iguales requisitos climatéricos, componen una misma *región agrícola* ó un mismo *clima agronómico*.

Leyes de la distribución geográfica de los vegetales.—Las variables condiciones ambientes necesarias á la vida de las distintas especies vegetales son las causas que determinan la repartición de las diversas especies de plantas sobre la tierra, formando las relaciones entre el medio y estos seres vivos *las leyes propias de la Geografía Botánica*.

Como causas principales ó condiciones esen-

(1) Páginas 195, 196, 197, 198 y 199; 204, 205, 206, 207 y 209.

ciales á la vida de las diversas especies vegetales, se enumeran con razón: el aire (por el oxígeno y el ácido carbónico), el agua, la radiación solar (calor y luz) y la composición y estado del suelo, obrando desigualmente y como condiciones accesorias las influencias de los demás seres vivos, interviniendo cada una de estas condiciones en grado particularmente favorable ú óptimo para la diseminación ó esparcimiento de una determinada especie vegetal, grado comprendido entre un máximo y un mínimo, fuera de los que la existencia de la misma especie se halla dificultada ó imposibilitada.

El aire, como hemos visto en la lección 10.^a, es preciso para la vida de las plantas, contándose un escaso número de vegetales inferiores (hongos diminutísimos llamados microbios *anaerobios* ó *aerófobos*) que pueden vivir y desarrollarse sin el acceso del aire. Unos vegetales requieren el aire húmedo, otros el aire seco, éstos el aire más cargado de ácido carbónico, ya de los valles estrechos, ya de los bosques matorrales, montes bajos y tallares; aquéllos el aire puro de elevadas montañas.

La vegetación se halla muy subordinada al grado de humedad de la tierra, y esto explica la abundancia de plantas al N. y al NE. y el agostamiento al S. y al SE. en nuestro país (como en el desierto africano), por más que aún cabe hacer distinción entre las especies que se hallan en parajes secos y en parajes más ó menos húmedos para ratificar más estas leyes, observándose que las plantas crasas prefieren los climas cálidos y secos y que las aromáticas abundan más en los climas de variable temperatura diur-

na que en los de temperatura constante (marítimos).

La radiación solar influye más por el *calor*. Cada especie vegetal necesita un límite mínimo de temperatura para iniciar su actividad biológica (sin rebasar el límite máximo que la detiene ó suprime) como necesita una suma determinada de calor para recorrer todas sus fases evolutivas hasta la maduración de sus frutos, en grados crecientes de temperaturas medias (páginas 311 y 312).

La cantidad de *calor total* que cada especie vegetal exige se evalúa por la suma de temperaturas medias que la planta puede recibir durante el tiempo de su vegetación sin descender de la mínima temperatura que la planta pueda resistir. Algunos autores indican que para rectificar ciertas diferencias que parecen anómalas se recurra al método de *sumas de calor*, que consiste en adicionar las temperaturas medias de cada día sobre 5°.

Aunque el influjo de la luz es necesario, cada especie y variedad de planta tiene su grado óptimo, como sabemos, de apetencia luminosa, notándose que hay vegetales que no aguantan una fuerte radiación y habitan parajes sombríos bajo las plantas arbóreas (violetas, clemátides, aristolóquias, etc.), y otros ocupan los parajes oscuros ó poco soleados (mercurial, parietaria y casi todos los helechos). La oscuridad extingue la vegetación (como en las cavernas y profundidades del mar) y sólo algún hongo (como las trufas) completa su evolución sin la influencia de la luz; pero de todo esto se deducirá la va-

riable tendencia que ofrecen las plantas con respecto á la luz.

Ya tenemos indicadas las variables condiciones agrícolas del suelo como causas modificadoras del clima, y sólo añadiremos ahora que por la composición química, por la constitución mineralógica ó por las cualidades físicas de los terrenos, las especies vegetales tienen visibles preferencias por ciertos suelos, como ahora pueden servir de ejemplos los suelos *nitrogenados* (plantas *ruderales*: ortigas, parietaria, algunos *Chenopodium* y las plantas que viven en la proximidad de las habitaciones: *Malva*, *stellaria media*, *Hordeum murinum*, *Polygonum aviculare*, etcétera); los suelos *salinos* (Quenopodiáceas salsoleas y los *Statice*); los suelos *calizos* (Haya, Boj, *Vicetoxicum*, *Helleborus*, *Anthyllis*, *Helianthemum*, etc.); los suelos *silíceos* (Castaño, *Digitalis purpúrea*, *Jasione montana*, *Carex arenaria*, *Arundo arenaria*, *Elymus arenarius*, con la mayoría de las *gramináceas* y *equisetáceas*); los suelos *arcillosos* (*Tussilago*, *Lappa*, *Chicorium Intybus*, etc.); los suelos *encharcados* en alguna estación del año (Ciperáceas y Juncáceas) y los parajes estériles (*Thymus*, *Serpyllium*, *Galeopsis*, *Verbena*, Musgo, etc.)

El hombre, los animales, los parásitos vegetales (*lucha por la existencia*) y los microbios del suelo, favoreciendo ó perjudicando la vida de las plantas, influyen también de muchos modos en los cambios de la flora.

Las mismas plantas sin mudanza en sus caracteres esenciales por *adaptación* á condiciones ambientes se metamorfosean proveyéndose por ejemplo, de órganos de defensa ya contra los

animales dañinos (espinas, agujones, venenos), ya contra inclemencias de la intemperie como el calor y desigual temperatura (cubiertas de pelos, secreción de sustancias volátiles de gran poder absorbente contra el calor, de envolturas de abrigo, barnices cerosos, resinosos, etc.), si bien en realidad estas y otras metamorfosis son bastante limitadas en los vegetales y á veces pudieran explicarse por accidencias que en nada desmienten la subordinación de los actos funcionales de las plantas (quizá por hábito inveterado) á condiciones determinadas y determinantes de la vida de la especie, en ausencia de cuyas condiciones la muerte de los vegetales es indefectible é inmediata ó si las condiciones son no más que adversas la *degeneración* es irremediable, aunque con esto no pretendemos poner en duda la maravillosa unidad de los métodos y procedimientos naturales. En este sentido hablamos en Agricultura de los caracteres variables de las plantas, sin remontarnos al origen, propagación y vicisitudes de las especies fitológicas (página 313.)

Compruébanse además estas leyes de la distribución geográfica de las plantas considerando que en los diversos períodos geológicos y según las condiciones naturales que acompañaron á cada período en cada parte del globo, se ven aparecer, subsistir ó extinguirse los vegetales que soportan ó no las nuevas influencias.

Regiones botánicas.— Los botanistas, con una pericia innegable, exponen estas leyes de distribución geográfica de las plantas, dividiendo el globo terráqueo en *regiones botánicas* ó *zonas geográfico-botánicas*; pero estos principios gene-

rales no tienen utilidad en las particulares aplicaciones de *la práctica agrícola eminentemente local*, como hemos demostrado.

Así el más sabio de los botanistas conocidos el Sr. D. Blas Lázaro é Ibiza, Catedrático de Botánica en la Facultad de Farmacia de la Universidad Central en su monumental obra de *Botánica Descriptiva* reúne en siete bandas todas las *zonas geográfico botánicas* del globo para ambos hemisferios:

- 1.^a *Zona de las praderas árticas.*
- 2.^a *Zona de los bosques boreales.*
- 3.^a *Zona de los montes, estepas y desiertos boreales.*
- 4.^a *Zona de los bosques tropicales.*
- 5.^a *Zona de los montes, estepas y desiertos australes.*
- 6.^a *Zona de los bosques australes.*
- Y 7.^a *Zona de las praderas antárticas.*

Examina los lugares de la tierra á que se extiende cada una de estas zonas botánicas designando las floras correspondientes.

Afirma que la flora de la península ibérica (por la variedad de accidentes geográficos y de climas) se puede relacionar con las grandes floras naturales de la parte no tropical del antiguo mundo, especialmente con la *flora mediterránea (meridional)*, de temperatura algo cálida y lluvias en tiempo frío (con mirtos, laurel, encinas y alcornoques de hojas no caedizas, madroñero, naranjo, limoneros, limeros, cidreros, olivo, granado, algarrobo, higuera, moral, morera, etcétera, y plantas monocotiledóneas bulbosas, como narcisos, azafranes, jacintos, tulipanes, li-

rios, cebollas, ajos, etc.), (1) y con la *flora de los bosques boreales (septentrional ó cantábrica)* de temperatura menos cálida que la precedente y de lluvias más regulares (con especies leñosas de hojas caedizas generalmente, como sauces, chopos, hayas, robles, castaños, alisos, olmos, abedules, arces, tilos, fresnos, avellanos, alerces, etc., y menos de hojas permanentes como tejo, abeto común y algunos pinos, pequeñas matas leñosas gramináceas rizocarpías y algunos helechos) (2), agregando: la *flora ártica*, fría, (con plantas herbáceas vivaces y pequeñas, con pocas especies leñosas rastreras y muchos musgos y líquenes) (3) y la *flora de las estepas*, destemplada y seca, de suelo salino yesoso ó calizo mezclado de arcilla ó arena (falta de árboles, con plantas herbáceas no muy grandes; gramináceas, leguminosas crucíferas y compuestas, con frecuencia pelosas ó crasas para defenderse de la sequedad) (4).

Después el Sr. Lázaro asigna á nuestra flora los caracteres especiales: de semejanza con la flora africana, de *gran variedad de especies y de notables y frecuentes contrastes* aun en espacios muy limitados, haciendo notar el número crecido de plantas leñosas no de árboles precisamente sino de arbustos, matas y matillas. A las estepas españolas las caracteriza por colinas de poca elevación, de poco fondo (casi sin tierra vegetal), de sedimentos salinos y con plantas

(1) Comprende el 80 por 100 de la extensión peninsular.

(2) Ocupa el 7 por 100 de la superficie peninsular.

(3) Su extensión es del 6 por 100 de la península.

(4) Su área es de 3 y medio por 100 de la extensión peninsular.

halofilas ó que prefieren los terrenos salinos particularmente por especies de la familia de las Salsoláceas y de entre ellas más las barrilleras, exponiendo por último la preponderancia numérica de nuestras plantas vasculares sobre las de todas las naciones europeas.

Y en fin, el Sr. Lázaro, cuyos estudios *sobre el terreno* realizados á sus expensas en excursiones constantes han servido de tan gran utilidad á la flora de España, agrupa la península en dos regiones botánicas principales correspondientes á la *flora de los bosques boreales* y á la *flora mediterránea* (prescindiendo de la *ártica* y de la *esteparia*), dividiendo, no obstante, el territorio nacional por la mayor área que ocupa la vegetación mediterránea, en las regiones septentrional, occidental, meridional, sudoriental, oriental y central, regiones trazadas en un mapa especial de enseñanza en su citada obra.

Mas no se olvide que todas estas divisiones no están limitadas por líneas á diferencia de las divisiones políticas, porque las circunstancias modificadoras de los climas determinan notables variaciones en la distribución geográfica de las especies vegetales, y no creemos arriesgado asegurar que nuestra nación tiene condiciones naturales para albergar convenientemente especies vegetales exóticas de todas las partes del globo precisamente, como dice con acierto el Sr. Lázaro, porque en España hay toda clase de climas á causa de la variedad de accidentes geográficos y topográficos (altitudes, exposiciones, altillanuras, montañas, valles, mares, ríos, costas, riberas, etc.)

De todo esto y para las aplicaciones agríco-

las lo que conviene saber es que el calor de las zonas ecuatoriales con la humedad ocasiona vegetación exuberante; las zonas templadas cálidas producen cereales en sitios frescos, arbustos (vid) y árboles frutales (olivo, naranjo, etc.) que hallan humedad en lo profundo del suelo y calor en el ambiente para su fructificación; en las zonas templadas frías las hierbas ocupan la tierra (cereales y forrajes) faltando calor para los árboles frutales y en las zonas glaciales tenemos los árboles maderables de yemas cubiertas por gruesas envolturas para proteger las hojas y las flores y frutos (páginas 313 y 314).

A continuación exponemos los caracteres de los *climas agronómicos* que pueden observarse en Europa, todos los que se hallan también representados en España por las variadísimas condiciones naturales de nuestro país.

Al eminente agricultor Mr. de Gasparín se atribuye la prioridad en establecer, clasificar, designar y describir las *regiones agrícolas*. Por los trabajos de éste y otros ilustres agrónomos, se ha dividido la Europa y España, de ~~Suro~~ ^{Norte} á ~~Norte~~ ^{Suro} en las siete regiones agrícolas siguientes:

- 1.^a Región de la *caña dulce*.
- 2.^a Región del *naranjo*.
- 3.^a Región del *olivo*.
- 4.^a Región de la *vid*.
- 5.^a Región de los *cereales*.
- 6.^a Región de los *prados*.
- 7.^a Región de los *bosques*.

Aunque no exenta de algunas variaciones por *circunstancias locales*, esta clasificación de los climas agronómicos es, como veremos, gradativamente más detallada que todas las prece-

dentes, y más útil por consecuencia á las aplicaciones de la explotación agrícola.

Región de la caña dulce.—Esta región se caracteriza por el cultivo y aprovechamiento de esta planta con una temperatura mínima que nunca baja de 0° , una máxima que puede llegar á más de 40° y una media de $+20^{\circ}$ para suministrar á la caña de azúcar durante su evolución anual una suma total de calor de 7.000° .

Análogas condiciones requieren el algodonero arbóreo, el plátano-bananero, el chirimoyo, el cocotero, el árbol del pan, el inañe ó ñame ó igname de la China, la batata de Málaga, el manioc del Brasil, el tabaco, añil, etc.

Esta región se halla en las costas de Granada, Málaga, Almería, Alicante, Valencia y Castellón. Esta zona es de pocas lluvias.

Región del naranjo.—Tiene una temperatura mínima de menos 2 á menos 3° , una máxima de 38 para dar una temperatura media de 18 á 19° y proporcionar al naranjo 6.000° de calor total, comprendiendo al Oeste las costas de la península ibérica, al Este las provincias de Levante, especialmente Valencia; al Sur Andalucía; al Sur de Europa algo de Francia y casi todo el litoral de Italia, Grecia y Turquía.

Con el naranjo pueden vivir el limonero, el algarrobo, la morera, el granado, la palmera, el nopal, la pita, la sulla y los cereales de verano, escaseando las heladas y siendo rara la nieve.

Región del olivo.—Muestra una temperatura mínima de menos 7° á menos 8° , una máxima de 36° y una media de 14° , pudiendo dar 4.000° de calor total desde que este árbol florece hasta el

invierno y 3.900 á 3.800° para las variedades menos exigentes.

El olivo se hiela allí donde como en las comarcas elevadas del centro y del Norte la temperatura descende de la mínima citada durante 7 ú 8 días. Al abrigo de los Alpes y de los Pirineos puede vivir el olivo (influencia de las montañas y de la exposición).

Con el olivo subsisten la higuera, el almendro, el azufaifo y la alfalfa y el pipirigallo, entre las plantas de prados artificiales (en terrenos frescos de regadío) con otras leguminosas y cereales de alimento para el hombre y los animales, con ó sin el auxilio del riego.

Esta región carece de lluvias en el verano; no suelen faltar las de otoño (que pueden retrasarse hasta el invierno). La provincia de Córdoba es el tipo de esta región que además comprende la de Jaén, y aunque otra cosa se diga, menos las de Aragón (donde el hielo ha causado grandes extragos en los olivares), extendiéndose también á parte del Sur de Francia y naciones é islas del Mediterráneo.

Región de la vid.—Muy extensa en España á excepción de las altillanuras y sierras altas (comarcas frías) del centro y Norte y regiones húmedas; esta zona se especifica por una temperatura mínima de menos 10° (poco duradera), una máxima de 33° y una media de 10 á 12°, para subvenir con una suma de calor total de 2.630° para las *variedades tintas* y 2.600° para las *variedades blancas*, desde la floración de este arbusto hasta la época de la *vendimia*, presentándose las lluvias más á menudo que en la región precedente y cosechándose frutas, cereales

y algunos forrajes, especialmente tréboles, en terrenos medianamente húmedos.

En los países del Norte la exposición Sur permite el cultivo de la vid.

Esta zona comienza en la costa occidental de Francia, sube á París, Champagne, el Mosela y el Rhin; baja en Austria-Hungría é Italia, atraviesa la Crimea, llegando hasta el Norte del mar Caspio, y al Sur hasta las Canarias; continúa por el litoral en Berbería para reaparecer en Egipto, y particularmente en Persia, cultivándose también en América. Sus límites de altitud están: á 300 metros en Hungría, á 550 en el Norte de Suiza, á 650 en la vertiente meridional de los Alpes y á 960 en el Apenino meridional y en Sicilia, comprobando cuantas teorías hemos expuesto.

Región de los cereales.—Empezaremos por decir que la región de los cereales se divide en *región de los cereales de invierno*, que comprende los lugares en que se dan y producen bien algunas plantas de la familia de las gramíneas (sobre todo trigo, cebada, centeno y avena), desde el otoño al verano más generalmente ó desde la primavera á mediados ó fines de verano, por excepción de localidad, y en *región de los cereales de verano* (maíz, mijo, panizo, alpiste, arroz, sorgo, etc.), con otras plantas como el trigo sarracénico, patatas, judías, etc., que requieren más calor y más ó menos humedad, por lo que se cultivan desde la primavera al otoño en nuestras regiones lluviosas y húmedas del Cantábrico (Asturias, Galicia, Provincias Vascongadas, etcétera), y en otras comarcas, con ó sin el auxilio

del riego, también en verano, para proporcionar una suma de calor total de 2.500 á 4.000°.

Con esta distinción se evitan confusiones y se comprenderá la extensión que en España y fuera de España tiene la región de los cereales de invierno que se individualiza por una temperatura mínima de menos 15° (y hasta de menos 17°), una máxima de 28 á 30° y una media de 7° para influenciar con una suma de calor de 1.500 á 2.400° á las indicadas especies vegetales, que además exigen temperatura y humedad moderada constantemente lo que sólo se llega á lograr en demarcaciones circunscriptas de calor y frío no extremados y de lluvias frecuentes y no muy abundantes en otoño y primavera.

Sin embargo territorios extensos de estas condiciones abundan en España desde una faja estrecha de las costas al centro de nuestra península (las Castillas, Aragón, parte de Cataluña, Extremadura, parte de Levante y Andalucía) entre las regiones anteriormente detalladas. En Europa: por el Norte hasta los 65 á 70° de latitud (cebada, avena y centeno) en Suecia y Noruega; más abajo, desde los 60° (al Oeste de Siberia) hasta los 55 y 51° (al Este); por el centro en llanos del Este y Sur de Inglaterra, Bélgica, Flandes, Picardía, la Beauce, la Brie, la Alsacia y el Palatinado, predominando al Norte, climas de la zona templada fría y montañas, la cebada, avena y centeno, y al Sur, planicies y climas más templados, el trigo, y en los países cálidos el arroz, maíz, etc., hallándose especialmente la zona del trigo al Sur de Escocia, Inglaterra, mediodía de Francia, Italia, Grecia, parte de Alemania, la Hungría, la Crimea y el Cáucaso, co-

marcas cultivadas del centro de Asia, el Asia Menor, Persia, India septentrional, Egipto, Nubia, España y Canarias, obteniéndose al Sur de estos últimos países el arroz y el maíz. En América los cereales se extienden hasta los 37° de latitud en la parte Oeste y de los 50 á los 52° en la parte oriental. El arroz se cosecha casi solamente en China, Japón, España y puntos meridionales de los Estados Unidos, predominando el maíz en América, el arroz en Asia y cosechándose los dos en Africa. En el hemisferio austral el trigo predomina en el mediodía del Brasil, República Argentina, Chile, Cabo de Buena Esperanza y en Nueva Holanda, encontrándose el centeno y la cebada en mayores latitudes (Nueva Gales del Sur, etc.)

El maíz se halla á 1.000 y 2.000 metros de altitud (Andes de la América ecuatorial). Los cereales en Europa llegan á 2.000 y 3.000 metros, situándose la cebada y centeno en los lugares más altos y el trigo en los más bajos.

La región de los cereales, considerada en conjunto, se halla limitada al Sur por la región de la Vid y al Norte por las comarcas húmedas, propias de los prados, que no permiten la buena madurez de los granos.

La regularidad de las lluvias, la frescura del suelo y la temperatura moderada favorecen una alternativa provechosa de cosechas (cereales, leguminosas, raíces y pastos). Sin embargo, estas excelentes condiciones no se hallan en todas las comarcas dedicadas á cereales, apreciándose frecuentemente muchos daños por nuestros agricultores. Así es que en los territorios dedicados por extensión abusiva á cereales de invierno y

aun de verano en España, las nieves y los hielos se presentan todos los años y la sequía no deja de ser pertinaz y desastrosa.

Región de los prados.—Está particularizada esta región allí donde es mayor la producción espontánea de hierbas al influjo de una temperatura apacible, de lluvias frecuentes en todas las estaciones del año, con cielo nebuloso para sostener en la atmósfera una humedad constante (climas húmedos y muy húmedos) y en la tierra una proporción de 20 á 23 por 100 de agua, ya por la regularidad de las lluvias, ya por la poca temperatura, ya por la nebulosidad y nubosidad que impiden la evaporación, ya por las filtraciones y configuración de los terrenos.

En esta zona la grana ó granazón de los cereales está arriesgada como sabemos (páginas 251, 333 y siguientes), las hierbas dominan el suelo y su área se extiende en nuestra península por toda la costa cantábrica y en el extranjero por el Norte y Occidente de Francia, por Bélgica, Suiza, Holanda, Irlanda, Inglaterra y parte de Alemania (Norte, Occidente y centro de Europa).

El consumo de los forrajes por los ganados deriva el producto de las tierras de esta zona en rendimientos pecuarios, especialmente carnes y leches, produciéndose además en condiciones adecuadas, lino y cáñamo.

He aquí la región de los prados. Cuando las condiciones naturales indicadas que caracterizan este clima agronómico ejercen su influencia constantemente la producción y aprovechamiento de los prados es continua y la zona agrícola se llama entonces *región de los prados frescos, peren-*

nes ó constantes. Pero como las condiciones mesológicas de los prados pueden existir en las demás regiones, durante alguna parte del año, faltando en otras temporadas, produciéndose á intervalos las hierbas, de aquí que se hagan dos subregiones de los prados:

Subregión de los prados de invierno.—Comprende los lugares más ó menos lejanos entre sí comprendidos en las regiones precedentes (principalmente desde la región de la vid hasta el límite Sur) en la que y durante el invierno hay temperatura suave y humedad suficiente en el terreno para que las hierbas se desarrollen entonces aunque después se sequen (en el verano, cuando no llueve y hace calor).

Subregión de los prados de verano.—Comprende los lugares más ó menos distantes entre sí comprendidos al Norte de los prados frescos, á veces en localidades situadas en la región de los mismos prados frescos y de los cereales donde por el frío extremado del invierno las tierras y las plantas están cubiertas de nieve y se hielan impidiendo el cultivo y la vegetación, hasta que la grata temperatura del verano se une á la humedad consiguiente al deshielo y al derretimiento de las nieves, las hierbas brotan y los ganados pacen. Las sierras elevadas de España son ejemplos de esta subregión.

Región de los bosques.—Esta región, situada al Norte de la anterior, comprende parajes nevados casi siempre de mucha latitud ó de mucha altitud, con terrenos de poco espesor generalmente sobre las rocas de difícil laboreo y poco fértiles que por el frío y la aridez del suelo no permiten la subsistencia de las plantas herbáceas

y donde *los bosques* (pág. 155 y 156) de encinas, robles, alcornoques, pinos, abetos, cedros, alerces, castaño, olmo, fresnos, etc., proporcionan á los habitantes escasos medios para satisfacer sus necesidades y buscarse alguna utilidad. Las sierras más altas de nuestra nación son modelo de la subregión de los prados de verano y de esta región de los bosques (heladas cumbres de Moncayo, Sierra Nevada y aun del Guadarrama y grandes altitudes de todos los países del globo).

Creemos oportuno consignar aquí que la región de los bosques corresponde á las zonas glaciales que, comenzando en el polo, se dividen en dos regiones: la *ártica*, con arbustos enanos (abedul, aliso, rododendro, etc.), y la *polar*, en donde se ven vegetales vivaces mezquinos y poco abundantes que forman la región, *plantas alpinas* (de las *praderas* árticas y de los *bosques boreales*, como hemos visto en la Geografía Botánica), región en que la temperatura media del estío es de 1° á 3° y la máxima de 16°, cuya vegetación sólo aparece y fructifica durante algunas semanas, requiriendo estas plantas sólo 50° á 300° de calor para desarrollar sus hojas y flores.

En el extranjero se pueden citar como modelos de esta región los países más próximos al polo como la Laponia, Islandia, Norte de Suecia y Noruega y de la Rusia. Spitberg (en Europa), Siberia (en Asia), la América rusa, Nueva Bretaña, Labrador, parte del Canadá y la isla de Terranova en la América del Norte, y en general, elevadas altitudes de la América del Sur y de África.

La variedad de climas físicos de todas las partes del globo permiten la existencia y fructificación de plantas de muy distintas exigencias mesológicas como demuestran las variadas producciones de un mismo país y los productos análogos de países diversos.

Para la división de las regiones agrícolas hemos procurado siempre, como ahora, relacionar las condiciones físicas de las localidades que cada región comprende con las exigencias de la planta que da nombre á la región, por más que debe tenerse en cuenta que cada período evolutivo del vegetal requiere grados distintos ú óptimos de las diferentes influencias mesológicas del clima.

Las cifras de mínima, máxima y media temperatura que hemos señalado á cada región, nos parecen, sin embargo, términos comparativos de bastante aproximación, si además se considera las variaciones térmicas que presentan las estaciones del año en relación con las fases vegetativas de la planta de cada zona, debiendo reservarse para el tratado de cultivos especiales, para la *Fitotécnia especial*, el incluir guarismos exactos según las particularidades concernientes á la vegetación de cada especie y variedad de plantas útiles.

Se sobreentiende que cada región se halla comprendida: en el extremo Sur, por la región que le antecede, y en el extremo Norte, por la región que le sigue, que son los límites meridional y septentrional de calor y de frío, entre los que oscila la vegetación de la planta que dé nombre á la zona en cuyo centro está la línea de mayor apogeo fisiológico de la planta.

De las regiones agrícolas no se puede hacer separación por líneas precisas de Sur á Norte ni dentro ni fuera de España, porque en realidad se hallan como mezcladas, según ha podido verse al describirlas, lo que depende de las condiciones de los parajes y de las épocas del año á que el examen se refiera. Esto afianza más y más nuestra opinión de que lo que es de importancia práctica para la Agricultura es *conocer el clima físico y agronómico, el medio ambiente y la flora de la localidad en que haya de instalarse la explotación agrícola*; y esto nos lleva á recordar aquí nuestra *ley de localizaciones agrícolas* y á transcribir útiles preceptos dados por tratadistas ilustres y aconsejados por nosotros siempre: Convendría que se hiciesen amplias investigaciones para conocer el grado óptimo de cada una de las influencias naturales de todas las plantas útiles para llevarlas á los sitios de su exuberancia fisiológica en las naciones y localidades donde más produjesen, constituyendo la principal riqueza, y en donde además pudieran cultivarse otras plantas, aunque fueren de accesorio rendimiento por menor desarrollo, y convendría hacer muchas observaciones meteorológicas en todas partes para caracterizar exactamente los climas físicos según todas sus circunstancias y poder determinar con exactitud y anticipación los cultivos de especies y variedades de plantas que mejor pudieran subsistir y producir en las condiciones naturales de la circunscripción observada.

Parte de este estudio se haría fácilmente en los centros docentes de las diferentes regiones de España, como nosotros nos proponemos seguir

haciendo, colocando semillas durante todo el año en recipientes capaces con tierras de diferente naturaleza mineralógica, y observando y anotando los resultados de la germinación, vegetación y fructificación, deducir aplicaciones agrícolas interesantes á las comarcas de España, pues, como por ejemplo, se habrá notado, entre las citadas exigencias térmicas de las plantas de estas regiones agrícolas descritas, *hay claros, saltos* ó huecos que gradualmente ocupan muchas especies vegetales interesantes.

He aquí ahora sencillas y habilísimas clasificaciones que, según los climas agronómicos, se han hecho de Europa y de nuestra península, y que damos en forma de cuadros.

Del Sr. Echegaray:

DIVISIONES GEOGRÁFICAS	REGIONES AGRÍCOLAS
1. ^a Del Sur y Sur Este (Arboles frutales). . .	1. ^a <i>Naranjo y olivo.</i> 2. ^a <i>Morera y vid.</i>
2. ^a Del Nor Este y Norte (Plantas herbáceas). .	3. ^a <i>Cereales.</i> 4. ^a <i>Prados ó forrajes y raíces alimenticias.</i>
3. ^a Del Norte. (Arboles maderables).	5. ^a <i>Bosques de árboles de hojas persistentes y de árboles de hojas caducas.</i> 6. ^a <i>Bosques de árboles de hojas persistentes (abedul).</i>

Este sabio y venerable naturalista, en su interesante obra de Agricultura, escrita el año 52, que contiene grandes conocimientos ignorados

hoy de muchos ó presentados de otro modo, dice que esta división es también aplicable desde lo bajo á lo alto de las montañas, y propone que las plantas intertropicales (caña dulce, batata, añil y otras) se incluyan en la región del naranjo, aunque este error lo subsana diciendo después que el clima de estas plantas intertropicales debe considerarse *aislado*, y tan esclarecido autor lo coloca en Málaga al límite Sur de la primera división de ésta su clasificación, clasificación en que, además, echamos de menos las divisiones geográficas y regiones agrícolas del Nor Oeste, Oeste y Sur Oeste de Europa y España que, según los casos, suponemos las incluyó implícitamente en las tres divisiones anotadas.

El ilustrado Catedrático de Agricultura del Instituto de Oviedo, Sr. D. Dionisio Martín y Ayuso, incluye en su libro de Agricultura los siguientes grupos de *climas fisico-agronómicos de España*, que hemos visto en obras publicadas después, que ignoramos si son propuesta original del Sr. Martín Ayuso, y que reunimos en el cuadro siguiente:

NOMBRES	CLIMA FÍSICO	REGIONES AGRÍCOLAS	TERRITORIO ESPAÑOL
Cantábrico..	Templado y húmedo. . .	Prados permanentes. Maíz. Manzano.	Galicia, Asturias, Santander, Provincias Vascongadas y montañas bajas de Navarra
Continental, central ó interior	Seco y destemplado	Cereales. Vid.	Castillas, Aragón, Rioja, Ribera de Navarra, etc.
Bético y Penibético	Seco y cálido.	Cereales. Vid. Olivo. Naranja.	Extremadura y la parte de Andalucía correspondiente al Atlántico. Alicante, Murcia, Valencia, Castellón y la parte de Andalucía correspondiente al Mediterráneo.
Tarraconense ó catalán. . . .	Templado y húmedo. . . Seco y destemplado	Prados permanentes. Maíz. Manzano. Cereales. Vid.	En las coetas. Interior y estribaciones pirenaicas.

Más detallada que la del Sr. Echegaray, sin llegar á ser muy extensa, ya el Sr. Ayuso declara juiciosamente que esta clasificación es defectuosa.

Nosotros siempre creímos que todas las clasificaciones, para ser lógicas, tienen que ser largas y complicadas, y entonces se confunden con las descripciones, ó se hacen caprichosamente cortas para que sean sencillas, y entonces no son lógicas. La clasificación de la obra del Sr. Ayuso nos parece buena, y podría ser *completa* poniendo al final (al Sur) de las regiones agrícolas del clima cálido y seco, llamado con propiedad Bético y Penibético, la región de la caña dulce, cuya región existe positiva aunque más ó menos limitadamente, y si además diera cabida á la *región de los bosques* en un grupo especial que pudiera llamarse convencionalmente Subalpino y Alpino. Verdaderamente que tan querido, inteligente é instruido compañero y digno amigo, conoce y expone muy bien la teoría de los climas, con la que nos manifestamos conformes, especialmente cuando dice que el clima continental es el peor para los intereses agrícolas.

Estas observaciones nuestras tienden á demostrar más y más que si en todas las ciencias, y singularmente en las naturales, el ingenio agotado en clasificar es plausible porque las clasificaciones facilitan el estudio y son un instrumento útil de exposición metódica, siempre y siempre las conexiones filosóficas ó efectivas de las cosas serán indisolubles, y las entidades todas no nos ofrecerán esas soluciones de continuidad de que consta toda clasificación, máxime en un problema tan complejo como es el de reducir á

fórmulas diferenciales y concretas la variadísima topografía agrícola de España.

Concluiremos haciendo notar que los climas físicos y agronómicos de España son muy variados aun en cortos trechos, como se ha demostrado por las leyes naturales examinadas y como muestran nuestros campos con variadísimos paisajes, aun dentro de una misma provincia.

A esto se conforman nuestras anteriores exposiciones, y *no adoptar clasificación climatológica alguna es lo mejor en Agricultura*, para no pagar muy caros los errores ó las opiniones sistemáticas.