

la atmósfera: así venimos á tener sobre nosotros un peso igual al de una columna de aire desde nosotros hasta el fin de la atmósfera del aire.

EUG. — Ahora veo para qué sirven las doctrinas que entonces me dísteis.

TEOD. — Dejada ya á un lado esta preocupacion en que estábais, respondo á la pregunta que me hicisteis: ¿á cuánto ascenderia el peso de aire que carga sobre nosotros? No puede darse regla cierta, porque conforme fuere la estension del cuerpo que cada uno tiene, así es mas ancha ó mas estrecha la columna de aire que carga sobre él; pero os daré una idea cierta por donde se puede venir á conjeturar poco mas ó menos el peso de aire que cada uno trae sobre sí: la columna de aire que tenga de base un pie de Rey en cuadro pesa 2204 libras. Pie de Rey es una cierta medida que tiene 12 pulgadas ó palmo y medio de los nuestros; y por esta cuenta, ocupando la estatura ordinaria de un hombre tres pies de Rey, viene á importar el peso de aire que le oprime mas de 6000 libras.

EUG. — Eso, Teodosio, no puede ser: os equivocais en la cuenta.

TEOD. — No me equivoco: mirad, una columna de aire que tenga un pie en cuadro pesa tanto como una columna de agua de ese ancho que tenga 52 pies de altura, como os mostraré hoy ó mañana si hoy no hubiese tiempo: cada pie cúbico de agua pesa 72 libras¹; multiplicando 72 libras por 52 pies, sale el producto de 2504, que es el peso de

¹ Regnault, *Entret. físic.*, tomo 1, p. 385.

una columna de aire que tenga por base un pie cuadrado. Si la estension de un hombre ocupase tres pies cuadrados, multiplicando aquel peso por tres, sale el producto de 6912, que tanto importará el peso de 3 columnas de aire, si cada una tiene por base un pie cuadrado, lo que reducido á arrobas suma mas de 200: ¿qué me decís, Eugenio?

EUG. — Parece increíble que no nos haga reventar tanto peso.

TEOD. — Mas peso tiene ciertamente sobre sí á proporcion un pez en el fondo de la alta mar, y con todo no revienta: ¿qué importa que tengamos sobre nosotros mas de 6000 libras, si dentro de nosotros tenemos aire capaz de sostener todo ese peso? ¿Si tuviéseis sobre vuestra mano mas de 1000 arrobas, y yo por entre los dedos os pusiese unos espeques capaces de sostener todo ese peso, sentiriais molestia alguna en la mano?

EUG. — Ciertamente que no.

TEOD. — Pues lo mismo nos sucede á nosotros con el peso del aire: el aire que está dentro de nuestros poros y dentro de nosotros, es capaz de sostener todas esas 6000 libras de aire que cargan encima.

SILV. — ¿Con que quereis sostener 6000 libras de peso con unos puntales de aire? ¡Célebre máquina á la verdad!

TEOD. — Ya que ambos estais incrédulos, vamos á las esperiencias, y despues hablaremos. Aquí tenéis esta caja de palo A (Fig. 36) con su tapa B, la cual tiene tres argollitas en los lados, que encajan en estos tres hierros que estan clavados en la caja en

orden á que cuando se levantara la caja no suceda el caerse hácia el lado.

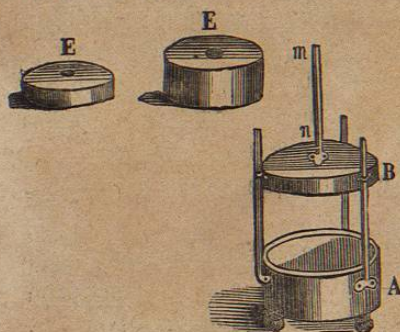


Fig. 56.

de la caja hácia los costados. Reparad ahora, Silvio: aquí meto dentro de la caja esta vejiga que no tiene ni la mitad del aire que le podía caber: bien veis que ella no llena toda la caja; ahora la cubro con su tapa, y le pongo encima estos pesos, que pesan 40 libras. Todo esto va adentro de la máquina, y lo cubro con el recipiente para estraerle todo el aire que oprime la vejiga por la parte de afuera.

SILV. — En tanto que la máquina va trabajando, decidnos, ¿qué ha de suceder?

TEOD. — Vereis que la vejiga así que le falte el aire que estaba fuera de ella, se dilata tanto que llena la caja A, y va levantando la tapa B con los pesos EE que estaban encima: no me creais á mí, creed á vuestros ojos (Fig. 57). ¿Veis ya la tapa separada de la caja? Esperad un poco, y vereis que aun se levanta mas.

EUG. — No hay duda, ya está totalmente sepa-

EUG. — ¿Y para qué es este hierro *mn* que está clavado en el medio de la tapa de la caja?

TEOD. — Es para enfilar por él estos pesos de plomo EE, para que no puedan caer de la tapa

rada de la caja: yo veo allá dentro la vejiga *ooo* bien llena. ¿No la veis, Silvio?

SILV. — Bien la veo: ¿mas á qué viene esto al caso?

TEOD. — Si lo habeis visto, sentémonos á discurrir. Decidme: ¿quién impide y sostiene aquella tapa cargada con 40 libras de plomo? ¿Quién, digo, impide que no baje hácia abajo á unirse con la caja como estaba antes? Supongo que muy bien veis que el aire interior de la vejiga es quien sostiene todo aquel peso.

SILV. — Es así, no se puede negar.

TEOD. — ¿Pues cómo así, mi doctor? ¡Con puntales de aire quereis sostener 40 libras! Advertid ahora: estas 40 libras no pueden comprimir el aire que está en la vejiga, de suerte que se acomode en la caja cerrada; luego para comprimirle de suerte que la vejiga se acomode dentro de la caja cerrada, como estaba antes de la esperiencia, es preciso un peso mayor que el de las 40 libras. ¿No es así?

SILV. — Así ha de ser necesariamente.

TEOD. — Bien: luego si este aire libre que decís que no pesa; si este aire, digo, por sí solo comprimiéndose de tal suerte la vejiga que quepa en la caja cerrada, habeis de conceder que pesa mas de 40 libras; porque hace lo que ellas no pueden hacer.

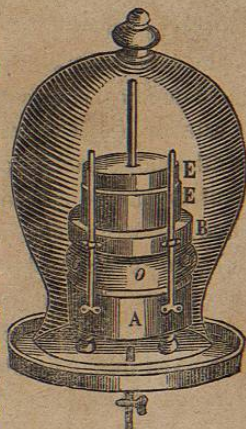


Fig. 57.

SILV. — Si señor.

TEOD. — Ahora dejadme introducir el aire en la máquina, y sacar la vejiga fuera... Aquí la teneis en su estado natural... ¿Veis que cabe francamente dentro de la caja? Decidme ahora; ¿quién comprime este aire de la vejiga? ¿Quién hace que no esté tan dilatado, como ha poco tiempo estaba, cuando levantaba la tapa cargada con los pesos?

EUG. — Será el aire exterior que ahora tiene sobre sí, de cuya opresion estaba libre cuando extrajisteis el aire de la máquina.

TEOD. — ¿Estais por esa respuesta, Silvio? Si estais, ved que dais al aire, que carga sobre esta vejiga mas de 40 libras de peso; porque el peso del aire que carga sobre la vejiga la comprime mas de lo que la comprimian las 40 libras de plomo: luego la columna de aire que carga sobre esta vejiga pesa mas de 40 libras: ved ahora cuánto mas pesará la columna de aire que carga sobre cualquiera de nosotros; porque, como ya os dije, cuanto mayor es la superficie de cualquier cuerpo, tanto mas ancha es la columna de aire que carga sobre él; y cuanto mas ancha es tanto mas pesa.

SILV. — Aun así siempre va grande esceso de 40 libras á 6000 y tantas, que deciais que cargaban sobre cada uno de nosotros.

TEOD. — Tambien es grande el esceso que cualquiera de nosotros lleva á esta vejiga, que apenas cubre la palma de la mano.

EUG. — Ahora ya no teneis, Silvio, que replicar, pues está el punto evidentemente probado.

TEOD. — Concluyendo pues el discurso: así co-

mo el aire que está dentro de la vejiga resiste al peso de las 40 libras de plomo, y resistirá 80 y 100, si la vejiga fuere mayor: así el aire que está en nuestros poros resiste al peso de todo el aire exterior que nos comprime; de suerte que este aire que está dentro de la vejiga está comprimido; y ya os mostré que era elástico: todo cuerpo elástico que está comprimido hace fuerza para dilatarse: he aquí el modo con que resiste al peso del plomo: los pesos cargaban en la vejiga hácia abajo, el aire interior á causa de su elasticidad hacia fuerza para que la vejiga se dilatase y levantase hácia arriba; y como esta fuerza de la elasticidad era mayor que la que hacian los pesos de plomo, por eso el aire los levantaba. Pero luego que puse la vejiga fuera, como cargaba sobre ella el aire exterior, y su peso es mayor que las 40 libras, por eso vence á la resistencia que hace el aire interior, y así le comprime mas y le reduce á menor espacio; y si le reduce á menor espacio, claro está que ha de quedar la vejiga mas baja ó vacía. ¿No os parece esto verdad, Silvio?

SILV. — Quiero pensar en esto mas despacio, pues estas cosas no se me conforman bien con la razon: si vos, Eugenio, por vuestra parte, os dais por convencido, id, Teodosio, continuando con el discurso.

EUG. — Yo me doy por convencido; solo me ocurre una duda, y es esta: si el peso del aire exterior vence la resistencia del aire que está dentro de la vejiga ¿por qué no la comprime mas? Este aire que aquí está aun se puede reducir á espacio mucho me-

nor, conforme á lo que dijisteis cuando esplicasteis la comprimibilidad del aire.

TEOD. — Es verdad que este aire que está en la vejiga se puede comprimir mas; pero para eso se requiere mayor fuerza que la que tiene aquí el peso del aire. Habeis de saber, Eugenio, que cualquier cuerpo elástico cuanto mas se comprime mas fuerza hace para restitirse, como poco ha visteis en aquella espada: así tambien el aire cuanto mas comprimido está mayor es la fuerza de su elasticidad: de aquí procede que cuando el aire exterior comprimió esta vejiga la fue comprimiendo poco á poco: al principio era mayor el peso del aire que la fuerza de la elasticidad, por eso el aire exterior iba venciendo y comprimiendo; pero como al mismo paso que crecia la compresion crecia tambien la fuerza de la elasticidad, creció tanto esta que vino su fuerza á igualarse con el peso del aire exterior, y así quedaron estas dos fuerzas en equilibrio, ni el peso del aire vence la elasticidad comprimiendo mas la vejiga, ni la fuerza de la elasticidad puede vencer el peso del aire dilatando la vejiga; y por eso queda en este estado quieta sin dilatarse ni comprimirse. Poned esta vejiga así atada donde sea menor el peso del aire, vereis que entonces la elasticidad del aire interior vence el peso del exterior, y que la vejiga se dilata: por el contrario, poned esta vejiga donde el peso del aire sea mayor que aquí, vereis como entonces el peso del aire exterior vence la elasticidad del aire interior, y queda la vejiga mas comprimida.

SILV. — ¿ Y cómo se puede ver eso?

TEOD. — De este modo: llevad esta vejiga á un monte muy alto, y quedará mas llena y estendida: llevadla á un profundo valle ó pozo, y quedará mucho mas vacía de lo que está.

EUG. — Esa es la esperiencia del odre, que ya alegásteis. Pero de lo que habeis dicho infero que el aire que tenemos junto á nosotros está mas comprimido que el que está allá encima de esos montes muy altos.

TEOD. — E inferis bien. El aire, Eugenio, carga el uno sobre el otro; aquel que queda mas abajo tiene sobre sí mayor peso, y necesariamente ha de estar mas comprimido. Esta es la razon por qué en los montes muy altos, como el Olimpo etc., dicen que no se puede vivir mucho tiempo, por cuanto el aire que allí hay, como tiene sobre sí menos peso está menos comprimido, y así no sirve para la respiracion; porque como os explicaré á su tiempo, la compresion y la elasticidad del aire son precisas para la circulacion de la sangre y otras utilidades de la respiracion. De aquí procede que si en la máquina pneumática metiésemos un gato ó una paloma, ú otro animal semejante, luego que comenzásemos á estraer el aire, de suerte que quedara mas rarefacto el otro que queda dentro, acometerian al animal tales ansias y convulsiones que moriria brevemente: si quereis ver esto al instante se hará la esperiencia.

EUG. — Siendo la esperiencia en gato nada se me da, porque es animal que aborrezco.

TEOD. — Pues vamos á ello: dejadme preparar este recipiente mayor mientras me traen al infeliz.

SILV. — Sin culpa se ve condenado á muerte por causa de las filosofías modernas : ¿ y qué culpa tiene el pobre de las dudas de Eugenio ?..... Allá traen al miserable.

TEOD. — Reparad en la brevedad...., ya entra en convulsiones. (Fig. 58).



Fig. 58.

EUG. — Ya veo que muere : perdonémosle , Teodosio , no diga Silvio que aprendemos á ser crueles hasta con los animales inocentes : abrid la llave , y dejad entrar el aire dentro de la máquina.

TEOD. — Ya está libre del peligro : sentémonos y continuemos el discurso.

EUG. — Ya veo que el aire por muy rarefacto daña , y que tam-

bien será nocivo por estar muy comprimido.

TEOD. — Esta tambien es la razon por qué los que van al fondo del mar dentro de las *campanas urinatorias* , cuando vienen hácia fuera traen los ojos macilentos , y otras señales de no haberse hallado allá muy bien.

EUG. — Yo no sé qué cosa es eso de *campana urinatoria*.

TEOD. — Ya os he dicho lo que acaeció en Burdeos cuando bajaron al fondo del rio Garona : pues

aquello es una *campana urinatoria*. Para mejor inteligencia os mostraré una (Fig. 59); aquí la tenéis : es como un gran recipiente de vidrio ó de otra cualquier materia : alrededor ha de tener una cinta como esta *eee* cargada de pesos de plomo : métese en el agua así derecha con la boca hácia abajo , y el hombre que quiere ir al fondo del mar va dentro en un palo atravesado como pájaro en jaula : de este modo baja hasta el fondo del mar sin que le toque gota de agua.

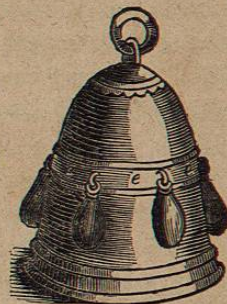


Fig. 59.

Porque el agua como sabeis no puede entrar hácia dentro de la *campana* sin echar el aire fuera de ella : el aire no tiene por donde salir , porque la misma agua le tapa la boca : hagamos la esperiencia : mandaré traer un vaso con agua , y vereis que metiendo dentro de él la *campana* derecha no le entra agua dentro.

EUG. — No es necesario : ahora advierto que eso sucede con cualquier vaso de vidrio , que metiéndole derecho con la boca hácia abajo dentro del agua no se llena : vamos á lo que deciais.

TEOD. — El aire que queda dentro de la *campana urinatoria* resiste á causa de su elasticidad á que entre el agua ; pero no puede resistir tanto que el agua no entre hasta la altura de un dedo ó mas , segun fuese la altura del rio ó del agua que hay desde la *campana* arriba , porque esta agua que está en

el horde de la *campana* quiere entrar hácia dentro por causa del peso de la otra que tiene sobre sí: este peso es mayor (como ya os dije en la Tarde de los líquidos); cuanto mayor es la altura del agua que hay desde la *campana* arriba: ademas de eso sobre la superficie del rio carga el peso del aire que le corresponde: de este modo ya la fuerza que hace el agua para entrar es muy grande, porque es la fuerza de todo el peso del aire y del peso del agua que hay de la *campana* arriba: así esta fuerza vence la elasticidad del aire que está dentro de la *campana*, y le comprime algun tanto mas: por eso el hombre que está dentro padece bastante incomodidad, y no puede sufrir allí mucho tiempo; pero se detiene el que basta para buscar en el fondo del mar lo que se intenta sacar, que esta es su utilidad. En la que se construyó en Burdeos no habia los inconvenientes que podeis notar en estas campanas, que son de añeja construccion. Entre unas y otras hay grande diferencia.

EUG. — Por cierto que es grande; mas no dejemos la materia de que hablábamos.

TEOD. — Todo este aire, Eugenio, pesa, y por eso el que está mas abajo está mas condensado; pero de ahí se infiere que es mas pesado, conforme á lo que queda dicho del mayor ó menor peso de los cuerpos; esta es la razon de la dificultad que hay en medir la altura que tiene la region del aire, porque si todo fuese igualmente pesado, sabiéndose cuánto pesa un pie cúbico de aire, y por otra parte cuánto pesa una columna entera que tenga el ancho de un pie en cuadro, se venia fácilmente á conocer

cuántos pies tenia de altura esa columna; pero la verdad es que el aire cuanto mas arriba mas raro está, y menos pesa á proporcion, como tambien en los pozos y concavidades de la tierra está mas denso y mas pesado: en esto se funda el discurso de M. Amon-ton⁴ acerca del aire subterráneo: opina que el aire que estuviese 48 leguas por la tierra abajo estará en esa distancia tan denso como el azogue.

EUG. — Parece mucho, Teodosio.

TEOD. — Yo no defiendo por ahora este pensamiento; pero como el aire es sumamente comprimible por causa de los innumerables poros que tiene, y de la mucha flexibilidad de sus partes, creciendo el peso que le oprime ha de crecer su compression; y cuanto mas fuere hácia abajo mas comprimido ha de estar forzosamente; y así en el fin de las 48 leguas siempre ha de tener una gran compression, porque ademas del peso del aire que hay desde la faz de la tierra arriba hay toda esa columna de aire de 48 leguas, y de aire cada vez mas comprimido, por lo que á mí no me parece esto increíble. Una cosa hallo á su favor, y es, que conforme á la esperiencia que hizo M. Hales cuando redujo el aire á un espacio 1554 veces menor que el que ocupaba naturalmente, entonces estaba el aire mucho mas condensado que el agua, como observó juiciosamente Muschembroek, y mas pesado que ella, porque conforme al cómputo que seguimos, cuando el aire llegase á ocupar un espacio 900 veces menor que su estension natural, entonces estaba tan

⁴ *Memor. de l'Acad.* p. 101.

denso y tan pesado como el agua ; luego todo el exceso de compresion que tuvo de allí adelante hasta quedar en un espacio 1554 veces menor, hizo que quedase el aire mas denso y mas pesado que el agua.

EUG. — No hay duda que así habia de ser forzosamente, porque tenia mas materia que el agua.

SILV. — ¡ Es posible, Eugenio, que aun creais en las doctrinas de Teodosio, y en lo que dicen sus libros!

EUG. — A mí para que me convenzan bastan las esperiencias que ví con mis ojos. Si á vos no os hacen fuerza, ¿ por qué no las impugnais? Mas si os parece que prueban el peso del aire, ¿ por qué razon dudais en una cosa tan clara?

SILV. — Yo no vengo aquí con ánimo de sostener tesis, continuad Teodosio, y aprovecharemos mejor el tiempo.

§ V.

Explicanse los efectos de algunas máquinas debidos á la presion atmosférica. Del barómetro.

TEOD. — Espliquemos por el peso y elasticidad del aire ó mejor por la presion atmosférica los efectos de algunas máquinas, sea el primer efecto la subida del agua dentro de las bombas y jeringas.

EUG. — ¿ Pues qué cuando yo con una jeringa atraigo el agua que está en un vaso, procede esto del peso del aire? Jamas se me pasó tal por la imaginacion. ¿ Qué decís, Silvio?

SILV. — En cuanto á ese efecto es escusado el peso del aire. Acá en nuestra Filosofia damos causa muy bastante, que es el horror del vacío : ello es cierto que el agua es pesada, y que siendo pesada no puede subir hácia arriba naturalmente ; pero es ley de la naturaleza que no haya *vacuo* en este mundo, esto es, lugar totalmente vacío, ni naturalmente le puede haber ; porque seria una como herida que se hacia en la naturaleza : esto pues como es una causa comun todos los cuerpos ceden, permitidme decir así, de su peso para acudir á la integridad del universo, esto es, para impedir que no haya *vacuo*. Cuando yo meto la punta ó cañoncito de una jeringa dentro del agua y tiro del émbolo, una de dos, ó el agua ha de subir á ocupar el espacio que deja el émbolo, ó ese espacio ha de quedar vacío : quedar vacío era un grande inconveniente á que toda la naturaleza tiene horror : para que no suceda eso sube el agua hácia arriba á llenar el vacío de la jeringa ; y si sacais la jeringa del vaso, no caerá el agua fuera por la misma razon ; porque si cayese quedaria vacía esa cavidad de la jeringa ; por esta razon el agua desprecia su peso, y se está quieta sin caer abajo, teniendo camino abierto para caer si quisiese.

EUG. — ¡ Gracias á Dios, que ya me explicásteis un efecto natural en vuestro sistema, de suerte que me satisficiese ! Si todo lo demas fuese así no tendria duda en ser de los vuestros. ¿ A vos, Teodosio, no os parece que esto está puesto en razon?

TEOD. — Paréceme que no : yo iré diciendo los