

la de las bombas, corta ó larga, lo preciso para que pueda beber todo el aire corrupto que se quiera sacar, aunque sea de dentro de la cama de los enfermos ó de los lugares mas recónditos del navío. Hecha esta preparacion encájese en el eje una manija que pueda hacer andar alrededor del molino interno, y para esto debe sobresalir el eje algunas pulgadas, para que el movimiento de la manija no se detenga con el cañon ó manga que ha de beber el aire corrupto. Moviéndose pues este molino, todo el aire que encuentren las aspas, por razon de la fuerza centrífuga, buscará la circunferencia de la caja, y saldrá por la tangente ó manga que va hácia el aire. Entre tanto por la otra manga central, que está junto al eje, entrará el aire que fuere bebido, y así se sacará de los lugares menos puros. Habrá pues una corriente continua de aire, que entra por el centro de la caja, y sale por la circunferencia de esta: de este modo vaciaremos por la ventana afuera el aire corrompido de las piezas mas infectas con el hálito de los enfermos y cargadas de los vapores corruptos y mefíticos. Si se quiere aumentar la velocidad de este molino con menos cansancio, se pondrá en el eje una rueda de diez dientes, que juegue con otra mayor de treinta, en que esté la manija, pues entonces, con que la mano dé una vuelta, dará el molino tres, y será mayor la velocidad del aire que sale, y mucho mas pronta la evacuacion del aire que va entrando. Dije que no habia peligro, porque en lugar del aire mefítico que quitan no entra encañonado que pueda constipar, pues de todo el ambiente va la parte que convie-

ne á suplir por el que va faltando. Me alegraré que aproveis mi pensamiento.

EUG. — He de mandar construir uno para mi uso.

TEOD. — No quiero dejar escapar este momento para enseñaros un modo idóneo para remediar los inconvenientes de las chimeneas. Ya sabeis, si habeis estado en países frios, donde se reciben las visitas en estancias que tienen una chimenea, lo mucho que se incomodan los circunstantes cuando algun viento contrario impide la salida del humo, y haciéndole retroceder á lo interior de las salas, mortifica á los que buscaban con el fuego remedio á los intensos frios. De este defecto se libran muchos por varios modos: algunos poco eficaces, otros muy dispendiosos. Hay otro inconveniente, que es sentir los circunstantes que se les enfrian las espaldas, á proporcion que se calientan por el pecho en las chimeneas, y este frio crece á proporcion de la mayor llamarada que se levanta. El mismo fuego es causa indispensable de este inconveniente, por quanto el peso del aire obliga á que se conserve en la misma sala de la chimenea un cierto volumen de aire; de manera que tanto sube con la llamarada por la chimenea arriba á causa de que le hacen mas leve la llama, el humo y la rarefaccion, quanto debe entrar por las ventanas ó rendijas de las puertas para llenar el vacío que el otro deja; y así estando encendida la chimenea es forzoso que haya un círculo de movimiento en el aire, subiendo una porcion por la chimenea, y entrando otro por la puerta y rendijas que haya abiertas: este círculo es indispensable

habiendo llama encendida. Como el aire pues que entra de fuera siempre es frio, y va derecho á la chimenea para suplir por el que va volando y subiendo por ella, todos los circunstantes que estan alrededor de la lumbre sienten enfriarse las espaldas. A estos dos inconvenientes, que incomodan



Fig. 85.

bastante, me parece que se podrá ocurrir á poca costa, haciendo la chimenea por el modelo que yo ofrezco, en el que el círculo del aire se hace dentro de la misma chimenea, y el mayor viento que sople contra el humo por la chimenea abajo le hará salir con mayor violencia por la chimenea arriba (Fig. 85).

La construcción consiste en repartir el vano de la chimenea en dos espacios de alto abajo, pero el plano de división debe ser un plano inclinado, y de forma que el

hueco de la chimenea quede dividido en dos como embudos, uno con la boca estrecha hácia arriba, y la ancha hácia abajo, y otro atravesado. Entrando el humo de la chimenea por la boca ancha del embudo, que coja casi todo el vano ó hueco, va subiendo y sale por la boca estrecha, que puede tener un palmo de anchura en el cañon que sobresale; y no habiendo viento contrario saldrá sin dificultad. Pero supongamos que sopla un viento recio, que baja derecho por la chimenea abajo; entonces es preciso ver cómo podremos conseguir que este viento nos sirva para impeler el humo hácia arriba en lugar de retroceder hácia abajo. Por la construcción de la chimenea y el plano inclinado se ve que teniendo la chimenea diez palmos, v. g., de hueco ó vano, y ocupando la abertura estrecha del embudo por donde el humo sale un palmo, restan nueve palmos en la boca ancha del embudo que mira al viento, y siempre el viento que entra por nueve palmos de boca debe ser mucho mas fuerte que el viento que entra por un solo palmo; conduciendo pues este viento por el embudo abajo, le traemos por un lado hasta el mismo hogar, y dando vueltas en el suelo hácia la lumbre, todo cuanto viento entrare por nueve palmos de boca en el humo de la chimenea va á soplar la lumbre á dar impulso á la llama hácia arriba, llevando consigo el humo; y como esta fuerza es nueve veces mayor que la del viento que envia el humo hácia abajo, no hay duda que vencerá la fuerza nueve veces mayor, y que el humo será impelido hácia arriba. De aquí resulta la segunda utilidad, porque habiendo circulación del ai-

re dentro de la chimenea, no hay precision de que entre por las rendijas de la puerta ó ventana otro que acuda al vacío, que de otro modo dejaría el aire que sube por la chimenea arriba, y permaneciendo quieto el aire que había en la pieza, los que se estén calentando sentirán un temple de calor agradable.

EUG. — ¡De cuanta utilidad es el conocimiento de la física! ¡Y yo he podido vivir tantos años sin saber una tilde de esta ciencia! Proseguid, Teodosio, que no paro hasta tener una tintura de todas: decidme si es posible medir la fuerza del viento así como me habeis dado reglas para medir la de un sólido y de un líquido en movimiento.

TEOD. — Tambien hay reglas para ello, amigo, los físicos no sosiegan hasta poderse dar razon de todos los fenómenos que examinan. Aquí teneis un instrumento compuesto de un plano de cierta estension, esto no importa que sea mas ó menos, sostenido por esta palanca horizontal sumamente móvil en su eje vertical: este instrumento se llama *anemómetro ó medidor del aire*: para medir la fuerza del viento se vuelve el plano de cara al viento que está reinando, y por medio de un contrapeso se sostiene quieto á pesar del viento que viene á chocar contra el plano. Puesto que el peso sostiene el equilibrio este peso representa la fuerza que obra actualmente contra el plano pues solo siendo igual y contraria puede haber equilibrio.

EUG. — Este medio es mas sencillo que los propios para los sólidos y líquidos.

TEOD. — En efecto es así en cuanto á la veloci-

dad no teneis mas que abandonar un cuerpo ligero á la accion del viento y ver que espacio recorre en un segundo.

EUG. — Segun esto se debe saber en que razon está este movimiento con el volumen y la masa.

TEOD. — *La resistencia que hace el aire cuando un cuerpo se mueve por él, ó la que hace el cuerpo en reposo cuando es el aire el que se mueve, es á proporcion del volumen del sólido.* Pongamos un ejemplo y demos la razon. Si cargamos una pieza con una bala de madera y otra del mismo peso, pero de plomo, la de madera se quedará muy cerca, la de plomo irá mucho mas lejos; ambas llevan igual fuerza, porque el impulso fué el mismo; luego la diferencia procede del aire, para moverse la de madera fué preciso que dejase su lugar mucha parte de aire, y la de plomo con poco aire que se divida tiene el suficiente; luego cuanto mayor fuere el volumen del cuerpo que se mueve, mas resistencia le hará el medio. Otra ley hay y es, que *la intensidad del choque del aire contra un cuerpo en reposo, ó de la resistencia del aire al movimiento de un cuerpo es siempre á proporcion del cuadrado de la velocidad.* La razon es porque el aire por su inercia resiste á lo que le quiere mover, conforme el cuadrado de la velocidad que le dan: así el móvil ó el aire han de experimentar resistencia en esta misma proporcion.

EUG. — Lo he entendido perfectamente, pero no hemos de salir de este punto que no me expliqueis todo lo que se rija por esta ley.

TEOD. — Todo no os lo explicaré, porque seria

nunca acabar ; pero os diré algunos ejemplos vulgares que os servirán para todos. Sabeis que cuanta mas masa tiene un cuerpo que cae libremente, tanta mas velocidad, y cuanto mas volumen tanta mas resistencia le hace el aire. Segun esto los cuerpos pequeños han de sufrir esta resistencia mas que los grandes, con tal que el pequeño, á pesar de su poco volumen, no tenga mucha masa. Si ahora consideramos un cuerpo cualquiera que cae libremente en la atmósfera ; como la resistencia del aire cualquiera que fuere, crecerá como el cuadrado de la velocidad de los cuerpos, llegará necesariamente un término en que esta resistencia será igual á la accion de la fuerza aceleratriz, y desde este momento la caída ó descenso del grave será necesariamente uniforme, como si le hubiesen quitado la gravedad. Añadid que si la densidad del aire va creciendo de una manera sensible acercándose á la tierra, el valor de su resistencia puede crecer aun despues que el movimiento se ha hecho uniforme, y que de consiguiente la velocidad del cuerpo no solamente puede volverse uniforme, sino menguar un tanto. Claro está que el momento en que la resistencia del aire se hará igual á la fuerza aceleratriz, dependerá de la relacion primitiva de estas dos fuerzas, y como la resistencia del aire depende de la superficie, y la intensidad de la gravedad de la masa, resulta que los cuerpos mas pequeños y los que tendrán menor peso específico, serán los que adquirirán mas pronto un movimiento uniforme á causa de la resistencia del aire. Mas, como la velocidad uniforme, despues del movimiento acelerado, es á proporcion de la

duracion de este movimiento, se sigue que los cuerpos pequeños, ó ligeros, tomarán cayendo, por la atmósfera, una velocidad uniforme, pero muy poco considerable, mientras que los cuerpos de grande peso específico y grande volumen tomarán tambien un movimiento uniforme, si caen de bastante altura, pero será muy rápido.

ETG. — Con lo que me acabais de esponer ya preveo la causa de muchos fenómenos que hasta aquí no habia podido esplicarme. Sin duda será por esto que el polvo cae tan lentamente, lo mismo que las plumas, y otros cuerpos ligeros como la nieve : la lluvia y cierto granizo ya caen con mas furia, y por último es mucha la rapidez con que bajan las piedras de los nublados.

TEOD. — Efectivamente es esta la razon : vamos mas adelante. La intensidad del choque de los fluidos elásticos es evidentemente á proporcion de la estension de las superficies chocadas : no se sabe cual es la influencia precisa de los ángulos de inclinacion bajo los cuales puede tener lugar, solo se sabe que el choque es mas poderoso en una superficie cóncava que en una plana ó convexa. Visto lo que va dicho comprendéis que podemos dar artificialmente á un cuerpo de cierto peso, una superficie mas ó menos estendida : en el sentido en que el aire debe oponer su resistencia á su descenso. Aumentando de esta suerte el valor de la resistencia del aire, sin aumentar la masa en la misma proporcion, puede modificarse singularmente la velocidad de la caída de los cuerpos. Nada mas facil que probar esto ; cojamos un carton delgado, y abandonémoslo

horizontalmente : cae oscilando y lentamente : abandonémoslo verticalmente, cae con rapidez y derecho, y siempre es el mismo carton ; el modo, pues, como corta el aire, hace toda la diferencia.

EUG. — Hete lo que alentó á los viajeros en globos aereostáticos sin duda ; pues así pudieron construir sus para-caidas.

TEOD. — En efecto, y uno hubo que lo practicó de intento : elevóse con un globo, y llegado á una altura considerable cortó la cuerda que sostenia unida su barquilla al globo ; la barquilla cayó ; abrióse el para-caidas y el areonauta llegó al suelo sin la menor novedad.

SILV. — Si esto es cierto es á cuanto puede llegar la osadía humana.

EUG. — Así se han escapado algunos presos de ciertas torres, lanzándose desde lo alto con paraguas sólidos y otros sábanas atadas á su cuerpo.

TEOD. — No sé si esto es verdad ; pero la fisica no se opone á ello, antes al contrario demuestra claramente su posibilidad. Esta resistencia del aire, no solo permite bajar de grandes alturas sin hacerse ningun daño, sino moverse de un lado á otro como se hace ya con los globos aereostáticos. A la misma deben las aves la pujanza de su vuelo ; pues dotadas de una grande fuerza relativamente á su peso, hieren el aire con velocidad de arriba abajo, dando con las anchas superficies de sus alas desplegadas, y hallan una resistencia en el aire que les sirve de punto de apoyo para elevarse en la atmósfera y ejecutar los movimientos mas variados.

EUG. — Varias veces he oido decir que se han he-

cho tentativas para poder volar los hombres, y con lo que andais diciendo casi no lo miro ya como tan disparatado.

TEOD. — Al contrario deberiais mirarlo como mas disparatado que nunca, porque si las aves pueden volar, lo deben á la fuerza de sus músculos cien veces mayor acaso que la del hombre relativamente á su peso respectivo y la velocidad de esta fuerza que es tambien mucho mas grande : así todo lo que se ha intentado ha sido inutil, y á menudo acompañado de desastres semejantes á lo que nos cuenta de Icaro la fábula.

EUG. — Hay todavía alguna cosa que no sé como aclarar y es cuando debemos llamar viento, viento suave ó brisa, viento fuerte, y huracan á los movimientos varios del aire : ya concibo que será segun la velocidad que tengan, ¿pero es determinada esta velocidad ?

TEOD. — Lo es, Eugenio. Cuando la velocidad es poca, apenas sensible ó apreciable lleva el nombre de céfiro, brisa, etc. Cuando el viento corre por segundo unos doce á quince pies es ya un viento fuerte, cuando corre por segundo unos 40 á 50 metros, produce un huracan. Hé aquí porque la violencia de los huracanes desarraiga árboles añosos, derriba habitaciones, y levanta las olas de la mar á tanta altura, todo lo cual es efecto de la grande masa de la atmósfera, del peso considerable del aire, y de la velocidad de que os he hablado. Mas si los vientos llevados á este exceso de furor causan tanto daño, no dejan de reportarnos inmensas ventajas en sus movimientos moderados, pues removiendo

la masa de la atmósfera esparraman ciertos gases y cuerpos ligeros que se habian acumulado en algunos puntos, purifican el aire, y libran las poblaciones de males epidémicos que las diezman horriblemente cuando faltan estas circunstancias. Son tambien útiles los vientos como sabeis para la navegacion, y hasta el momento en que se ha puesto en práctica la navegacion por medio del vapor, sin vientos hubiéramos tenido que renunciar á las inmensas ventajas del comercio marítimo. Los molinos de viento representan despues de los barcos como otras de las máquinas que se mueven bajo el influjo de su fuerza.

EUG. — ¿No me direis por que las astas de un molino de viento estan en una posicion vertical y como torcidas todas en un mismo sentido?

TEOD. — Estan de tal modo afin de que den á su eje un movimiento de rotacion: si estuviesen planas el viento las heriria directamente, y como heriria al mismo tiempo y en una misma direccion el asta de arriba que la de abajo el eje no podria rodar. Torcidas de modo que formen con el plano comun de sus líneas medias un ángulo de unos 53°; la fuerza del viento que choca directamente con ellas se descompone en dos porciones, una de las cuales paralela á sus superficies, hace en cierto modo resbalar la corriente de aire mudando su direccion; mientras que obrando la otra segun el plan comun de las alas, produce el movimiento de rotacion.

EUG. — Y el ruido que hacen los cuerpos movidos por el aire ¿qué viene á ser?

TEOD. — Es el sonido, pero este punto es curioso y digno de ser circunstanciado, por lo tanto pasemos á sus detalles.

§ VIII.

Trátase del movimiento vibratorio de los fluidos elásticos.

EUG. — Hacedis bien en entrar en pormenores porque hasta ahora no comprendo bien esta palabra, y sobre todo la realizacion de lo que indica.

TEOD. — Digo que el sonido consiste en el movimiento del aire: movimiento, digo, vibratorio y trémulo: dos cosas tengo aquí que probar: primera, que el sonido consiste en el movimiento del aire; segunda, que ese movimiento ha de ser vibratorio y trémulo: vamos á las esperiencias, que son la mejor prueba para el intento. Decidme, Eugenio, ¿en qué consiste el sonido que tiene una flauta cuando la tocan? Bien veis que es el aire movido, por eso si no soplais no suena, y si le tapais todos los agujeros, como no sale el aire no sale el sonido. Mas: ¿en qué consiste el sonido que hace el viento cuando es recio, entrando por las grietas de las puertas y ventanas, que parece que silba? Claro está que es el aire movido. ¿En qué consiste el sonido de nuestra voz? La esperiencia diaria nos enseña que consiste tambien en el aire movido, porque para hablar tomamos primero respiracion, y en acabándose de echar el aire por la boca no podemos hablar sin tomar nuevo aire en la nueva respiracion.