

## CAPÍTULO VI

## EL OTOÑO.—EL INVIERNO

LA TIERRA VEGETAL.—PAISAJES DE INVIERNO.—EL FRÍO.—LA NIEVE.—EL HIELO.—LA ESCARCHA,  
EL GRANIZO, ETC.

Inviernos memorables.—Las temperaturas mas bajas que se han observado.

Augusto Comte emitió la idea de reunir todas las fuerzas de que puede disponer el género humano, para enderezar el eje del mundo. Milton dice que antes del pecado de Adán (y de Eva), el eje de rotación del globo era perpendicular á la eclíptica, de modo que no había estaciones, y la Tierra gozaba de una primavera perpétua; pero que después de haber cogido la manzana, Jehová se enojó y pegó un puntapié á nuestro pobre planeta, que desde entonces va dando torpes volteretas por el espacio, y sufre alternativamente los ardores del sol y los rigores del invierno. Es indudable que si la Tierra no tuviera estaciones tan opuestas que ofrecen á la inteligencia humana tan mala hospitalidad, la organización de la naturaleza animada estaría hecha por fuerzas menos rudas, y gozaríamos de un estado armónico mas uniforme. Esto sería una condición de habitabilidad superior á la nuestra: pero el eje está inclinado! lo ha estado y lo estará siempre, y por lo tanto ni ha habido ni habrá verdadera edad de oro sobre la Tierra. A consecuencia de esta inclinación, los organismos vegetales y animales han sido constituidos sucesivamente para vivir en el medio ambiente, menos delicados, menos sensibles, mas inferiores de lo que lo hubieran sido en una condi-

ción superior. Sin embargo, tales cuales son hállanse por su misma naturaleza en correspondencia con el género de vida terrestre de tal modo que si el eje se enderezara de repente, la primavera perpétua que tendríamos en perspectiva sería funesta para la vida atribuida á la Tierra, y echaríamos muy de menos nuestras antiguas estaciones, y hasta nuestros inviernos.

En efecto; el otoño y el invierno no son menos indispensables para la marcha de la vida terrestre que la primavera y el verano. La Tierra, después de habernos dado sus flores y sus frutos, necesita reposo, calma, silencio; y su seno no es inagotable sino á condición de regenerarse periódicamente. El otoño es la estación de tránsito entre el calor y el frío, tránsito que al operarse gradualmente según la inclinación creciente de nuestro horizonte hasta el solsticio de invierno, se vé algunas veces agitado por choques meteorológicos procedentes de las borrascas, de los vientos, de los hielos formados en las altas latitudes, y de las variaciones que en definitiva constituyen las condiciones de la vida del planeta. En la época de la inclinación mas oblicua del sol y de los días mas cortos, la Tierra, cada vez mas fría, parece caer lentamente en el hielo de la muerte. Pero solo la superficie sufre

la desnudez que acompaña al frío y esta dispersión glacial; ya hemos visto que á algunos metros de profundidad, el invierno es la época mas cálida, y que mas abajo la capa terrestre goza de una temperatura uniforme, igual á la media del punto de observación.

Fructidor, vendimiario y brumario nos presentan la naturaleza bajo su aspecto grave y severo. La verdura uniforme de la primavera y del estío ha sido sustituida por los diferentes matices que preceden á la caída de la hoja. Los paisajes son mas pintorescos, los tonos de las nubes y los de los bosques mas vivos y mas fijos, como si la naturaleza quisiera afirmar á los ojos del hombre, antes de adormecerse, su grandeza y su eternidad. Ya no se oyen los alegres cantos del pajarillo que construye su nido en los matorrales y en las ramas de los árboles; ya no se respiran los suaves y delicados perfumes de las flores de mayo: anúnciase en la atmósfera una época solemne, porque la Tierra, inclinándose cada vez mas bajo los rayos del sol, parece reconcentrarse en sí misma, abstrayéndose en el sentimiento de su individualidad personal. Las caprichosas combinaciones vegetales debidas á la luz y al calor se disuelven y caen; el viento sopla arrebatando las hojas; cógense las frutas, desde las que produce el verjel creado por la civilización hasta las de la viña; Pomona reemplaza á Ceres y Flora, y la industria humana afirma cada año su obra mas antigua y constante, atrayendo al hombre á las cómodas habitaciones en las cuales se halla al abrigo de las intemperies del otoño y del invierno, y puede vivir durante esta época rigurosa en medio de los trabajos del ingenio humano, reunidos merced á la invención de la imprenta, en medio de las dulces afecciones del hogar doméstico y de la fraternidad de los seres que para su sociedad ha escogido.

Frimario, lluvioso y nivoso ejercen una concentración física en la parte moral del hombre muy diferente de la expansión de-

bida á los luminosos y cálidos días de la primavera y del verano; modelados nosotros sobre la naturaleza terrestre, experimentamos frecuentemente y sin darnos cuenta de ello su variable influjo, que debería redundar siempre en ventaja nuestra si llevásemos una vida intelectual y armónica. Cada estación puede dar, tanto al alma como al cuerpo, una saludable variación de actividad, y el planeta podría ser una morada agradable, no obstante los 23 grados de inclinación de su eje, si fuésemos un poco *espirituales*. Mas no: en vez de vivir sencillamente tranquilos y dichosos, pasamos nuestra efímera existencia combatiéndonos mutuamente con todas las armas imaginables, desde las que nos prestan con sus habillitas la envidia y los celos, hasta el fusil y el cañón de las guerras internacionales y civiles.

Hemos visto de qué modo la oblicuidad creciente de los rayos solares produce el enfriamiento de nuestro hemisferio y forma las estaciones de otoño é invierno. Mas adelante veremos cómo las lluvias agregan su trabajo al del calor y al del viento para esponjar la tierra, y hacerla á propósito para la vegetación. La tierra vegetal no es, como los terrenos geológicos, un simple producto del mundo mineral; al contrario, debe su existencia al atmosférico. El *humus*, que constituye el elemento fundamental é indispensable de la tierra vegetal, es un producto de la fuerza orgánica, una combinación de carbono, hidrógeno, ázoe y oxígeno, que no puede resultar de las fuerzas de la naturaleza inorgánica, porque en la naturaleza muerta las sustancias no se unen sino por la combinación simple de dos de ellas, y no por la de todas á la vez, como sucede en este caso (véase Boussingault, *Química agrícola*, 1, pág. 371). A estas sustancias esenciales del humus, se agregan otras en menor cantidad, como el fósforo, el azufre, un poco de tierra propiamente dicha, y á veces diferentes sales. Así como el humus es un producto de la vida, así

tambien es la condicion necesaria para ella. Alimenta los cuerpos organizados; sin él no podria existir la vida individual, por lo menos en cuanto á los animales y á las plantas mas perfectos; la muerte y la destruccion son, pues, indispensables para la alimentacion y reproduccion de una nueva vida. A excepcion del agua, es la única sustancia que en el suelo suministra alimento á las plantas. No tenemos mas que observar los progresos de la vegetacion en las rocas desnudas para estudiar la historia de la tierra cultivable desde el principio del mundo. Primeramente se formaron en ella líquenes y musgos, en cuya descomposicion hallaron su alimento otras plantas mas perfectas. Estas aumentaron á su vez la masa de mantillo por su putrefaccion, y de este modo, acabó por formarse una capa de humus capaz de alimentar á los árboles mas corpulentos.

El otoño, esparciendo por la superficie de la tierra los despojos de los bosques, los restos de la vegetacion que enriquecia las colinas y los llanos durante los hermosos dias de sol, y regando el suelo con sus lluvias multiplicadas; el invierno, sepultando las campiñas adormecidas bajo un inmenso campo de nieve, prepara las condiciones de la vida que debe resucitar en la primavera. Sin el aire, ni siquiera las plantas mas inferiores podrian respirar ni existir. Sin el aire, la superficie del suelo no podria recibir el mas insignificante tapiz de musgo, ni el mas ligero humus vegetal; la tierra seria por todas partes abrupta, estéril y desnuda. Sin el aire, no habria lluvias, ni agua, ni humedad, ni viento, ni circulacion. La Atmósfera se presenta, bajo cualquier aspecto que se la estudie, como la condicion suprema y como la organizadora permanente de la doble vida vegetal y animal que funciona en este planeta. Las estaciones modifican constantemente el mismo suelo geológico. En concepto del observador poco reflexivo, las rocas y las sustancias minerales son al parecer indes-

tructibles, representando, por decirlo así, el tipo de la estabilidad y de la duracion. Pero con un poco de atencion, se vé que las rocas se destruyen sin cesar, y que toda sustancia mineral expuesta al aire y á la lluvia ha de pasar forzosamente por su aniquilamiento. El aire, á causa de su humedad, de su ácido carbónico y de su oxígeno, ejerce en las rocas una facultad de alteracion verdaderamente extraordinaria. Ninguna de ellas resiste á su influencia; caliza y basalto, granito y pórfido, nada está resguardado de la accion química de la Atmósfera y del agua. Lo que los poetas y los retóricos llaman la *mano del tiempo* no es mas que esa accion química ejercida durante un largo intervalo. Las alternativas de calor y de frio son poderosos auxiliares del aire en esta obra de destruccion. El frio reduce á menudos fragmentos, por efecto de la congelacion del agua que ha penetrado en ellas, las piedras que la accion del aire debe descomponer en seguida; es una division mecánica que prepara y facilita la descomposicion química.

La caliza grosera sacada de los terrenos terciarios y con la cual se construyen las casas de París, sufre una disgregacion lenta, que la reduce en seguida á polvo. El pueblo atribuye esta alteracion al astro nocturno, y dice que la *Luna come piedras*.— El sábio hidráulico M. Belidor hace con este motivo la observacion consoladora de que siendo recíprocas las acciones, y la Tierra mucho mayor que la Luna, la primera debe comer muchas mas piedras de la segunda.

Así pues, en nuestros dias y ante nuestra vista, la accion combinada de la Atmósfera y del aire, obrando sobre las rocas que componen las montañas, produce desprendimientos, caidas de terrenos, etc., tan desastrosos algunas veces como los temblores de tierra ó las erupciones volcánicas.

Las montañas se van destruyendo sin cesar. El frio hiende y divide las rocas, el aire las descompone, el agua las lava y las ar-

rastra. Es una nivelacion general efectuada por las solas fuerzas de la naturaleza. Si la Tierra subsiste mucho tiempo y no sufre esas sacudidas que dejan relieves en su superficie, las montañas acabarán por desgastarse y los valles y el mar por elevar su nivel, de suerte que como nada se pierde, al desbordarse poco á poco el agua del océano, concluirá por ocupar toda la superficie del globo con doscientos metros de espesor, altura suficiente para anegar el género humano y todas sus obras.

Resulta, pues, que el aire, ya sea directamente en virtud de su accion lenta, ó ya por el intermedio de los vegetales y de los animales, modifica constantemente la superficie de nuestro planeta. La delgada capa de tierra cultivable es la que hoy constituye para nosotros la mayor riqueza de la tierra. Esta capa es sumamente ténue, no llegando á un pié de espesor en la mayor parte de los países. El cultivo depende á la vez de su composicion química, del abono con que se la enriquece, y del sub-suelo en que reposa, el cual no es insignificante, pues segun que sea arcilloso, arenoso ó calizo, la lluvia obra en proporciones mas ó menos favorables. Se puede observar fácilmente el delgado espesor de la tierra vegetal en los numerosos desmontes que la industria de los caminos de hierro ha hecho en todas partes, sobre todo cuando se han practicado en la creta blanca (como, por ejemplo, en el sur de París, en el ferro-carril de Sceaux, de Montsouris á Arcueil, donde la tierra gris de la superficie forma tan solo una capa de algunos centímetros de espesor).

Las estaciones, cuyo valor astronómico se debe á la traslacion del planeta inclinado alrededor del sol, relativamente inmóvil, y cuya obra meteorológica depende de la existencia y de la naturaleza de la Atmósfera; las estaciones, decimos, se suceden como hemos indicado para la conservacion de la vida terrestre. Llegamos ahora á la última, al invierno, triste, frio y hela-

do, pero antes conviene que nos formemos una idea de los meteoros que lo caracterizan.

Con el descenso progresivo de la temperatura, el termómetro ha bajado hasta el nivel inferior de sus indicaciones colorificas, hasta el cero, punto notable en que el agua pierde su estado líquido, y se vuelve *sólida*, como el mineral. Entonces puede adquirir distintas formas, ya se ponga maciza en el estado de hielo, ya se aglomere ligeramente en los finos calados de la escarcha, ó ya caiga lentamente de la Atmósfera formando pequeñas hebras y soldándose á los caprichosos copos de la nieve. Este último meteoro es el que constituye generalmente la plenitud del invierno, porque la nieve se produce tan luego como la temperatura baja hasta cero. Si esta temperatura igual ó inferior á cero se estiende desde las nubes hasta la superficie de la tierra, el agua llega al suelo en estado de nieve. Si la nieve al caer solo tiene que atravesar una ténue capa de aire cuya temperatura sea superior á cero, y cae con abundancia, llegará asimismo en estado de nieve, persistiendo en él. Esto es lo que sucede á veces en verano (ejemplo: la nevada del 4 de julio de 1868, cerca de Niza, que persistió hasta el dia siguiente en los valles de San Salvador y de Rimplas). Si la capa de aire inmediata al suelo tiene una temperatura elevada y un espesor de muchos centenares de metros, la nieve no llega á la tierra, sino que se deshace en forma de lluvia mas ó menos fria. Este es el caso de un gran número de chubascos de primavera y otoño, porque mas arriba de la línea de cero en la atmósfera, que hemos trazado anteriormente, el agua de las nubes se halla constantemente en el estado de nieve, lo mismo en los dias mas calurosos del verano que en los del invierno.

Extendiendo su manto por la superficie de la tierra, la nieve forma á la vez una cubierta y una pantalla: una cubierta, por-

que siendo poco conductora, se opone al paso del calor é impide que la tierra que la soporta se enfrie hasta la temperatura del aire; una pantalla, porque se opone á la irradiacion nocturna. Así lo ha averiguado M. Boussingault, en Bechelbronn, en 1841, colocando un termómetro *sobre* la nieve con la bola recubierta por esta, y otro termómetro *debajo* de la nieve, en contacto con el suelo, habiendo obtenido las siguientes indicaciones:

Debajo de la nieve.

11 febrero. A las 5 tarde: 0°,0. 12. Salida del sol: -5°,5. 12. 5 tarde: 0°,0. 13. Salida del sol: -2°,0. 13. 5-30 tarde: 0°,0.

Sobre la nieve.

11 febrero. A las 5 tarde: -1°,5. 12. Salida del sol: -12°,0. 12. 5 tarde: -1°,4. 13. Salida del sol: -8°,2. 13. 5-30 tarde: -1°,0.

La temperatura es siempre mas elevada debajo que encima de la nieve. Sin esta, en las mañanas del 12 y 13 de febrero citadas, las hojas, los tallos y el nacimiento de las raices hubieran sufrido un frio de -12° y -8°. Estos frios son los que destruyen un gran número de plantas de trigo de otoño cuando el campo no está abrigado.

M. Martins ha observado en la cima del Monte Blanco -17°,6 en la superficie de la nieve, y -14°,6 á dos decímetros de profundidad (28 de agosto de 1844).

Citaré tambien los experimentos de Rozet, segun los cuales la temperatura del suelo debajo de la nieve está á -1°,5 y -2°, cuando la del suelo sin nieve llega á -2°,5 y -3° (París, enero de 1855).

La nieve contribuye á su vez á la fertilidad del suelo. Lo mismo que la lluvia y que las nieblas, contiene una proporción notable de amoníaco (muchos miligramos por litro de agua), que existe volatilizado en la atmósfera, del cual se apodera para llevarlo al suelo, oponiéndose luego á su volatilizacion, que no deja de tener efecto despues de las lluvias, y sobre todo cuando estas son cálidas.

Si, como sucede ordinariamente, la tierra ha estado sometida antes de que caiga

la nieve á la accion de una fuerte helada, capaz de matar los insectos nocivos, hay muchas probabilidades de que el año sea fértil.

La nieve parece estar formada en su origen, es decir, en las nubes heladas de las alturas de la Atmósfera, de filamentos de hielo sumamente sutiles. Cuando las gotitas de agua que forman las nieblas y las nubes ordinarias se congelan, lo cual no sucede sino con frios de 20 y 30 grados, bajo la influencia de las altas latitudes ó de corrientes glaciales, es probable que no conserven su estado esferoidal, sino que caigan un instante, y adquieran la forma de un filamento que se hiela en el momento mismo de la trasformacion fisica. En virtud de las leyes de la cristalización, estos pequeños filamentos se sueldan en ángulos de 60°, y forman las figuras de la nieve, que aunque son tan numerosas pertenecen todas á un mismo orden geométrico. Luego estas nubes de nieve descienden con mas ó menos rapidez en su tranquila atmósfera, y se dilatan ó reducen mas ó menos segun las condiciones de temperatura á que están sometidas. Así es como yo considero que debe formarse la nieve, aun cuando no me atreveré á asegurarlo, pues nadie ha presenciado aun directamente esta formacion, y á pesar de mis fervientes deseos, no he logrado aventurarme en un globo hasta el origen de una nevada (1).

La formacion de los copos de nieve ha llamado hace mucho tiempo la atencion de los observadores. Kepler habla de su estructura con admiracion, y otros fisicos han procurado averiguar su causa; pero solamente desde la época en que se ha aprendido á conocer las leyes de la cristalización en general (como por ejemplo, las del azufre, de la sal, etc.), ha sido posible hacer alguna luz con respecto á este asunto.

(1) M. Glaisher, en su ascension del 26 de junio de 1863, encontró á 4,500 metros una nube de nieve inmensa, pues tenia un espesor de 1,000 metros. Véase la página 121 de esta obra.

Sabemos por la geometría que de todos los poligonos inscritos en un círculo, solo hay uno que tenga todos sus lados iguales á los rádios de dicho círculo; este es el exágono regular ó figura de seis lados. Pues bien, esta figura geométrica sencilla y completa es la que parece preferir la naturaleza á todas las demás: la abeja y la avispa la han adoptado en la construccion de sus celdillas, y el industrioso insecto que produce la miel ha resuelto el gran problema geométrico de «procurar el mayor espacio con la menor cantidad de materia posible,» dando por fondo á su exágono una pirámide de tres rombos iguales. Véese además dicha figura en las flores campestres, y la observamos asimismo en las cristalizaciones de la nieve y del hielo, al analizar todas las formas presentadas.

Adviértese muy bien la tendencia del hielo á tomar una forma cristalina, en los dibujos de hojas de helecho que se observan en las vidrieras de las habitaciones, cuando el agua se congela en ellas. Todo el mundo ha podido ver esos cristales arborescentes en las ventanas de las habitaciones que no están caldeadas, formando á menudo caprichosos dibujos por el estilo de los que representa la figura 126. Las líneas nacen, se prolongan, se multiplican como ramas, y se extienden sobre el cristal formando constantemente ángulos de 60°.

Si cogemos un trozo grueso de hielo, y lo fundimos lentamente en el foco de un haz de luz eléctrica, proyectando dicho trozo sobre una pantalla, podremos ver cómo las moléculas de hielo se separan unas de otras, permitiendo ver su estructura geométrica. La fuerza de cristalización habia acumulado silenciosa y simétricamente átomo sobre átomo, y el haz eléctrico los hace caer silenciosa y simétricamente. «Observad esta imágen, decía sir John Tyndall en una de sus explicaciones en el Instituto real de Inglaterra, observad esta imágen (fig. 127), cuya belleza no llega de mucho al efecto real. Ved aquí una estrella,

mas allá otra; y á medida que la accion continúa, parece que el hielo se va descomponiendo en mas y mas estrellas, todas de seis rayos, y cada una de ellas semejante á una linda flor de seis pétalos. Conforme voy cambiando de lugar mi lente, descubro nuevas estrellas; y á medida que la accion continúa, los bordes de los pétalos se dentellean, y se proyectan en el bastidor á la manera de hojas de helechos. Es mas que probable que muy pocas de las perso-

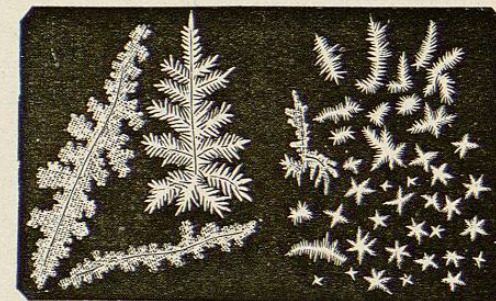


Fig. 126.—ARBORESCENCIAS DEL HIELO EN LOS CRISTALES

nas aquí presentes tuviesen una idea de las bellezas que encierra un pedazo de hielo ordinario, y sin embargo, la naturaleza espere con mano pródiga bellezas análogas por el mundo entero. Cada uno de los átomos de la capa sólida que cubre los lagos helados del Norte se ha fijado en virtud de esta misma ley. La naturaleza dispone sus rayos con armonía, y la mision de la ciencia consiste en purificar nuestros órganos lo bastante para que podamos apreciar sus acordes.»

El exámen de las figuras de la nieve produce impresiones no menos vivas sobre la existencia de la geometría, del Número y de la Belleza en las obras de la Naturaleza. «No tan solo se han podido descubrir y dibujar en los leves copos de nieve algunas flores de hielo como las precedentes, sino que *pasan de un centenar* las especies diferentes, todas ellas formadas con arreglo al ángulo fundamental de 60°. El capitán Scoresby en sus viajes á los mares polares ha estudiado y dibujado un total de 96, en una