

cie desigual: al rededor de las asperezas de este cuerpo es donde los cristales se forman y crecen con mucha rapidez. Todo el mundo puede cerciorarse de que sucede lo mismo con los cristales de hielo, y de que si la vasija en la que se quiere ver cómo se efectúa la operación tiene una resquebrajadura, una prominencia, una solución cualquiera de continuidad, estas irregularidades serán otros tantos centros en torno de los cuales se agruparán con preferencia los filamentos de agua solidificada.»

Lo que acabamos de decir es precisamente la historia de la congelación de los ríos; esta tiene lugar en el lecho, donde hay rocas, guijarros, raíces, yerbas, etc.

Otra circunstancia que, según parece, entra por algo en este fenómeno, es el movimiento del agua. En la superficie es muy rápido, muy brusco: por consiguiente, debe haber cierto entorpecimiento para la agrupación simétrica de las agujas, para ese arreglo polar sin el cual no adquirirían regularidad ni solidez los cristales, cualquiera que fuese su naturaleza; dicho movimiento debe romper á menudo los núcleos cristalinos, aunque sean rudimentarios. Si existe el movimiento en el fondo del agua lo mismo que en la superficie, debe estar muy atenuado; y por lo tanto es permitido suponer que su acción no impedirá á la larga que una multitud de pequeños filamentos se adhieran de modo que lleguen á engendrar esa especie de hielo esponjoso.

La congelación de los ríos á causa de la adherencia de los témpanos arrastrados por la corriente es visible para cualquier observador un poco atento; durante el rigoroso invierno de 1709, se ha tenido en París la prueba de que esta circunstancia es necesaria para producir la congelación; en aquel año no se heló el Sena; y al contrario de lo que sucedía generalmente en otros inviernos menos rigorosos, la violencia del frío heló de pronto y por completo los riachuelos que desembocan en aquel al norte de París; así es que el río arrastró pocos tém-

panos, y el centro de su corriente se mantuvo siempre líquido.

Los ríos no empiezan á congelarse sino con una temperatura de  $-6^{\circ}$  próximamente. Los más caudalosos necesitan para helarse de una á otra orilla un frío tanto más intenso cuanto mayor sea su rapidez. A medida que se prolongan los rigores del frío, el espesor de la capa de hielo aumenta, pudiendo adquirir la consistencia suficiente para que puedan pasar sobre él hombres y carros, de suerte que la circunstancia de verificarse estos trasportes, es la prueba, casi la medida de la intensidad del invierno. Interesa, por consiguiente, conocer el espesor que debe tener el hielo para soportar cargas determinadas. Háse averiguado que se necesitan 5 centímetros para que sostenga un hombre, 9 para que un ginete pase sobre él con seguridad; cuando llega á 13 centímetros, sostiene cañones de á ocho con sus cureñas, y cuando su espesor es de 20 centímetros, resiste el paso de la artillería de campaña con arzones y todo. Los carruajes más pesados, un ejército, una muchedumbre numerosa, pueden andar sin recelo por una capa de hielo cuyo espesor llegue á 27 centímetros.

En 1795 la caballería francesa se apoderó de la escuadra holandesa, que estaba encerrada entre los hielos del Texel. En los inviernos muy rigorosos, el hielo puede alcanzar en Rusia un espesor de un metro; en Francia jamás ha pasado de  $0^{\text{m}},66$ . Es tal su resistencia que en 1740 se construyó en San Petersburgo un elegante palacio de hielo de  $16^{\text{m}},88$  de longitud,  $5^{\text{m}},19$  de anchura y  $6^{\text{m}},49$  de altura; los cimientos del edificio resistieron perfectamente el peso de la techumbre y demás partes superiores. Delante de aquel palacio, se colocaron seis cañones de hielo con sus afustes de la misma sustancia, y se hicieron disparos con bala. Cada pieza atravesó una plancha de  $0^{\text{m}},054$  de espesor, á sesenta pasos de distancia. Los cañones solo tenían  $0^{\text{m}},108$  de grueso, y estaban cargados con un cuarteron de pólvora;

ninguno de ellos reventó. El río Neva suministró los materiales necesarios para tan singular edificio.

Hemos dicho que cuando el agua se congela aumenta de volumen; la consecuencia y la prueba de esta dilatación está en que se rompen las vasijas que la contienen, rotura que se produce tanto más fácilmente cuanto más rápida es la congelación y la vasija más estrecha por su parte superior. Huyghens quiso probar cuán grande es el efecto debido á la congelación, y al efecto tomó un cañon de hierro de un dedo de grueso, lleno de agua y bien cerrado; le abandonó á la acción de una fuerte helada y á las dos horas el cañon estalló con gran estruendo por dos lados. Esta prueba se repite con frecuencia en las cátedras de física, haciendo bajar la temperatura por medios artificiales. Los académicos del Cimento hicieron que se rompieran muchas vasijas por este medio, y Musschenbroeck calcula que en uno de estos casos se necesitó un esfuerzo de 27,720 libras. En Quebec, el mayor de artillería E. Williams llenó de agua una bomba de 13 pulgadas de diámetro, y después cerró el agujero de la espoleta con un tapon de hierro metido á viva fuerza. Expuso la bomba á un frío enérgico, el agua se heló, despidió el tapon á más de 400 piés de distancia, y salió por el orificio un cilindro de hielo de 8 pulgadas de longitud. En otra prueba, el tapon resistió, pero la bomba se rajó, saliendo por la hendidura una lámina de hielo.

En vista de lo que antecede, no parecerá extraño que el hielo remueva los empedrados y haga que revienten las cañerías, etc. Entonces es cuando, según dice el proverbio, *hiela hasta romperse las piedras*.

Las piedras llamadas heladizas, que se rompen cuando hiela, deben esta propiedad á su porosidad, pues el agua se introduce por sus poros, y congelándose dentro, las hace pedazos. Ciertos vegetales mueren durante el invierno, porque el agua contenida en sus vasos se congela, y al dilatarse des-

garra los tejidos. Uno de los ejemplos más desastrosos de esta acción nos lo ofrecen las patatas, ese alimento tan generalizado, y en el que produce el hielo una alteración bastante profunda para modificar su constitución física. Es sabido que por esta causa adquieren un gusto desagradable, que hace que las rechacen hasta los animales, siendo casi imposible sacar de ellas la fécula después del deshielo, por más que su composición química no se haya alterado.

Completemos este capítulo con una reseña general de los *inviernos más rigorosos*.

Es difícil determinar á qué grado del termómetro conviene limitar la calificación de frío rigoroso. Comúnmente nos inclinamos á juzgar el frío que sentimos nosotros mismos con más severidad que aquel que han soportado nuestros antecesores, de suerte que cuando la temperatura desciende aunque no sea más que á  $10^{\circ}$  bajo cero, por ejemplo, creemos muy firmemente que jamás se han sentido fríos tan intensos. En atención á esto, no consideraremos aquí como inviernos rigorosos sino aquellos cuyo frío es bastante intenso y prolongado para congelar algunas secciones de grandes ríos, como el Sena, el Saona y el Rin; para solidificar el vino, para destruir los tejidos de ciertos árboles y para producir graves consecuencias en el reino vegetal lo mismo que en el animal.

A continuación enumeramos, entre los inviernos memorables, los que han sido más crudos de cien años á esta parte. Advertiremos ante todo que los más rigurosos de los siglos pasados fueron los de 1544, 1608 y 1709; en este último año el termómetro del Observatorio de París bajó hasta  $-23^{\circ},1$ . El año 1776 fué también excepcional por los notables fríos que le acompañaron. El Tiber, el Rin, el Sena, y hasta el Ródano, de tan rápido curso, se congelaron casi enteramente. En París se heló el vino en las cuevas, y los toneles se abrieron; oíase en los bosques cómo se hendían los



árboles, estallando con estrépito, y hubo muchos viajeros que murieron de frío en el camino, quedando sepultados bajo el sudario de nieve que cubría el suelo por todas partes.

Después de 1776, llegamos al invierno de 1788-89, precursor de la revolución. Este invierno ha sido uno de los más rigurosos



Fig. 129.—EL INVIERNO.—EL SENA ARRASTRANDO TÉMPANOS DE HIELO

los estanques y en muchos ríos; el agua se congeló también en numerosos pozos muy profundos; y el vino se heló en las bodegas. El Sena empezó a helarse el 25 de noviembre, y durante muchos días se interrumpió su curso, no efectuándose el deshielo hasta el 20 de enero. La temperatura más baja observada en París fue la de  $-21^{\circ},8$ , el 31 de diciembre. El frío no fue menos intenso en los demás puntos de Francia y en toda la Europa. El Ródano se congeló completamente en Lyon, el Garona en Tolosa, y en Marsella se cubrieron de hielo las orillas de la bahía. En las costas del Océano, el mar se heló en una ex-

y largos de cuantos hayan afligido a la Europa. El frío empezó en París el 25 de noviembre, y duró, exceptuando un día (el 25 de diciembre en que dejó de helar), 50 días consecutivos: el deshielo comenzó el 13 de enero, habiéndose medido un espesor de nieve de  $0^{\circ},65$ . El hielo llegó a  $0^{\circ},60$  de espesor en el gran canal de Versalles, en

tension de muchas leguas. En el Rin fue tan espeso el hielo, que pudieron atravesar el río carros cargados. El Elba quedó completamente congelado, soportando el paso de carretas de transporte. Otro tanto le sucedió al puerto de Ostende, por el cual se pudo pasar a pie y a caballo, habiéndose helado el mar hasta cuatro leguas de distancia de las fortificaciones exteriores de dicha plaza, a la que no pudo acercarse ningún buque. El Támesis quedó helado hasta Gravesend, seis leguas antes de llegar a Londres, y durante las fiestas de Navidad se establecieron tiendas y barracas sobre el río en Londres y sus inmediaciones.

Hé aquí las temperaturas más bajas observadas en diferentes localidades:

Basilea (Suiza), el 18 de diciembre. . .	$-37^{\circ},5$
Brema (Alemania), el 16 id. . . . .	$-35^{\circ},6$
Varsovia (Polonia), el 18 id. . . . .	$-32^{\circ},5$
Dresde (Alemania), el 17 id. . . . .	$-32^{\circ},1$
Eosbery (Noruega), el 29 id. . . . .	$-31^{\circ},3$
San Petersburgo, el 12 de id. . . . .	$-30^{\circ},6$
Berlin (Prusia), el 28 id. . . . .	$-28^{\circ},8$
Estrasburgo, el 32 id. . . . .	$-26^{\circ},3$
Tours, — . . . . .	$-25^{\circ},0$
Lons-le-Saulnier. . . . .	$-24^{\circ},0$
Troyes, — . . . . .	$-23^{\circ},8$
Orleans, — . . . . .	$-22^{\circ},5$
Lyon, — . . . . .	$-21^{\circ},9$
Ruan, el 30 de id. . . . .	$-21^{\circ},8$
París, el 31 de id. . . . .	$-21^{\circ},8$
Grenoble, — . . . . .	$-21^{\circ},2$
Angulema. . . . .	$-18^{\circ},7$
Marsella. . . . .	$-17^{\circ},0$

El frío de este invierno fue muy funesto para los hombres y los animales; alcanzando sus malos efectos a los vegetales. En la comarca de Tolosa, el pan se heló en casi todas las casas, no siendo posible cortarlo sino después de haberlo calentado un poco. Muchos viajeros quedaron sepultados en las nieves, y en Lemberg (Galitzia), se encontraron treinta y siete personas muertas en tres días a fines de diciembre. Las aves que viven generalmente en el Norte aparecieron en muchas provincias francesas. Murieron los peces en casi todos los estanques a causa de la profundidad a que llegó el hielo.

1794-95.—Este invierno fue sumamente largo y riguroso en casi toda la Europa. En París heló por espacio de 42 días consecutivos; el 25 de enero la temperatura descendió hasta  $23^{\circ}$  bajo cero. En Londres llegó en el mismo día a su mínimo, siendo de  $-43^{\circ},3$ ; y a las 12 de la noche, en las orillas del Ródano, cerca de Ginebra, a  $-44^{\circ}$ . El Mein, el Escalda, el Rin y el Sena se helaron hasta el punto de que los carruajes y diferentes cuerpos de ejército los atravesaron en muchos sitios. El Támesis se congeló desde los primeros días de enero, en los alrededores de White-Hall, a pesar de

la altura de la marea. Pichegru envió el 20 de enero destacamentos de caballería y de artillería ligera a Holanda septentrional, ordenando a la caballería que atravesara el Texel y se apoderara de los buques de guerra holandeses, sorprendidos por el hielo mientras estaban anclados. Los ginetes franceses atravesaron a galope aquellas heladas llanuras, llegaron al costado de las naves, les intimaron la rendición y se apoderaron de ellas sin combate, haciendo prisionera a la armada naval!

1798-99.—El frío fue muy riguroso durante este invierno en toda la Europa. En París hubo 32 días consecutivos de hielo, y el Sena se congeló del todo desde el 29 de diciembre hasta el 19 de enero, en el espacio comprendido entre el puente de la Tournele y el Palacio Real; pero sin que el hielo tuviese bastante consistencia para que pasaran por él los transeuntes. La temperatura más baja observada fue de  $-17^{\circ},6$  el 10 de diciembre. En Chaillot se cazó un águila de los Alpes. El Mosa, el Elba, y el Rin se helaron más sólidamente que el Sena. Se atravesó el Mosa en carruaje; en la Haya y en Rotterdam se instalaron sobre el río tiendas y toda clase de espectáculos públicos. Un regimiento de dragones procedente de Maguncia, atravesó el Rin por el hielo, en vez de pasarlo por el puente de Cassel, que hubo precisión de levantar.

1812-13.—Este invierno se hizo memorable para siempre a causa de los terribles desastres que sufrió el ejército francés en su retirada a través de las heladas comarcas de Rusia, después del incendio y toma de Moscou. El frío se empezó a sentir muy pronto en toda Europa. La temperatura más baja, no solo del invierno, sino de los dos años 1812 y 1813, tuvo lugar en todas partes en diciembre. Las primeras nevadas cayeron en Moscou el 13 de octubre; la retirada del ejército empezó el 18. Napoleón salió de la capital del imperio moscovita el



19, y la evacuación completa de la ciudad se efectuó el 23. El ejército se puso en marcha con dirección á Smolenskó, sin que hubiera cesado de nevar. Los frios se hicieron sumamente rigurosos desde el 7 de noviembre; el 9 el termómetro marcó  $-15^{\circ}$ . El 17, la temperatura bajó á  $-26^{\circ},2$ , según Larrey, que llevaba uno de dichos instrumentos colgado de un ojal. El valeroso cuerpo de ejército del mariscal Ney se libró del ejército ruso que lo circunvalaba por todas partes, atravesando, según dice Arago, durante la noche del 18 al 19 de noviembre, el Dnieper helado. El día anterior un cuerpo de ejército ruso con su artillería había pasado el Dwina sobre el hielo. Mas el frío se mitigó, y el 24 sobrevino un deshielo, aunque no fué persistente, de suerte que los días 26, 27, 28 y 29, en que se verificó el interminable y trágico paso del Beresina, el agua arrastraba numerosos témpanos sin ofrecer en parte alguna un pequeño vado. El rigor del frío recrudesció en breve; el termómetro volvió á bajar á  $25^{\circ}$  el 30 de noviembre, á  $30^{\circ}$  el 3 de diciembre, y á  $37^{\circ}$  el 6 del mismo mes en Molo-deczno, al día siguiente de haber salido Napoleón de Smorgoni y de separarse del ejército después de redactar el 29.º boletín que anunció á la Francia una parte de los desastres de aquella terrible campaña.

Debemos indicar aquí, como ejemplo de la acción de las temperaturas muy bajas en los seres animados, los efectos del frío riguroso á que se vieron expuestos de repente aquellos soldados, mal vestidos. Primeramente, las espesas nevadas de principios de noviembre sorprendieron al ejército. «Mientras el soldado se esfuerza, dice M. de Segur, en abrirse paso á través de aquellos torbellinos de nieve y de escarcha, los copos de nieve, empujados por la tempestad, se aglomeran y detienen en todas las cavidades; su superficie oculta profundidades desconocidas que se abren á nuestro paso. Allí se hunde el soldado, y los más débiles se acobardan quedando sepultados. Los que

les siguen retroceden, pero la tormenta les azota el rostro con la nieve del cielo y la que levanta de la tierra; sus vestidos empapados, se les hielan en el cuerpo, y esta cubierta de hielo se apodera de sus miembros y entorpece todos sus movimientos. Un viento agudo y violento les corta la respiración; apodérase de ella en el momento en que la exhalan, y la transforma en cárambanos de hielo que quedan suspendidos de la barba al rededor de la boca. Los infelices procuran continuar su marcha tirando, hasta que la nieve, que se les adhiere á la planta de los pies en forma de piedras, cualquier objeto, una rama ó el cuerpo de uno de sus compañeros, les hace tropezar y caer.

»Una vez en el suelo, en vano es que giman; la nieve los cubre al momento, y después, algunas ligeras eminencias indican el sitio donde están sus cuerpos: ¡aquella es su sepultura! Todo el camino está lleno de semejantes ondulaciones como un campo fúnebre. Así los más intrépidos como los más indiferentes no pueden menos de sentirse afectados, y pasan rápidamente volviendo el rostro. Pero delante de ellos y á su alrededor todo es nieve; su vista se pierde en aquella inmensa y triste uniformidad; su imaginación se extravía; aquello parece un gran sudario con que la naturaleza envuelve al ejército. Los únicos objetos que allí se destacan, son sombríos abetos, árboles sepulcrales con su fúnebre verdor, la gigantesca inmovilidad de sus negros troncos y la gran tristeza que completa aquel aspecto desolado de un luto general, de una naturaleza salvaje y de un ejército moribundo en medio de una naturaleza muerta. Todo, hasta sus propias armas poco há tan ofensivas, pero ahora solamente defensivas, se vuelve contra ellos; el peso de estas es insoportable para sus brazos entumecidos; en las frecuentes caídas que dan se les escapan de las manos, y se rompen ó se pierden en la nieve. Los que se levantan, no se cuidan de recoger-

las, pero no porque las arrojen voluntariamente, sino porque el frío y el hambre se las arranca. Helábaseles los dedos sobre el fusil, y sin embargo seguían sosteniéndolo, á pesar de que les privaba del movimiento necesario para conservar [en ellos un resto de calor y de vida.]

M. Renato Bourgeois, cirujano-mayor del grande ejército, ha descrito en los siguientes términos los atroces sufrimientos causados por aquellos frios:

«Los zapatos de los soldados, quemados por la nieve, se estropearon muy pronto, por lo cual tuvieron estos que ponerse en los pies trapos, pedazos de mantas y pieles de animales, sujetándoselos con cordeles. El frío helaba al poco tiempo las partes que quedaban descubiertas, y lo que hacía sus estragos más funestos aun, era que al llegar los soldados donde había fuego para calentarse, acercaban imprudentemente á él los miembros enfriados, que por haber perdido su sensibilidad, no advertían la impresión del calor que los consumía: así pues, lejos de experimentar el consuelo que se buscaba, la acción repentina del fuego excitaba vivos dolores y producía rápidamente la gangrena.

»Habíanse embotado todas las facultades en la mayor parte de los soldados, que viendo por otra parte inevitable su muerte, no hacían el menor esfuerzo para sustraerse á ella. Eran muchos los que habían caído en un verdadero estado de demencia, viéndoseles los ojos fijos y la mirada torva; andaban como autómatas en el más profundo silencio, y ni los mayores ultrajes ni siquiera los golpes podían hacerlos volver en sí. Para no sucumbir, era indispensable de todo punto un ejercicio continuo que mantuviera constantemente el cuerpo en un estado de eferescencia y distribuyera el calor natural por igual entre todos los miembros. Si alguno, rendido de cansancio, tenía la desgracia de dormirse, como las fuerzas vitales tan solo oponían una débil resistencia, estableciase al poco rato el

equilibrio entre él y los cuerpos que le rodeaban, y en breve tiempo se helaba la sangre en sus venas, en la acepción rigurosa del lenguaje físico. Cuando había alguno que abrumado bajo el peso de las privaciones anteriores, no podía sobreponerse á la necesidad de dormir, entonces la congelación se extendía á todo su cuerpo, y pasaba sin advertirlo de aquel sopor letal á la muerte.....

»Sorprendidos los quintos que acababan de incorporarse al gran ejército por la acción repentina del frío, no pudieron resistir tan acerbos padecimientos y murieron en su mayor parte; pero no de cansancio ni de inacción, sino de frío únicamente. Véaseles primero tambalearse algunos momentos, y andar con inseguro paso, como si estuvieran embriagados: se les ponía el rostro tan encendido y tan hinchado, que no parecía sino que toda la sangre se les hubiera subido á la cabeza. A los pocos instantes quedaban enteramente entumecidos y exhaustos de fuerzas: sus miembros estaban como paralizados, y no pudiendo sostener sus brazos, los abandonaban á su propio peso, dejándolos caer á lo largo del cuerpo; entonces se les escapaban los fusiles de las manos; vacilaban sus piernas, y, por último, caían, después de haber agotado todo su vigor en esfuerzos impotentes... En el momento en que se sentían desfallecer, sus ojos se llenaban de lágrimas, y parecía que habían perdido completamente la sensibilidad á juzgar por su aspecto atónito y alelado; pero el conjunto de su fisonomía y la forzada contracción de los músculos de la cara revelaban la intensidad de los agudos dolores que sufrían. Tenían los ojos sumamente encendidos, y la sangre, trasudando á través de los poros, brotaba á gotitas por la membrana que tapiza la parte interior de los párpados.»

El agua helada en que hubieron de meterse más de una vez muchos soldados para atravesar torrentes ó ríos no congelados en su totalidad, produjo enfermedades par-