

comunmente de 20 á 50 centímetros de diámetro, y están separados entre sí por numerosas hendiduras capilares. A medida que se sube hácia la parte superior de los glaciares, se vé cómo disminuyen de volumen estos fragmentos hasta reducirse á simples granulaciones; la masa entera pasa entonces al estado de nieve granujenta, ó sea al *nevazo*, de que hemos hablado mas arriba. Los glaciares no son, por decirlo así, sino trasformaciones de nevazo operadas por el agua. Aunque la temperatura media de las regiones donde predominan los nevazos sea con mucho inferior á cero, el sol llega, no obstante, á derretir una gran parte de estos durante los meses calurosos del verano. El agua que resulta de esta fusion se filtra en la masa, y sustituyendo allí á la que el nevazo contiene en abundancia, se congela durante la noche, y trasforma así una parte de aquel en un hielo, poco compacto al principio, pero que adquiere progresivamente consistencia y espesor, á medida que se filtran nuevas aguas y se halla en movimiento la masa entera. La trasformacion del nevazo en hielo se verifica generalmente de abajo arriba, por la sencilla razon de que, como el agua tiende siempre á descender, la parte inferior de aquel es la primera que se empapa.

Cada uno de los glaciares presenta un carácter particular, que resulta de la disposicion de sus hendiduras, de sus agujas, de sus montones de rocas y de otros muchos accidentes; además, cambian de aspecto de un año para otro, durante una estacion, y á veces de la mañana á la tarde.

Ningun glaciar es enteramente blanco; vistos de léjos tienen por lo comun un tinte azulado ó verdoso, mas intenso en las paredes de las agujas y en el interior de las hendiduras que en la superficie. Cuando se llega al glaciar mismo, la superficie no cubierta por los montones de pedruscos parece de un blanco mate. Por último, á medida que se sube por el glaciar, y el hielo es menos compacto, los colores pierden

insensiblemente su intensidad, y el azul de las grietas, cada vez menos oscuro, cada vez mas mate, se trasforma en un verde de rara belleza. ¿Cuáles son las causas que producen tan variadas tintas? La ciencia no ha resuelto todavía este curioso problema; pero desde luego podemos asegurar que no es el azul del cielo como se ha pretendido, pues los glaciares conservan su color cuando está nublado.

El 14 de setiembre de 1868, hallándose el cielo cubierto y despues de haber caido una menuda llovizna, visité la gruta del glaciar de Grindelwald, en compañía del profesor Lissajous, y aquel se presentaba teñido de los variados matices de la esmeralda, como en los dias mas serenos. A la entrada de la gruta, la transparencia de los grandes pedazos de hielo y la refraccion de la luz recordaban de un modo singular las tintas de la caparrosa. En el fondo de la gruta, en una sala cuadrada, alumbrada por una lámpara antigua, estaba sentada una vieja hechicera, tocando una cítara de cuerdas metálicas; los reflejos de la lámpara eran blancos como en una gruta de sal. El oscuro rio Lutschine sale en rápidas oleadas del glaciar. Los lechos del torrente, las cascadas, los pedruscos procedentes de los antiguos derrumbamientos, las aglomeraciones de peñascos y la sucesion admirable de los paisajes del Wengernalp, forman en aquel pequeño desierto de los Alpes un boceto físico y meteorológico que ofrece á cuantos con atencion lo contemplan un conjunto bastante completo de los conocimientos que resumimos en este capitulo.

Todos los glaciares tienen quebradas, es decir, enormes hendiduras que tan pronto atraviesan de parte á parte la masa de hielo, como tan solo penetran en ella hasta cierta profundidad. Pero el número, la forma, las dimensiones y la disposicion de aquellas grietas varían hasta lo infinito en los diferentes glaciares y en las diversas partes de uno mismo, segun la mayor ó menor inclinacion de la forma y del fon-

do del valle. En general, se pasan ó se saltan sin trabajo y sin peligro; pero á veces se encuentran algunas tan anchas, que es preciso rodearlas ó atravesarlas por medio de escalas. De Saussure vió una que tenia mas de 32 metros de anchura, sin que se pudiera distinguir el fondo por ninguna parte. Por lo comun, su profundidad es de 30 á 40 metros. La nieve cae con frecuencia en aquellas hendiduras y las tapa. Cuando no hace mas que reunir sus dos bordes, forma sobre el abismo un puente, que el menor desprendimiento del glaciar basta para hundir. Estas capas de nieve sin apoyo son las que constituyen el mayor peligro para los viajeros. Ningun indicio revela la ancha grieta que quizás tiene una profundidad de algunos centenares de metros; el campo de nieve está unido y parece invitar á atravesarlo; pero tan luego como se fija la planta en aquel abismo oculto sin haber sondeado prudentemente la nieve, se hunde la masa entera, arrastrando consigo al desgraciado que confiaba en ella. Todos los años ocurren accidentes de esta clase en las montañas.

No es posible dominar cierto terror al encontrarse en un glaciar en el momento de abrirse una grieta. El rio de hielo, dice E. Reclus, empieza de pronto á crujir; en el espesor de la masa se oyen por momentos sordas detonaciones causadas por bruscas roturas, mientras que un prolongado chirrido, análogo al del cristal rayado por el diamante, anuncia el aumento gradual de la hendidura. Aquellas grietas, ensanchadas poco á poco, ofrecen un espectáculo sorprendente. Sus dos paredes azuladas penetran hasta las tinieblas insondables; las piedras que caen de la superficie rebotan en las salientes, y se pierden luego en la oscuridad produciendo sordos ecos; elévase de las profundidades un vago rumor de aguas corrientes, y á veces brotan del abismo ásperas bocanadas de aire frio y penetrante; al inclinarse sobre aquella horrible abertura, se experimenta una especie de

vertiginoso terror, como si los rumores y las tinieblas del abismo fuesen los de un mundo misterioso y terrible.

En los Alpes de la Suiza francesa se da el nombre de *moraines* á los montones de rocas, arena y cascote que se observan en las orillas, en el extremo superior ó en la superficie misma de un glaciar: reconocen por causa los desmoronamientos de las montañas que los dominan, y su tamaño varía segun la frecuencia de las avalanchas en los diferentes valles, la naturaleza de las rocas de que estas están formadas, el aspecto del glaciar, etc.; pero, en general, aumentan á medida que avanzan hácia la extremidad inferior de aquel.

Anualmente caen en los Alpes unos 18 metros de nieve, que equivalen á una capa de hielo de 2<sup>m</sup>,30. En aquellas altísimas regiones, el calor solar es insuficiente para derretir una cantidad tan grande de agua sólida, por lo cual queda cada año un residuo ó depósito de hielo que forma el núcleo de los glaciares. Estas capas anuales, amontonadas siempre en el mismo sitio, acabarían por constituir verdaderas montañas. Suponiendo que en un punto determinado tomado sobre la línea de las nieves sea de un metro la capa añadida cada año, este depósito agregado sin cesar á sí mismo durante el corto periodo de la era cristiana formaría hoy una elevacion de 1872 metros; y si en vez de empezar esta acumulacion con los tiempos históricos, se remontara hasta las edades geológicas, la altura de la nieve apilada excedería á cuanto pudiéramos imaginar. Es evidente que no se efectúa una aglomeracion de esta especie, y que la cantidad de nieve de las montañas aumenta solamente en la proporcion que acabamos de decir. Por una razon ó por otra, tampoco puede el Sol absorber el Océano entero haciéndolo desaparecer de su lecho, y amontonar sus aguas de un modo permanente en las montañas.

Pero ¿cómo desaparece de los hombros de las montañas este exceso anual de carga?

Por medio del Sol mismo y de los meteoros. El astro que eleva los vapores del Océano hasta las cimas aéreas, se encarga también de conducir de nuevo las aguas superiores al gran depósito marítimo. El sol funde una parte de dichas nieves: las lluvias y las tibias nieblas, empujadas por los vientos á las pendientes de las montañas, le ayudan enérgicamente en esta obra. Los vientos frios contribuyen también á ello, levantando las nieves en rápidos torbellinos, y haciéndolas caer en las pendientes inferiores donde la temperatura media es mas elevada. No hay deshecha borrasca de invierno que no arrebatase millones de metros cúbicos de nieve de las crestas de las altas montañas, como se puede ver desde el llano cuando las cumbres azotadas por el viento humean como cráteres y las capas de nieve hecha polvo se dispersan en considerables torbellinos. Sin embargo, los vientos cálidos y secos ejercen una acción mas poderosa aun que las tempestades para reducir las masas de nieve que pesan sobre las cumbres: el viento del Mediodía, llamado föehn por los montañeses, derrite ó evapora á veces en doce horas una capa de nieve de 0",75 de espesor; «se come la nieve,» dice el proverbio, y lleva la primavera á aquellas alturas. El föehn es, despues del Sol, el principal agente climatológico de los Alpes.

Por lo demás, las nieves y los hielos no permanecen inmóviles, sino que bajan deslizándose á lo largo de las pendientes por grados casi insensibles. A medida que una capa se superpone á otra, las porciones mas profundas de la masa se comprimen y consolidan; el peso de las capas superiores oprime á las inferiores, que ceden al esfuerzo que las impele y tienden á descender.

Al mismo tiempo, el glaciar resbala en su inclinado lecho; baja en masa por la pendiente de la montaña, embotando las asperezas de las rocas, y puliendo sus duras superficies. La capa inferior de este poderoso bruñidor queda á su vez llena de

los surcos y grietas que forman en ella las peñas sobre que pasa; pero á medida que la masa de nieve helada va descendiendo, entra en una region mas cálida, se derrite mas de prisa, y á veces, antes de haber llegado á la base de la pendiente, queda enteramente abierta ó destruida por la fusión. Sucede también á veces que la masa helada va á parar á valles anchos y profundos, y despues de consolidarse en ellos, continúa descendiendo con lento y mesurado paso, imitando en sus movimientos el curso de un rio. De este modo traspasa el límite de las nieves perpétuas, hasta que la pérdida sufrida por abajo compensa el aumento adquirido arriba, y en aquel punto termina el glaciar.

El movimiento de traslación de un glaciar no es el mismo en todas sus partes, sino que sus diferentes secciones están animadas de velocidades particulares. La línea media, en la que el espesor y la pendiente son mayores, se mueve con mas rapidez. Las orillas, donde la masa es mas delgada y donde el rozamiento produce una resistencia sensible, se mueven con mas lentitud. Agassiz y Desor han medido de un modo exacto las cantidades de movimiento de las diferentes partes del glaciar del Aar, plantando en su superficie, en el sentido de su anchura, series de estacas bien alineadas cuya marcha podian observar, relacionándola con varios objetos fijos designados en las rocas circunvecinas.

Una serie de estacas plantadas en una línea recta transversal de 1,350 metros de longitud describía al cabo de un año una curva compleja cada vez mas convexa. Colocando los jalones en la línea media del glaciar, los físicos suizos han averiguado que las partes medias caminan á razon de 70 ó 77 metros por año, al paso que el talud terminal ó glaciar solo avanza 30, y su parte superior 40 próximamente.

Cuando Saussure ascendió al Monte Blanco en 1788, dejó una escala al pié de la aguja Negra, y esta escala se encontró en

1832 á la distancia de 4,350 metros mas abajo, habiendo descendido, por consiguiente, durante estos 44 años con una velocidad media de 99 metros por año ó 27 centímetros por dia. Una mochila caída en 1836 en una grieta del glaciar de Talefre y encontrada diez años despues, anduvo mas rápidamente que la escala de Saussure, pues recorrió 129 metros por año, ó sea mas de 35 centímetros por dia. Sin embargo, estos objetos no pueden servir para medir la marcha efectiva del glaciar, porque para ello seria preciso saber de una manera positiva si al empezar á bajar estaban en la parte central ó en las orillas de la corriente de hielo, en el medio ó inmediatos al fondo. Sea lo que quiera, se han hecho cálculos aproximados que inducen á creer que la nieve caída en la garganta del Gigante invierte unos cien años en llegar, convertida en hielo, al extremo inferior del glaciar de Bossons.

Algunos restos humanos han servido por desgracia para comprobar el movimiento de los hielos. En 1861, 1863 y 1865 se encontraron en el glaciar de Bossons los restos de tres guías que se hundieron en 1820 en la primera grieta practicada en la base del Monte Blanco. Aquellos cadáveres, tragados, por decirlo así, por el hielo, recorrieron durante un periodo de mas de 40 años un espacio de 6 kilómetros próximamente, es decir, que descendieron á razon de 140 á 150 metros por año. En un glaciar mas lento de los Alpes austriacos, que se extiende en el Ahrenthal, se descubrió en 1860 un cadáver bien conservado, y vestido con un traje cuya hechura antigua no está de moda hace ya algunos siglos en aquellas montañas.

Los héroes del glaciar, dice Michelet, han sido también sus mártires: merced á ellos se ha conocido especialmente su movimiento progresivo. Jacobo Balmat quedó sepultado en uno de ellos en 1834; Pedro Balmat en 1820; sus restos, hallados al pié del glaciar en 1861, demostraron que este verifi-

caba su descenso en cuarenta años. El aspecto de aquellos tristes despojos, que se ven dentro de un escaparate en el museo de Annecy, conmueve sobremodera cuando se reflexiona que aquella familia heroica, no solamente fué la primera en subir á la cumbre, sino que también sirvió su desgracia para comprobar la ley de los glaciares y su evolución regular, que abre un nuevo horizonte.

Tales son los glaciares considerados en su estructura, en su modo de formación, en su marcha y en su obra meteorológica. Tales son los caracteres principales de las eminentes montañas que reciben las aguas del cielo para distribuir las á las naciones de la Tierra.

Para apreciar en lo posible el aspecto que ofrece la naturaleza terrestre en las alturas de la Atmósfera enrarecida, conviene que sigamos á los viajeros que se han elevado hasta ellas con un objeto científico, y que consideremos con ellos el panorama que les ha sido dado contemplar. Como las primeras tentativas son las que mas llaman nuestra atención, elegiremos, entre las numerosas ascensiones hechas á la cumbre del gigante de Europa de un siglo á esta parte, la primera de todas, la del célebre Horacio Benedicto de Saussure.

Desde 1760 á 1786 venia prometiendo este infatigable naturalista cuantiosas recompensas á los guías del país que consiguieran descubrir un sendero practicable para trepar hasta la cumbre del Monte Blanco. En 1775, cuatro guías de Chamounix lo intentaron con perseverancia, pero al fin tuvieron que desistir, rendidos de cansancio. En 1783, otros tres guías reprodujeron las mismas tentativas sin mejor éxito. Gracias á las indicaciones de dos cazadores que se habian remontado mucho en persecución de las gamuzas, un chantre de la catedral de Ginebra, el naturalista Pedro Bourrit, recorrió las tres cuartas partes del camino, pero sin llegar á la cú-

pide. Por último, en 1786, el guía Jacobo Balmat, hombre dotado de una destreza prodigiosa, consiguió llegar á la cima, á 4810 metros de altura sobre el nivel del mar, y 3000 de Chamounix, por un camino que habia descubierto á fuerza de pesquisas, y en compañía de médico el doctor Paccard.

Después de dos largas é infructuosas tentativas, hechas en 1785 y 1786, con Bourrit y Balmat, Horacio de Saussure realizó el 1.º de agosto de 1787 el proyecto que acariciaba hacía tantos años. Iba acompañado de Jacobo Balmat, en calidad de guía principal, de otros diez guías y de su criado. A pesar del deseo de su hijo, le dejó en Chamounix para que hiciese observaciones correspondientes á las que él se proponía practicar en la cima de la montaña. — Pero veamos cómo refiere el sabio autor las impresiones de este arriesgado viaje:

«Para poder elegir con entera libertad los sitios donde deberíamos pasar las noches, dice, hice que llevaran una tienda bajo la cual dormí la primera noche en la cima de la montaña de la cuesta. Aquella jornada estuvo exenta de peligros y fatigas: se sube siempre por el musgo ó por la piedra, y se hace fácilmente el camino en cinco ó seis horas. Pero desde allí hasta la cima, ya no se camina sino sobre hielo ó nieve.

»La segunda jornada no es la mas fácil. Primeramente es menester atravesar el glaciar de la cuesta para ganar el pié de una pequeña cadena de peñascos enclavados en las nieves del Monte Blanco. Este glaciar es arriesgado y peligroso: se halla surcado de anchurosas grietas, profundas é irregulares, que no se pueden atravesar las mas de las veces sino sobre puentes de nieve que son á menudo muy débiles y están suspendidos sobre los abismos. Uno de mis guías corrió inminente peligro de perecer allí: habia ido la vispera con otros dos para reconocer el paso; por fortuna tuvieron la precaucion de atarse unos á otros con cuerdas, así es que aunque la nieve se rompió

bajo el peso del primero en medio de una ancha y profunda hendidura, quedó suspendido entre sus dos camaradas. Cuando pasamos cerca de la abertura que se habia formado al hundirse el guía, me estremecí á la vista del peligro que habia corrido. El paso de aquel glaciar es tan difícil y tortuoso que necesitamos tres horas para ir desde lo alto de la cuesta hasta las primeras rocas de la cadena aislada, aun cuando apenas hay un cuarto de legua en línea recta.

»A las cuatro de la tarde, llegamos á la segunda de las tres grandes mesetas de nieve que debíamos atravesar, y nos detuvimos en ella para pasar la noche.

»Mis guías empezaron por examinar el terreno donde teníamos que pernoctar; pero pronto sintieron los efectos del enrarecimiento del aire (el barómetro marcaba 17 pulgadas y 10 líneas). Aquellos hombres robustos, para quienes no eran nada las siete ú ocho horas de marcha que acabábamos de hacer, no bien levantaron cinco ó seis paletadas de nieve, se vieron en la imposibilidad de continuar, y necesitaban relevarse á cada momento. Uno de ellos, que habia vuelto atrás con objeto de llenar un barril de agua que habíamos visto en una grieta, se sintió indispuerto al ir, volvió sin agua y pasó la noche en medio de la mayor angustia. Yo mismo, á pesar de estar tan acostumbrado al aire de las montañas que me encuentro mejor en él que en el de la llanura, estaba rendido de cansancio mientras preparaba mis instrumentos de meteorología. Este malestar nos producía una sed ardiente; pero no podíamos procurarnos agua sino derritiendo la nieve, porque el agua que habíamos visto al subir estaba congelada cuando quisimos ir á buscarla, y el pequeño hornillo que llevábamos apenas podia bastar para veinte personas sedientas.

»Desde el centro de aquella meseta, encerrada entre la última cima del Monte Blanco por el sur, sus altos escalones del este y la cúpula de la Merienda por el oeste, apenas se vé otra cosa que nieves; las

cuales son puras, de una blancura deslumbradora, y forman en las altas cimas el contraste mas singular con el cielo casi negro de aquellas elevadas regiones. Allí no se descubre ningun sér viviente, ninguna apariencia de vegetacion; aquella es la mansión del frio y del silencio. Cuando se ofrecían á mi imaginacion el doctor Paccard y Jacobo Balmat llegando los primeros al declinar el dia á aquellos desiertos, sin abrigo, sin auxilio, sin tener siquiera la certeza de que los hombres pudieran vivir en los sitios adonde pretendian remontarse, y sin embargo, prosiguiendo intrépidamente su carrera, admiraba su fuerza de voluntad y su valerosa audacia.

»Preocupados mis guías con el temor que les inspiraba el frio, cerraron tan exactamente todas las junturas de la tienda, que yo padecía mucho á causa del calor y del aire corrompido por nuestra respiracion, viéndome obligado á salir al exterior para respirar. La luna brillaba con toda su fuerza, en medio de un cielo del color del ébano. Júpiter aparecía tambien radiante por detrás de la mas elevada cumbre oriental del Monte Blanco, y la luz reverberada por aquella inmensa cuenca de nieve era tan deslumbradora, que solo se podían distinguir las estrellas de primera y de segunda magnitud.

»Apenas habíamos empezado á conciliar el sueño, cuando nos despertó el ruido producido por una gran avalancha que cubrió una parte de la pendiente que debíamos subir al otro dia. Al rayar el alba, el termómetro estaba 3 grados mas bajo que el punto de congelacion.

»Nos pusimos en marcha algo tarde, porque fué menester derretir nieve para el almuerzo y para el camino; no estaba tan pronto derretida como bebida; y aquellas buenas gentes, que guardaban religiosamente el vino que yo hice llevar, me robaban continuamente el agua que conservaba en reserva.

»Empezamos á subir á la tercera y últi-

ma meseta, y luego torcimos á la izquierda para llegar á la roca mas elevada, al este de la cima. La pendiente es sumamente rápida, en algunos puntos de 39°; por todas partes va á parar á precipicios, y la superficie de la nieve era tan dura, que los que iban delante no podían afirmar sus pasos sin romperla antes con una hacha. Invertimos dos horas en escalar aquella cuesta que tiene unas 250 toesas de altura. Cuando llegamos á la última roca, volvimos á la derecha, al oeste, para trepar por la última pendiente, cuya altura perpendicular es de 150 toesas próximamente. Su inclinacion no pasa de 28° á 29°, y no ofrece ningun peligro; pero el aire se halla tan enrarecido que se agotan las fuerzas con la mayor rapidez; cerca de la cima, apenas me era posible dar quince ó diez y seis pasos sin tomar aliento; sentia de vez en cuando un principio de desfallecimiento, que me obligaba á sentarme; pero á medida que se restablecía la respiracion, sentia cómo renacían mis fuerzas; parecíame, al ponerme de nuevo en marcha, que me era fácil llegar de un tiron hasta la cúspide de la montaña. Todos mis guías se encontraban, cual mas, cual menos en el mismo estado. Empleamos dos horas desde la última roca hasta la cumbre, y eran ya las once cuando llegamos á ella.

»Mis primeras miradas fueron para Chamounix, donde se hallaban mi esposa y sus dos hermanas, con sus ojos fijos en el telescopio, siguiendo todos mis pasos con una inquietud que debia ser para ellas harto penosa, y experimenté una dulce emocion cuando ví flotar la bandera que me habian prometido izar en su casa en el momento de verme llegar á la cima.

»Entonces pude disfrutar tranquilamente del grandioso é imponente espectáculo que se desarrollaba ante mis ojos. Un ligero vapor, suspendido en las regiones inferiores del aire, me ocultaba, es verdad, los objetos mas bajos y mas lejanos, tales como las llanuras de Francia y Lombardia, mas no era esto muy de sentir, porque en