

ringa, estando asegurado el émbolo. Además de que dentro de la máquina pneumática colgando en lo alto del recipiente una jeringa por el émbolo, teniendo el cañoncito tapado, bajará luego que sacáremos el aire, de donde se infiere que toda la dificultad que experimentamos en esto acá fuera procede del peso del aire.

EUG. — Con esas experiencias ya no puede haber la menor duda.

TEOD. — Ultimamente en el peso del aire teneis la razon por qué en un fuelle casi vacío, estando con la boca tapada, por mas diligencias que hagamos no podremos hacer que se separe un cuero del otro mas de lo que permite el poco aire que tiene dentro, porque el peso del aire exterior lo comprime. Pero si le abriéremos la boca podremos dilatar el fuelle cuanto quisiéremos. Hemos tratado de los efectos que hace el peso del aire; vamos ahora á tratar del equilibrio de los cuerpos que flotan en la atmósfera.

EUG. — Bravo; hoy me esplicareis lo de los globos. Esto ha de ser curioso, Silvio.

SILV. — ¿Que no lo es para vos?

§ VII.

Trátase del equilibrio de los cuerpos que flotan en la atmósfera.

TEOD. — Con lo que os he dicho sobre el barómetro ya podeis prever que los fluidos elásticos, y sobre todo el aire no pueden conducirse con respecto á los cuerpos que flotan en ellos, como se conducen los líquidos; pues estos presentan una densidad sen-

siblemente uniforme en toda su altura, al paso que la densidad, tal cual es, de la atmósfera mengua rápidamente á medida que uno se eleva en ella. Tampoco vereis que un cuerpo se vaya á la superficie de la atmósfera á flotar, por mas ligero que sea, por cuanto hallará mucho tiempo antes, una elevacion en la que el peso específico del aire será igual al suyo. Suponed que un cuerpo de cualquier volumen, cuyo peso específico sea precisamente la mitad del peso específico del aire en la superficie del globo, tenderá á elevarse y se elevará en efecto con una fuerza igual al exceso de peso de su volumen de aire sobre su peso propio; mas elevándose de esta suerte se irá hallando colocado sucesivamente en las capas atmosféricas de una densidad menguante, hasta que halle por fin una cuya densidad será precisamente la mitad de la densidad del aire que está en la superficie del globo; y entonces dejará de elevarse y se quedará equilibrado. Ejemplo de lo que estoy diciendo son las nubes. Os digo de antemano que las nubes son una especie particular de vapor de agua cuyo peso específico es menor que el del aire de la superficie del globo, y se sostienen en la atmósfera cerca una legua de elevacion precisamente en el punto donde la densidad del aire es igual á la suya.

EUG. — He aquí porque cuando uno se halla en la cima de altas montañas puede ver bajo sus plantas nublado el cielo, y encima de su cabeza el cielo azulado.

TEOD. — En cuanto á la elevacion de las nubes no hay término fijo. En primer lugar teneis que la

densidad del propio vapor ó sea de la nube, puede ser diferente segun la influencia del sol; pues calentando la nube introduce entre sus moléculas mas partículas de calórico, aumenta la fuerza repulsiva y las vuelve mas ligeras, en cuyo caso se van mas arriba; en segundo lugar la densidad de la atmósfera es tambien susceptible de variaciones, influida por el sol ú otras causas, de modo que las nubes han de bajar cuando se vuelven mas pesadas ó cuando se vuelve la atmósfera mas ligera, y han de subir cuando sucede lo contrario.

EUG. — Todo esto se concibe muy claramente: habládme de los globos que he visto subir tantas veces sin comprender en su mecanismo una jota.

TEOD. — Voy á satisfaceros, dándoos sobre el particular cuantos detalles permita nuestra conferencia. Habiendo visto algunos físicos que el aire calentado se volvia mas ligero, y habiendo descubierto el gas hidrógeno, mas ligero que el aire, concibieron la audaz idea de viajar por los aires, y se aplicaron á construir ingeniosamente una navecilla á propósito, y de aquí data la invencion de los globos aereostáticos. Montgolfier el primero construyó un globo anchísimo de tela cubierto de papel; y dilató el aire del interior de esta máquina por medio de un fogon, colocado en la abertura inferior del globo. Despues de muchos ensayos preliminares, elevóse por los aires á causa de la ligereza específica del conjunto del aparato. Mas estos medios estaban sujetos á mil imperfecciones y peligros; el volumen del globo habia de ser enorme, porque la dilatacion del aire por medio del calórico es poco considera-

ble; la humedad de las nubes por otra parte podia alterar esta fragil máquina, y no hablo aun del fuego, inconveniente mas terrible que todos. Otro físico, el célebre Charles imaginó la construccion de otro globo hecho de seda barnizada de un barniz impermeable y flexible, y lo llenó de gas hidrógeno que pesaba en aquella época cinco ó seis veces menos que el aire; colcécóse en una navecilla que se cuelga de la parte inferior del globo, y con un amigo suyo llamado Roberto, partió desde el medio del jardin de Tullerías de París, viéndose rápidamente trasladado á una distancia de quince leguas de la capital, donde Roberto bajó, y Charles aligerado de este peso se volvió á elevar por los aires (Fig. 81.).

EUG. — ¡Qué intrepidez la de este hombre!

TEOD. — Desde esta famosa tentativa casi no se ha mudado nada en la construccion de los globos aereostáticos: hoy dia se cubren de una red, cuyos hilos reunidos sostienen la barquilla, donde se coloca el viajero. En la parte superior del globo hay una válvula que se abre tirando de una cuerda, para dejar salir el gas; se tiene cuidado que el globo no esté enteramente lleno; á fin de que el hidrógeno pueda dilatarse cuando se halla sometido á menor presion. En una palabra se procura darle una ligereza específica, capaz de levantarse con el viajero ó viageros, y cierta cantidad de lastre que estos pueden arrojar para elevarse mas, mientras que para bajar no tienen mas que hacer, sino abrir la lengüeta ó válvula del globo.



Fig. 81.

SILV. — ¿Habeis visto algun viage de esta naturaleza ó bien os lo han contado?

TEOD. — No he visto ninguno, pero es tan auténtico que no puede dudarse, tanto menos cuanto los conocimientos físicos que llevamos esplicados no lo contrarian. No es mas pesado el hierro que el agua, porque flota pues el hierro á la superficie del mar, pegado á la madera como sucede en los barcos; ¿no os acordais de lo de los toneles que sacan un navío abarrancado solo por su ligereza específica que los tira arriba con una fuerza superior á la gravedad del conjnto?

SILV. — Es muy cierto.

TEOD. — Pues lo propio sucede en el aire: el hidrógeno es tan ligero, mayormente en el dia que se sabe preparar mas puro, que por los tiempos de Charles, que su tendencia á ganar la parte superior de la atmósfera es superior á la gravedad ó peso de toda la máquina aereostática.

EUJ. — ¿Pero decidme, Teodosio, como se arreglan para practicar semejantes viajes?

TEOD. — Se calculan las dimensiones del globo para ver quanto peso puede suportar, pues se conoce el peso del volumen de aire que el globo desaloja y que constituye la fuerza ascendente. Me esplico. Suponed que deseamos elevarnos, Silvio, vos y yo en un globo.

SILV. — Haceis mal en suponerlo, porque malditas las ganas que tengo de hacer semejantes viajes.

TEOD. — La primera diligencia que practicamos es ver quanto pesamos los tres; luego quanto es el volumen de aire que ha de desalojar el globo, para

vencer este peso; si un volumen de treinta pies de diámetro basta para elevar para un viaje aereo á un hombre, como en efecto es así, construiremos un globo de 90 pies; luego nos aseguramos de que se nos llevará, viendo quanto pesa el volumen de aire desalojado, y quanto pesamos los tres juntos con el globo, la barquilla, el hidrógeno y el lastre. Si el volumen de aire desalojado pesa mas que nosotros, el globo y sus accesorios, nos iremos á hacer el viaje aereo con la mayor facilidad; asi como se va hácia la superficie del agua un pedazo de hierro pegado á un pedazo de corcho, cuando el peso del volumen de agua desalojada por el conjunto de estos dos cuerpos es mayor que el peso de estos últimos.

EUJ. — Todo lo comprendo fácilmente, y ya me empeñaria á construir un globo y á elevarme; pero lo que todavia me embaraza es no saber como procurarme el gas hidrógeno.

SILV. — Para esto, amigo, es preciso que sepais la química.

TEOD. — En efecto este trabajo no es para vos: ya os lo esplicaré, cuando emprendamos esta ciencia; pero idos al encuentro de algun químico ó farmacéutico y este os lo procurará. Yo tengo, y cuando querais hacer la prueba, no nos faltará globo ni gas.

EUJ. — Acepto la oferta y un dia nos iremos á viajar por esos aires. Mas decidme ¿realmente se ha elevado alguno de confianza?

TEOD. — Estos viajes en el dia son muy comunes y bastante seguros. Actualmente viven en Francia

célebres sabios, entre ellos Biot y Gay-Lussac, que los han hecho. El último hizo en 1804, un viaje aereotático, uno de los mas notables que conocemos : salió del Conservatorio de Artes y Oficios, y se elevó á 7,000 metros mas allá del nivel del mar, altura á que no habia llegado nunca ningun hombre. El barómetro estaba en París á 0^m, 765, y en su barquilla bajo á 0^m, 528, y mientras que la temperatura de París era de 27°, 75, aquel sabio sufrió en su ascenso un frio de 9° debajo cero.

SILV. — ¿Y quereis que yo haga viajes por el aire? harto espuesto estoy por acá abajo á pillar un resfriado.

TEOD. — Desde el viaje de Gay-Lussac se han hecho otros muchos, y en el dia hay, si no me han engañado, ya una carrera establecida en Londres, donde se viaja tomando pasajeros como se hace para los barcos y diligencias.

EUG. — ¡A tanto se ha llegado ya!

TEOD. — Sí; porque, perfeccionándose cada dia de mas á mas este invento, se ha llegado casi á darle una direccion determinada, como sucede en la mar con las embarcaciones. Antes el globo navegaba á la merced de las corrientes de aire que hay en la atmósfera; mas á beneficio de ciertas máquinas se le ha puesto á la barquilla sus remos y su timon, y los viajeros van á donde se proponen con su viaje.

EUG. — Parece imposible, mucho me gustaria ver la partida de semejantes globos, y si en efecto hay seguridad hasta quisiera hacer un viaje.

TEOD. — Seguridad la hay : actualmente hay

anunciado en París un viaje á varios puntos comarcanos de la capital de la Francia, y partirá el globo del campo de Marte, despues de haber ensayado delante de una reunion de sabios y literatos y de todo el público parisiense, movimientos en direcciones de arriba abajo, de abajo arriba, de derecha á izquierda, de izquierda á derecha y circularmente. En este globo, el mas adelantado de todos, hay una máquina que se mueve segun la voluntad del director, y se navega por el aire, como por la mar. Lo que es desgracias ha habido muchas, porque la empresa es atrevida; mas á medida que vamos andando en años se perfecciona y se obvian muchos inconvenientes; de suerte que llegará dia en que ya perfeccionando mas la máquina, ya estudiando bien la atmósfera, sus variaciones y corrientes, se navegará por los aires mucho mejor que por el mar; y quien sabe, si los hombres tendrán tambien la barbarie de dar batallas aereas, así como se pusieron á dar combates navales, luego que hubieron regularizado su modo de sostenerse en las aguas y atravesar los mares para ir á luengas tierras.

EUG. — Bastará que una potencia empiece á tener lo que acaso se llamará su *aérea*, así como dicen su *marina*, esto es, una porcion de globos de guerra con que defender por los aires sus intereses mercantiles, como los defiende con ejércitos en la tierra y con navíos en el mar.

SILV. — No os deis semejantes cuidados, que estos viajes aéreos no pasarán de ciertos ensayos curiosos.

TEOD. — Ya se ha pasado varias veces el estre-

cho de Cales, y hay quien intenta pasar desde los Estados-Unidos á Inglaterra.

EUG. — Pero, y si sobreviene algun incidente que rompa el globo, ¿y el gas se escape?

TEOD. — Hay lo que se llama *para-caidas*, el cual es una especie de paragua muy grande, por cuyo centro pasa una cuerda que une al globo la barca : desde los bordes de esta salen unos cordones que van á parar á la circunferencia del *para-caidas*, el cual está cerrado mientras el globo sube. Suponed que sobreviene algun accidente capaz de comprometer la seguridad de los viageros : el director corta la cuerda que tenia suspendido la barca del globo y cae aquella como cualquier cuerpo libre con un movimiento acelerado : mas el aire resiste á cederle el paso, tanto mas cuanto mas aprisa va, abre por sí mismo el *para-caidas*, y bien pronto cesa de caer con movimiento acelerado ; este es reemplazado por otro uniforme y suave, y la barca llega al suelo sin accidente alguno. Acabareis de comprender bien esta resistencia del aire, dentro de poco que os hablaré particularmente de ella ; pero antes quiero dejar como suficiente esto de los globos, y ver otros cuerpos que flotan tambien por la atmósfera á pesar de ser mas pesados que el aire. ¿Habeis observado esta especie de costra verde morena ó amarillenta que se pone en los tejados?

EUG. — Seria preciso no haberlos visto.

TEOD. — Pues, como vereis á su tiempo, estas costras son plantas, y las semillas á que deben su nacimiento, lo mismo que las de cien y cien plantas mas visibles y vulgares que crecen espontáneamente en

las alturas, no pueden haber ido á depositarse allí, sin haber voloteado por los aires. Tambien vereis tratando especialmente de las plantas que hay árboles machos cuyas flores dan un polvo fecundante, el cual se lleva el aire, y pasando por cerca de otros árboles hembras los fecunda. El polvo que se depone en los muebles de un aposento vuela tambien por el aire, y no hay mas que mirarlo al través de un rayo de sol que entra en un cuarto oscuro.

EUG. — Pues si todos estos cuerpecillos son mas pesados que el aire ¿cómo se sostienen en él?

TEOD. — Por sus propias agitaciones. Cuanto mas movido está mas alto vuelan : basta soplar para que vuelva á remontarse una pluma, que iba cayendo : el polvo de una carretera sube muchos pies, remolinando cada vez que el viento arrecia. Los niños que levantan birlochas ó cometas, apenas pueden conseguirlo en lugares bajos, donde el aire está quieto, y cuando no hace un sopro : solo cuando corren, pueden levantarlo un poco, porque la resistencia que presenta el aire al cometa que lo atraviesa de lleno, le pone en agitacion, y hace levantar la birlocha. Vamos ahora á tratar del viento.

EUG. — En tanto tiempo que estais hablando del aire no se me ha ocurrido, Teodosio, preguntaros que viene á ser el viento.

TEOD. — Cuando el aire se mueve en masa por causas naturales los movimientos á que se entrega son los vientos, que llevan diferentes nombres, segun las partes de donde vienen y su velocidad. Os nombraré los mas principales porque vos no sois

piloto. En primer lugar hay cuatro á saber *norte*, *sur*, *este*, y *oeste*. El espacio que hay entre estos cuatro puntos del horizonte se divide por el medio, y da otros cuatro puntos, de donde salen otros tantos vientos que son *nordeste*, *sudeste*, *sud-oeste* y *noroeste* formando los nombres de los dos vientos cardinales entre los cuales corresponden v. g. *nordeste* es el que está entre el norte y el este. Asimismo dividiendo estos ocho intervalos por el medio, se hace lugar á otros ocho vientos, que toman el nombre de los dos que están á los lados, siendo primero en el nombre el mas principal, por ejemplo, *nord nordeste*, es el que está entre el *norte* y el *nord-este*. Del mismo modo se dividen estos 16 intervalos y forman otros 16 vientos, que se llaman *cuantas*. Y así al que cae entre el *norte* y el *nordeste* le llaman *norte-cuarta al nordeste* y así de lo demas. Todos estos nombres se derivan de las direcciones. Por lo que toca á la duracion de los vientos los hay constantes y regulares como los vientos *eliseos* del ecuador ó zona tórrida como llaman, é *irregulares* ó *occidentales*, los que no están sujetos á ningun cálculo ni regla fija. Con respecto á su velocidad son *suaves*, *vivos*, *fuertes*, *brisas* ó *huracanes*. Pero todos estos nombres no sirven de nada sino os esplico las causas de los vientos, y porque hay entre ellos diferencias de direccion, duracion y velocidad.

EUG. — Ya que me habeis hecho medio piloto hacedme ahora físico sobre este punto.

TEOD. — Siendo tan sumamente movible como es en efecto la atmósfera, cualquiera cosa que pro-

mueva esta movilidad será causa de viento. Cuatro hay sin embargo que bastan para esplicar la produccion de todos los vientos conocidos: á saber el sol, la luna, el vapor del agua, y el movimiento de la tierra diurno, pues sabreis á su tiempo que la tierra gira sobre su eje una vez cada dia. El sol calienta el aire, lo rareface, y lo vuelve mas ligero: la porcion de aire rareficada bajo la influencia del sol abandona el lugar que ocupaba en la atmósfera y sube; y otro aire mas pesado, por no haber sufrido la accion del sol, marcha á ocupar el espacio que el primero abandona, como viene á ocupar el espacio que abandona el navío en marcha el agua de las cercanías; esto produce una agitacion, un movimiento del aire en el sentido del lugar por donde se rareface el aire. Desaparece el sol; el aire se enfria, baja y se produce un movimiento contrario. Lo mismo sucede cuando una masa de aire se llena de vapor de agua; el cual es un cuerpo que pasa buscando la parte mas alta por ser específicamente mas ligero, y su paso produce agitaciones, desalojamientos de aire en masa y de aquí vientos. El sol y la luna, en virtud de su atraccion recíproca con la tierra, tiran hácia sí la atmósfera en ciertas horas y la abandonan en otras, lo cual, segun Laplace, esplica esta especie de marea que se observa como ya os he dicho en el barómetro. Lo que os acabo de decir os manifiesta claramente como ha de haber vientos accidentales, inconstantes que uno no puede prever, ni calcular de una manera segura y exacta, tanto menos, cuanto las desigualdades de la superficie del globo, los rios, los bosques, etc., pueden modificar muchísimo

las direcciones é intensidades de estos movimientos ya determinados por causas tan varias.

EUG. — Yo concibo muy fácilmente la produccion de los vientos accidentales; lo que no puedo alcanzar es la de los constantes; la de los eliseos, por ejemplo.

TEOD. — Tened un poco de paciencia y vais á verlo claro como la luz. Estos vientos se hallan constantemente en torno del ecuador de la tierra y se estienen hácia los trópicos. Figuraos, como ya os dije, un queso atravesado por sus puntos aplanados de un palo, este palo es su eje, los puntos por donde sale los polos, su circunferencia del centro, esto es de la parte mas redonda, *ecuador*; y dos círculos que pasan á sus lados entre él y los polos, *trópicos*: os lo pondré en una figura para que lo comprendais mejor (Fig. 82), A ecuador: BB trópicos: CC polos. Estos

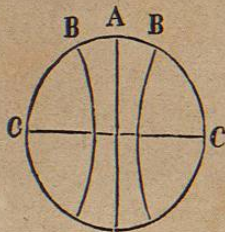


Fig. 82.

vientos van ó parecen ir de oriente á poniente, esto es, de un modo de todo punto opuesto al movimiento de rotacion diurno de la tierra, y son sumamente favorables á los viajeros ó navegantes. Voy á explicaros como son constantes. La porcion de superficie de atmósfera comprendida entre los trópicos, está mas espuesta á los rayos del sol porque le caen á plomo; por la misma razon se calienta mas que las restantes del globo, y tanto que hasta se conserva caliente durante la noche. Calentándose tanto, se dilata y vuelve esta porcion de atmósfera mas ligera, de con-

siguiente ha de elevarse sin cesar, y á medida que se eleva, como abandona espacio, el aire frio de los polos corre á ocupar este espacio abandonado por el aire calentado. Ahí teneis ya un movimiento del aire que va desde los polos al ecuador. Llegado el aire de los polos al ecuador, se calienta á su vez, se dilata y sigue el camino del que le precede. Este llegó á la parte superior de la atmósfera á un punto donde se equilibra con la fuerza de gravedad, y como el aire de los polos ha ido ocupar el espacio que él abandonó en el ecuador, él á su vez cae por los lados hácia los polos donde va á enfriarse y á ocupar á su turno el espacio abandonado por las porciones del aire que le han seguido, y vuelve sucesivamente al ecuador para emprender su viage y hacer eternamente el mismo círculo. Con la sola diferencia que va arrasando la superficie de la tierra, cuando va de los polos al ecuador, y marcha por la superficie de la atmósfera cuando se va del ecuador á los polos. De ahí resultan, como es indispensable, cuatro corrientes de aire, ó cuatro vientos constantes, dos inferiores, dos superiores. Con todo guardaos de creer que esto se verifica tal como os acabo de decir: si no hubiese mas que la fuerza del sol así sucederia, y en efecto las corrientes inferiores son muy sensibles en las latitudes situadas mas allá de los trópicos, á escepcion de algunas modificaciones que les hacen experimentar los continentes ó los mares que hallan en su paso. Pero es preciso haceros cargo que la totalidad de la masa es arrastrada con la tierra, á causa de su movimiento de rotacion con velocidades proporcionales á la distancia de ca-

da punto de la superficie al eje de rotacion, de suerte que la atmósfera situada, por ejemplo, cerca de los polos, debe girar como esta parte de la tierra con una velocidad menor que la que anima la superficie de la tierra situada en el ecuador. Si el movimiento ascensional que se verifica entre los trópicos acarrea hácia el ecuador el aire que ocupaba antes la parte vecina á los polos, este aire no tendrá la velocidad que tienen los cuerpos situados en el ecuador, y de consiguiente todos estos darán contra este aire animado de una velocidad menor que la suya, y sufrirán por su parte una reaccion que semejará perfectamente una corriente verdadera que se produjere en la superficie de la tierra en reposo. Debe pues decirse que los vientos eliseos no son verdaderas corrientes de aire; ó si lo son, son relativas á la velocidad de rotacion del globo. De aquí se saca la consecuencia, que el navegante que tiende sus velas á los vientos eliseos, en vez de aumentar la velocidad de su navío la retarda con respecto á la rotacion de la tierra, y que mientras cree que avanza hácia las Indias, las Indias son las que vienen á su encuentro.

SILV. — Esta si que es paradoja y media, pero os la paso porque no quiero estorbaros.

TEOD. — Independientemente de las causas naturales que ponen en movimiento el aire de la atmósfera, puede moverse á beneficio de ciertos recursos del hombre y hacer como quien dice vientos artificiales. Calentando una porcion de aire, en tanto que se le abre paso por una ó mas abertura para salir, y otras para entrar, se establece una corriente que renueva el ambiente de las salas y las hace mas sa-

ludables: las chimeneas, las estufas tienen, á mas de el de calentar, este objeto, ó lo realizan, sin la intencion del que las ha construido; de suerte que una chimenea es un purificador del aposento en que se halla. Y ya que estamos en esto voy á decirlos como podeis formar un ventilador, y purificar el aire de una sala de hospital, de una carcel, de un teatro, de una fábrica, de un navío, etc.

EUG. — Os escucharé con muchísima atencion.

TEOD. — Formemos una caja circular que tenga de dos palmos y medio hasta tres de diámetro por seis pulgadas de altura. En el centro de esta caja debe haber un eje, del cual salgan cuatro aspas como de molino, que llenen enteramente todo el diámetro inferior de la caja. Estas aspas deben ser ligeras, y por los extremos de arriba y de abajo, y los que rozan por la circunferencia, conviene que esten adornados de pluma de pato ó cosa semejante, de suerte que raspen sin dificultad por lo interior de la caja cuando se muevan como las de molino. En la circunferencia de esta caja ha de haber una especie de tangente, á la que se arrime un cañuto que haga un ángulo recto con el radio de la caja, y tenga como ella tiene seis pulgadas de altura: conviene que este cañuto en la parte que queda fuera del círculo se vaya estrechando hasta quedar en una pulgada. En la embocadura de este cañon se debe poner una manga flexible de cuero, corta ó larga, á proporcion, segun fuere preciso para vaciar el aire de la caja por la ventana afuera. En la caja, junto al eje, debe haber un agujero del ancho de una pulgada, en el que ajuste otra manga flexible de cuero como