

observadores colocados en dos puntos distantes, habiéndose cambiado con este objeto algunos disparos de cañon en la llanura de Satory, á todas las horas del dia y de la noche y á diferentes temperaturas. Estos experimentos no hicieron mas que confir-

mar la exactitud de las cifras indicadas anteriormente.

El aire es, al mismo tiempo que el vehiculo del sonido, el de los olores y de todas las emanaciones exhaladas de la superficie terrestre, mas aquellos no están constitui-



Fig. 42.—ESTUDIO DE LA REFLEXION DEL SONIDO EN LAS AGUAS TRANQUILAS

dos por un movimiento vibratorio, como el sonido y la luz: Foureroy ha sido el primero en demostrar que las emanaciones odoríferas se deben á la volatilidad de los vegetales y de las sustancias inmediatas, y que los olores están formados por verdaderas moléculas suspendidas en el aire, partículas materiales sumamente ténues y volatilizadas en la atmósfera.

Nada puede dar una idea mas exacta de la divisibilidad de la materia que la difusion de los olores. Cinco centigramos de almizcle colocados en una habitacion desprenden un olor muy fuerte, por espacio de muchos años, sin perder sensiblemente de su peso, y la caja que los ha contenido conserva casi indefinidamente su perfume. Recuerdo haber comprado en un baratillo, hace doce años, un folleto de Reichenbach so-

bre el *Od*, que tenia un fuerte olor de almizcle. Probablemente habria estado allí muchos meses, expuesto al viento, al sol y á la lluvia; despues se quedó en un estante de mi biblioteca, expuesto también al aire, y en este momento, en que por casualidad le acabo de hojear, huele á almizcle mas que nunca.

Los olores son llevados por el aire á distancias considerables. Un perro conoce desde muy léjos, por el olfato, la proximidad de su amo: asegúrase que á diez leguas de las costas de Ceilan se perciben los deliciosos perfumes de sus embalsamadas flores, transportados á tan gran distancia en alas del viento. Tanto estos dulces perfumes, como la armonía y la actividad de la superficie terrestre, los debemos á la presencia de la Atmósfera.

CAPÍTULO VIII

ASCENSIONES AERONÁUTICAS

ASCENSION Á LAS MONTAÑAS.—DISMINUCION DE LAS CONDICIONES DE LA VIDA SEGUN LA ALTURA

Siendo el aire un flúido de cierta densidad, análogo al agua en cuanto al principio de la presion, pero incomparablemente mas ligero, como ya hemos visto, creemos que bastará un instante de reflexion para que se comprenda que si se coloca en el aire un objeto mas ligero todavía que él, este objeto se elevará á las regiones superiores, del mismo modo que un cuerpo mas ligero que el agua, como la madera ó el corcho, echado al fondo, se eleva inmediatamente á la superficie, en atencion á su ligereza específica.

Si la Atmósfera formara sobre la superficie del globo un océano homogéneo, igualmente denso en toda su profundidad, y terminado, como el mar, por una superficie plana definida, todo cuerpo cuya densidad fuese menor que la densidad homogénea de este océano aéreo se elevaria, cuando quedara abandonado á si mismo, en virtud de la fuerza ascensional de un empuje igual á su diferencia de densidad, é iria á flotar en la superficie de dicha Atmósfera. Así lo habian supuesto muchos predecesores de Montgolfier, y entre otros el buen P. Galien en su fantástico proyecto de navegacion aérea publicado en 1755. Su famoso barco podia contener «54 veces mas peso que el arca de Noé;» sus dimensiones eran las de

la ciudad de Aviñon, y debia pasar 83 toesas de su línea de flotacion, porque la laboriosa hipótesis de aquel excelente religioso declaraba que este enorme buque flotaria en la Atmósfera en virtud de los mismos principios que un navio de línea en el Océano!

Pero como la densidad de las capas atmosféricas disminuye á medida que estas se elevan, resulta que todo objeto mas ligero que las inferiores se remonta simplemente hasta la region de densidad igual al peso del volumen de aire que desaloja, lo cual no tarda en suceder, en atencion á que los objetos mas ligeros que han podido construirse hasta el dia (los globos henchidos de hidrógeno puro) no presentan mas diferencia con el peso del volumen de aire que desalojan sino una igual á la que separa la densidad de las capas inferiores de las que se hallan situadas á una altura relativamente pequeña (de 10 á 15000 metros como máximo, á no ser que se trate de un globo de dimensiones colosales).

Arquimedes formuló un principio relativo á los líquidos que podemos aplicar exactamente al fluido atmosférico, enunciándolo así: Todo cuerpo situado en la Atmósfera pierde una parte de su peso absoluto, igual al del aire que desaloja.

Háse demostrado esta pérdida real de pe-

so en el aire por medio de una balanza especial destinada, como su nombre lo indica, á ver el peso: el *baróscopo*. En uno de los extremos del brazo de la balanza se coloca una esfera hueca de cobre. Si se pone este aparato bajo la campana de una máquina neumática, cuando se ha hecho el vacío, la balanza se inclina del lado de la esfera, lo que prueba que *en realidad* pesa mas que la masa de plomo que la equilibraba en el aire, ó en otros términos, que perdía en el aire una parte de su peso, en razon de la superioridad de su volúmen sobre el del pedazo de plomo. Si se quiere comprobar, con el auxilio del mismo aparato, que esta pérdida es exactamente igual al peso del aire desalojado, se mide el volúmen de la esfera, y si es, por ejemplo, de medio litro, como el peso de un volúmen de aire semejante equivale á 0 gr. 65, se añade este peso al trozo de plomo, restableciéndose el equilibrio en el vacío para romperse en el aire.

Observemos de paso, con este motivo, que cuando se pesa cualquier objeto en una balanza, jamás se obtiene su peso exacto, sino su peso aparente. Para conseguir el primero, seria menester efectuar la operación en el vacío, y aquí tenemos un error constante y habitual en el que nadie piensa. Ahora, llevando la cuestión hasta el extremo, veámos en qué consiste el peso real de un cuerpo. Pero este peso no existe: es una pura relacion, que resulta de la densidad y del volúmen del planeta en que vivimos. A pesar de las apariencias, un kilogramo no constituye una cantidad absoluta: la prueba está en que transportado á la superficie del Sol pesaria cerca de treinta (2937), mientras que sólo llegaría á 2550 gramos en la superficie de Júpiter y no valdría mas que 220 en la Luna! Sin necesidad de ir mas lejos, bastaria suponer á nuestra Atmósfera dotada de mayor densidad para que nos volviéramos cada vez mas ligeros y tanto mas proporcionalmente cuanto mas sitio ocupáramos; ó tambien suponer que la Tierra girase 17 veces mas de prisa para que

no pesáramos absolutamente nada en los países tropicales, y algunos gramos insignificantes á la latitud de Paris. Esto podria servir para confirmar la doctrina de esos filósofos ingleses, á cuya cabeza figura Berkeley, los cuales sostienen que la única cosa real es que no hay nada real en el mundo.

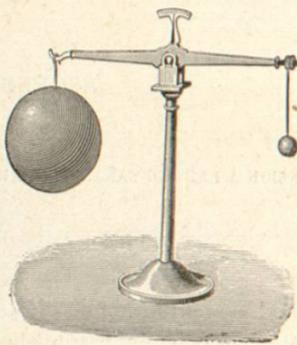


Fig. 43.—BARÓSCOPO

Pero volvamos al peso del aire. Un aeróstato no es otra cosa sino un cuerpo mas ligero que el peso del aire que desaloja, y que por consiguiente va á buscar su equilibrio á una region superior, de débil densidad, donde no desalojará mas que un volúmen de aire igual á su propio peso. Véase, pues, que la ascension de los globos, lejos de estar en oposicion con las leyes de la gravedad, viene por el contrario á confirmarlas especialmente.

Sea cualquiera la sustancia que se emplee para henchir un globo de seda ó de tafetan, si el conjunto que forma la tela, el gas que la llena, la navecilla, la red que la sostiene, los aeronautas, y los instrumentos, si este conjunto, digo, pesa menos que el aire desalojado, constituye por esto mismo un aparato aerostático, y se eleva en la Atmósfera.

Cuando Montgolfier lanzó por primera vez un globo al espacio, lo habia henchido simplemente de aire caliente. La densidad del aire calentado á 50 grados es de 0,84, estando representada por 1 la del aire á 0 grados. La densidad á 100 grados, temperatura

del agua hirviendo, es de 0,72, lo que apenas da un tercio de diferencia para la fuerza ascensional.

La densidad del hidrógeno puro es incomparablemente mas débil, puesto que solo asciende á 0,07, es decir, 14 veces menor que la del aire. La del hidrógeno protocarbonado llega á 0,55; la del gas del alumbrado presenta el mismo valor, es decir, una lijereza casi doble que la del aire.

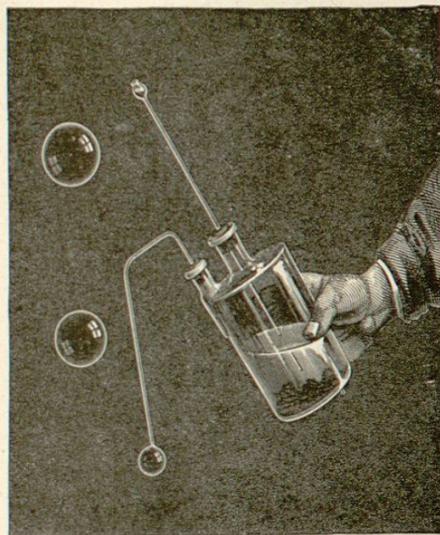


Fig. 44.—BURBUJAS DE JABON HENCHIDAS DE HIDROGENO

Por lo general, se utiliza este último gas para henchir los globos, conduciéndole á ellos por medio de un tubo.

Por una feliz coincidencia, frecuente en la historia de las ciencias, el gas hidrógeno se descubrió precisamente en la época de la invencion de los globos. En 1782, el fisico Cavallo mostró en Lóndres, y en su cátedra, burbujas de jabon formadas con hidrógeno que se elevaban por su lijereza específica hasta el techo de la sala. Al año siguiente (4 de junio de 1783), Montgolfier lanzó su primer globo. Con un poco de atencion ó de actividad, Tiberio Cavallo habria podido arrebatarse al fabricante de Annonay la inmortalidad de su invencion.

Un globo henchido de aire caliente con-

serva el nombre de *Montgolfiera*, como recuerdo del experimento del sábio de Annonay. Un globo henchido de gas lleva el de *Aeróstato*, adoptado desde el primer henchimiento de gas que verificó el fisico Charles, miembro de la Academia de ciencias, y los hermanos Robert, el 27 de agosto de 1783, en Paris.

La primera vez que se suspendió una navecilla de un globo fué en presencia de Luis XVI y de María Antonieta, en Versailles, el 19 de setiembre de 1783; pero los primeros viajeros de ensayo fueron simplemente un carnero, un gallo y un pato... El primer viaje aéreo verdadero lo efectuaron el 21 de octubre siguiente Pilatre des Rosiers y el marqués de Arlandes, que se elevaron en una mongolfiera desde la quinta de la Muette (bosque de Boloña) y descendieron al sur de Paris (Montrouge), despues de haber atravesado el cielo de la capital.

El momento de la partida causa siempre en el alma una profunda y solemne impresion. Yo he recorrido 600 leguas por la Atmósfera, en diez viajes diferentes, y he pasado tres noches en aquellas tenebrosas alturas, y cada vez que he tenido el placer de colocarme en la navecilla que iba á elevarse al seno de las regiones aéreas, he experimentado una impresion análoga á la que me dominó la primera vez que me sentí arrebatado á los aires.

Sentirse arrebatado no expresa tal vez exactamente la idea de la situacion particular por que entonces se pasa. Es mejor decir *verse* arrebatado, porque no se siente ninguna clase de movimiento; cualquiera se creeria absolutamente inmóvil, y que *la tierra es la que desciende*.

Estas impresiones personales son sin disputa las que pueden dar una idea mas exacta de la verdad, relatándolas; por lo tanto, me permitiré recordar aquí algunas. Mi primera ascension tuvo lugar el dia de la Ascension (27 de mayo) de 1867. Una numerosa muchedumbre habia acudido á desearme un buen viaje. Algunos amigos

íntimos estaban cerca de la navecilla, ó mas bien debajo de ella, porque ya no tocaba tierra: pues habiéndose asegurado Eugenio Godard del perfecto equilibrio del globo, mandó á cuatro ayudantes que dejaran correr, pero sin que se les escaparan de las manos, las cuerdas que retenian la navecilla, y de este modo nos vimos á algunos

metros sobre el nivel comun de los hombres.

El cielo está sereno; el viento es suave; la esfera aerostática henchida de hidrógeno se impacienta, y procura elevarse á su luminoso dominio. Cogiendo entonces un saco de lastre, manda Godard que lo «suelten todo», arroja algunos kilogramos de

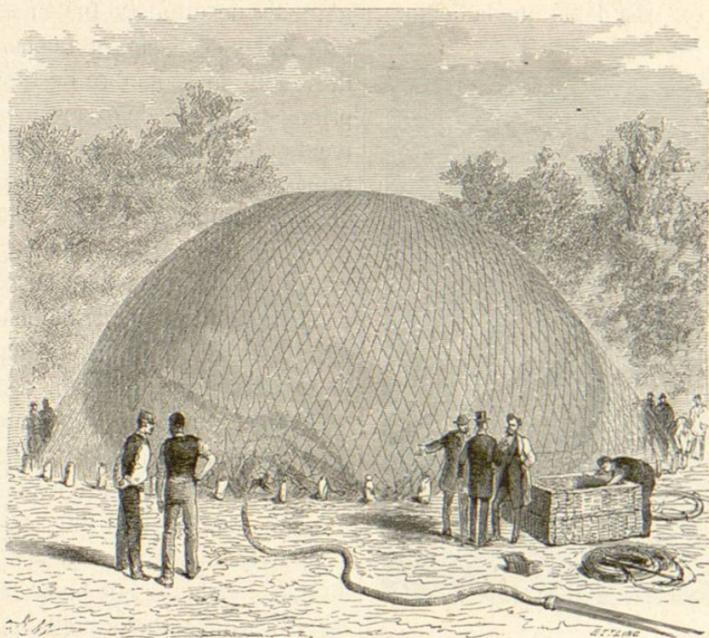


Fig. 45.—HENCHIMIENTO DE UN AERÓSTATO

arena, y el aerostato se eleva con majestuosa lentitud hácia el cielo que le llama. En cuanto á mí, una vez instalados mis instrumentos, saludo con la mano á nuestro grupo de amigos, que va pareciendo mas apiñado hasta no apercibirse mas que como un punto en medio de la inmensidad de París, abierta por primera vez á mis ojos, con sus torres, sus campanarios, sus veletas, sus edificios, sus boulevares, su rio... capital imponente cuya voz colosal se remonta á la Atmósfera como un gigantesco murmullo.

El aerostato se eleva siguiendo una curva oblicua, resultante de dos fuerzas componentes: su fuerza ascensional por una parte, y la velocidad de la corriente aérea por otra. Si, como es necesario bajo los dos puntos

de vista, físico y estético, se tiene cuidado de no dotar al aerostato mas que de una lijera fuerza ascensional, desplégase lentamente á la absorta contemplacion del aeronauta el mas sorprendente de los panoramas, pudiéndose anotar lentamente tambien las indicaciones de los instrumentos, que serian falsas sin la precaucion de darles el tiempo necesario para ponerse al grado del centro ambiente.

Si se desea flotar á una pequeña altura, como de 800, 1,000 ó 1,500 metros, para hacer estudios higrométricos especiales, se deja que el aerostato siga una marcha horizontal tan luego como llega á la capa atmosférica cuya densidad sea igual á su volumen.

Si se desea llegar á grandes alturas, se alijera el globo de un lastre sucesivamente medido.

El aeronauta, el meteorologista, el astrónomo, que así se ciernen en los aires, se encuentran en la situacion mas digna de envidia para el hombre que quiere estudiar

la Atmósfera. Penetrando en el seno de las nubes, atravesándolas para comprobar la luz y el calor que las domina, siguiendo á la tempestad en su formación misteriosa, estudiando el origen de la lluvia, de la nieve, del granizo; trasladándose, en una palabra, al sitio mismo donde ocurren los



Fig. 46.—LA ASCENSION

fenómenos que debe examinar, el observador es allí única y verdaderamente el dueño del globo, superior á la naturaleza por su inteligencia contemplativa. En vano se pasarán años y años encerrado en una habitacion y consultando libros y aparatos; en esto como en todo, el mejor medio de saber lo que pasa consiste en *irlo á ver*, como dice un antiguo refran. Y la verdad es que ninguna tentativa puede ser mas fecunda en resultados útiles.

No pretendo ocuparme aqui de un asunto amplia y completamente espuesto el año anterior en una obra especial (1). El objeto de este capítulo no es referir mis viajes aéreos;

(1) La titulada *Viajes aéreos*, cuya traduccion forma parte de la presente publicacion.

lo que por de pronto importaba era establecer aqui la teoría general de la ascension de los globos, en sus relaciones con la Atmósfera, y dar una idea de estas curiosas impresiones de viaje.

Si los viajes aéreos pueden aplicarse con fruto al estudio de las fuerzas que se hallan en accion en la Atmósfera y al de las leyes que presiden sus múltiples movimientos, constituyen tambien para el espíritu observador un asunto especial de interés y le abren una via particular de contemplacion vasta y fecunda. El solitario aerostato, impelido á través de las llanuras del cielo por el sopro invisible de los vientos y por su lijereza especifica, domina las inmensas escenas de la naturaleza y las llanuras ter-

restres donde se desarrollan las fases de la historia humana. Semejante á un planisferio, á una carta geográfica desplegada sobre la estension indefinida, la tierra se presenta con todos los caracteres de su topografía local.

Sucesiva y lentamente van ofreciéndose á la asombrada contemplacion del aeronauta, diferentes capitales situadas á orilla de los rios, ciudades centrales de provincias;— innumerables pueblos diseminados por la campiña, sucediéndose á centenares como esos castillejos dibujados á vista de pájaro en los mapas antiguos;— cotos sombreados por la viña, surcos dorados por las mieses, verdes praderas, bosques donde gorjean las canoras avecillas, soberbias montañas con su cumbre poblada de negras selvas, esmaltados arroyuelos y anchurosos rios que van á perderse en apartados mares; todas las bellezas, en fin, sonrientes ó severas, todos los paisajes, todas las perspectivas; y en tanto, el viajero, sin sentir la mas lijera sacudida, se cierne en las alturas como si estuviera dominado por un plácido ensueño, hasta el momento en que vuelve á fijar su planta en el mismo suelo que acaba de contemplar desde las regiones aéreas.

Una impresion menos poderosa, aunque del mismo género, es la que sentimos tambien cuando ascendemos á una elevada montaña.

La pureza química del aire superior, sus cualidades vivas y aperitivas y la variacion de la presion atmosférica; son elementos físicos cuya intervencion se requiere para esplicar la influencia favorable de la permanencia en altitudes moderadas. En cuanto á la accion puramente moral que en las organizaciones impresionables puede ejercer la contemplacion de las montañas, donde la naturaleza ha derramado á manos llenas esa mezcla de lo placentero y de lo terrible con la cual alcanza tan fácilmente lo pintoresco, nadie podrá negarla.

« Los hombres, dice J. J. Rousseau, experimentan una impresion general, aunque

no todos la observen, cuando en la cima de una montaña sienten mas facilidad para respirar, mas lijereza en el cuerpo, mas despejada la imaginacion; allí son menos ardientes los placeres, las pasiones mas moderadas. Las meditaciones adquieren un no sé qué de tranquilamente voluptuoso que no tiene nada de acre ni sensual. No parece sino que al elevarse sobre la residencia habitual de los hombres, se dejan en ella todos los sentimientos bajos y terrestres, y que á medida que se avanza hácia las regiones aéreas, el alma recibe algo de su inalterable pureza. Allí uno está grave sin melancolia, apacible sin indolencia, satisfecho de ser y de pensar. Dudo mucho que pueda haber una agitacion violenta, una afeccion nerviosa capaz de no ceder si se reside algun tiempo en tan deliciosa region, y confieso que me sorprende el que los baños del aire saludable de las montañas no sean uno de los grandes remedios de la medicina.»

Sin embargo, debemos hacer observar aquí que, mas allá de las altitudes moderadas, el cambio de presion atmosférica, la sequedad del aire y el frio pueden ocasionar una funesta influencia en el organismo humano.

Hace ya tiempo que se conocen las perturbaciones fisiológicas y el malestar que se sienten en las grandes alturas, efectos que ya en el siglo xv observó y describió Da Costa, dándoles el nombre de *mal de las montañas*. Despues, todos cuantos han subido, ya á los Alpes, ya á los Andes ó al Himalaya, ó bien los que se han remontado en un globo, advirtieron esas perturbaciones singulares del organismo, y emitieron teorías razonables para explicarlas. La principal causa atribuida desde Saussure consistia simplemente en el enrarecimiento del aire, pero ¿en virtud de qué serie de acciones y de reacciones produce tales efectos en el cuerpo humano? No es muy fácil comprenderlo bien.

En 1804, Gay-Lussac y Biot llegaron en

globo hasta una altura de 4,000 metros. El pulso del primero se habia elevado desde 60 pulsaciones por minuto á 80; el del segundo, de 79 á 111. En la memorable ascension de 17 de julio de 1862, MM. Glaisher y Coxwell llegaron á la enorme elevacion de 11,000 metros; antes de remontarse, el pulso de M. Coxwell daba 74 pulsaciones por minuto; el de Glaisher, 76. A los 5,800, Glaisher tenia las manos y los labios amaratados, pero no la cara. A los 6,400 metros escuchó los latidos del corazon, y respiraba con bastante dificultad; á los 8,850, cayó sin conocimiento, y no lo recobró hasta que el globo hubo vuelto al mismo nivel. A los 11,000 metros, su aeronauta no pudo hacer uso de las manos, y tuvo que valerse de los dientes para tirar de la cuerda de la válvula! Si hubieran seguido remontándose unos cuantos minutos mas, habrian perdido el conocimiento, y probablemente la vida. La temperatura del aire era en aquel momento de 32 grados bajo cero. Sin embargo, en los aeróstatos, el observador va siempre inmóvil, gasta poca ó ninguna fuerza, y por consiguiente puede llegar á grandes alturas antes de sentir las perturbaciones que detienen mucho mas abajo al que trepa por la vertiente de una montaña valiéndose de la fuerza de sus músculos.

Al relatar De Saussure su ascension al Monte Blanco, verificada el 2 de agosto de 1787, da cuenta del malestar y de las incomodidades que tanto él como sus compañeros empezaron ya á sentir á una altitud muy poco considerable. A los 3,890 metros ó sea en la Pequeña-meseta donde pasó la noche, los robustos guías que le acompañaban, para quienes eran poca cosa las horas que habian andado anteriormente, apenas habian removido cinco ó seis palletadas de nieve para construir una choza, se vieron en la imposibilidad de continuar; tenian que descansar á cada momento, y aun hubo algunos que se sintieron indispuestos, viéndose obligados á tenderse en la nieve para no perder el conocimiento.

« Al dia siguiente, dice De Saussure, al subir la última pendiente que conduce á la cima, tuve que tomar aliento cada quince ó diez y seis pasos; generalmente respiraba de pié, apoyado en mi baston, pero casi de tres veces una, me era forzoso sentarme, pues no podia absolutamente resistir á esta necesidad de reposo. Si procuraba vencerme, mis piernas me negaban su ayuda, sentia un principio de desfallecimiento, y á lo mejor me quedaba deslumbrado, sin que este extraño efecto lo produjera la intensidad de la luz, pues el doble crespón con que llevaba cubierto el rostro, me resguardaba perfectamente los ojos. Viendo con gran pesar que transcurria tan estérilmente el tiempo que esperaba dedicar en la cima á mis experimentos, intenté de diversos modos abreviar aquel reposo; probé, por ejemplo, á no apurar mis fuerzas y detenerme un momento cada cuatro ó cinco pasos, pero no conseguia nada, pues á los quince ó diez y seis no me quedaba otro remedio que descansar como si los hubiese andado de una vez, siendo de advertir que cuando se siente el mayor malestar es á los ocho ó diez segundos de haberse parado. La única cosa que me hacia bien y que aumentaba mis fuerzas era el aire fresco del viento norte; cuando al subir tenia el rostro vuelto hácia aquel lado y *tragaba* á bocanadas el aire que de allí venia, podia dar veinticinco ó veintiseis pasos sin detenerme.»

Bravais, Martins y Le Pileur, en su célebre expedicion al Monte-Blanco, en 1844, sintieron y estudiaron los mismos fenómenos en la Gran-Meseta; sus guías tenian que detenerse á cada momento para respirar cuando desembarazaban la tienda de la nieve que la cubria en parte. Advertíase en todos los rostros un secreto malestar, dice Carlos Martins: el apetito era nulo. El mas fuerte, el mas alto y el mas valiente de los guías se dejó caer sobre la nieve, y poco faltó para que le acometiera un síncope mientras el doctor Le Pileur le tomaba el