

pletamente de la impenetrabilidad de los líquidos, especialmente cuando sus partículas no pueden ganar por un lado el espacio que tiende á hacerles perder por otro un cuerpo que se quiere introducir en él, como sucede cuando estan exactamente contenidas ó encerradas en un vaso de paredes fuertes. Para probar las piezas de artillería las ponen boca arriba y en posición vertical: hecho esto, las llenan de agua, ciérrase la boca con un émbolo y se da con una masa encima. Si la pieza de artillería es buena, el émbolo no baja por violentos que sean los golpes; si la pieza no es muy resistente estalla; todo lo cual son pruebas irrefragables de que el émbolo no puede ocupar dentro de la pieza el lugar ocupado por el agua.

EUG. — No os dilateis mas sobre el particular pues para mí ya basta.

SILV. — Pues para mí tambien.

TEOD. — Habeis hablado á propósito porque ya hacia ánimo de mudar de asunto: puesto, pues, que ya hemos tratado de las propiedades generales, aplicadas á los cuerpos líquidos, veamos como se conducen con ellos las fuerzas.

EUG. — No nos faltará interés en esta materia.

§ II.

Trátase del peso, peso específico, adhesion, cohesion, elasticidad y compresibilidad de los líquidos.

TEOD. — Ya dijimos que el estado de los líquidos

influa en los efectos de su atraccion, y por lo tanto hemos de pasar en revista las diferentes modificaciones de esta fuerza en los cuerpos que nos ocupan: sujetos como los sólidos á la gravedad, los líquidos, han de tener su peso, suma de las gravedades de cada molécula. Pero como las moléculas de los líquidos ruedan unas sobre las otras, es imposible pesarlos solos, y se hace forzoso hacerlo, metiéndolos dentro de vasos, cuyo peso particular se conoce, y de esta suerte se sabe lo que pesa un líquido.

EUG. — Con todo, si no me engaño, el agua sirve de punto de partida para todos los demas pesos.

TEOD. — En efecto es así: mas cuidado, Eugenio, de no confundir nunca el peso de un líquido con lo que se llama su *presion*, porque es cosa muy diferente. Cuando tratemos, que será luego, de las leyes de la mecánica aplicadas á los líquidos, veremos que en razon de la movilidad de sus moléculas, esta clase de cuerpos es susceptible de ejercer á la vez las mismas presiones en muchos sentidos, de suerte que la suma de las presiones puede exceder considerablemente el peso real de un líquido dado.

EUG. — Se me figura, Teodosio, que los medios para averiguar el peso específico de los líquidos, no pueden ser los mismos que los propuestos para determinar el de los sólidos.

TEOD. — Claro está que no, y tenemos un medio mucho mas sencillo y muy general para determinar dicho peso. Consiste este en tomar un vaso cuyo peso se sabe, se llena de agua, se pesa, y se conoce

el peso del volumen de agua que este vaso puede contener; se llena en seguida de cualquier otro líquido que presentará otro peso mayor, ó menor y será su peso específico.

EUG. — Muy sencilla es en efecto la operacion.

TEOD. — Con todo, exige ciertos cuidados para llevarla á un punto de verdadera exactitud. Es menester llenar el vaso siempre del mismo modo, para cuyo efecto debe ser su cuello estrecho comparativamente á su capacidad y el nivel debe señalarse con una linea. En segundo lugar, como la capacidad del vaso y el volumen del líquido pueden variar segun fuere la temperatura, se ha de tener sumo cuidado en que sean iguales. Tambien es preciso valerse de balanzas muy delicadas; comunmente reemplaza este método que es susceptible de mucha perfeccion el uso del *areometro ó pesa-licor* que describiremos en otro lugar.

EUG. — ¿Sabeis, Teodosio, los pesos específicos de algunos líquidos?

TEOD. — Si quereis os trazaré algunos : andad anotando.

Agua pura.....	1,000
Agua de mar.....	1,026
Mercurio ó azogue.....	13,586
Aceite de vitriolo.....	1,850
Agua fuerte.....	1,534
Aceite de olivas.....	0,915
Aceite de lino.....	0,945
Aceite de trementina.....	0,857
Aceite rectificado.....	0,829
Eter sulfúrico.....	0,715

EUG. — Bueno ; ya los tengo notados en mi car-

tera para lo que me ocurra. Esto es muy gustoso.

SILV. — Hetelo entusiasmado porque sabe que el aceite es menos pesado que el agua.

EUG. — Esto ya lo sabia antes, pero no sabia la proporcion ni por que.

TEOD. — Cuando hablamos de la adhesion de los sólidos entre sí y los líquidos, ya vimos lo que aquí podriamos decir, por lo tanto lo pasaremos por alto. Lo que no dejaré de haceros notar es que la fuerza con que los líquidos adhieren á diferentes sólidos no es siempre en todos la misma. Cuando es considerable se dice que el líquido *moja*, en cuyo caso le cubre de una capa de líquido que se ha desprendido de la masa por ser mayor su fuerza de adhesion con el sólido mojado que la de su cohesion con las demas moléculas de su naturaleza. El agua moja el marmol, la madera, el papel, el vidrio, la ropa, etc. Y es tan fuerte, á veces, esta adherencia que, cuando el aire es muy húmedo, lo que quiere decir que contiene mucha agua en estado de vapor, hay ciertos cuerpos, como algunas piedras de las bodegas, que atraen esta agua-vapor, la condensan, y se presentan mojadas. Lo mismo hacen los sombreros, los cabellos, etc. Otros cuerpos hay que no tienen semejante propiedad, la lana por ejemplo, por eso es bueno vestirse de lana en paises frios y húmedos. Los cuerpos crasos hacen lo propio, pues dejan caer agua sin retenerla, y lo mas que hace este líquido es quedarse en forma de gotitas aquí y allá, como lo hace el azogue cuando se aplica sobre el vidrio, así como se estiende cuando se aplica á una chapa de oro.

EUG. — Yo he observado que cuando hace tiempo que no me he bañado, al salir del baño, solo estoy mojado en algunos puntos, á modo de gotitas separadas las unas de las otras.

TEOD. — Esto es porque toda la piel del hombre está cubierta de una especie de grasa ó unto, que impide la adherencia del agua. Frotaos mucho, ó con jabon, y vereis como se pega y os moja enteramente. Si de la adhesion pasamos á la cohesion de los líquidos veremos que es tambien muy variable en ellos, segun sus diferencias; cuando el calórico los dilata, disminuye rápidamente, y llega cierto término para cada uno, en que, hallándose del todo destruida su cohesion, el líquido se convierte en fluido elástico. Ya os dije en otra tarde que, haciendo tocar un plato de una balanza equilibrada con cierto peso con la superficie del agua, se recentaba mayor peso para levantar el plato y que este salia mojado, esto es, se llevaba una capa de agua, pues así puede medirse la fuerza de cohesion de los líquidos. Aunque hemos dicho que los líquidos son esencialmente móviles, hemos dicho tambien que no todos se prestan igualmente al movimiento, y que lo que los hacia tales era la *viscosidad*. Los líquidos crasos la presentan en sumo grado y este influye mucho en su coladura. No os diré en que consiste ó de que depende la viscosidad, porque hasta ahora nadie la ha explicado por la densidad, puesto que el aceite es mucho menos denso que el azogue.

EUG. — ¿ Los líquidos serán tambien elásticos?

SILV. — No lo creo, puesto que no son comprensibles.

EUG. — Con todo allá van dos ejemplos que os lo probarán; yo lanzo una piedra plana á flor de agua horizontalmente, y la piedra anda tocando el agua y saltando. Miraos una cascada ó el agua que cae de una canal como salta cual lo haria una pelota.

SILV. — ¿ Que mucho que esto suceda, puesto que la piedra y el suelo son elásticos, á la elasticidad de estos se deben los fenómenos que me citais, no á la del agua.

TEOD. — No andeis alegando hechos susceptibles de ataque, porque de esta suerte nunca se acaban las disputas. Que me diga Silvio si cree que un cuerpo capaz de transmitir los sonidos es elástico.

SILV. — No puedo negarlo.

TEOD. — El agua y cualquier otro líquido los transmite rápidamente y sin ninguna alteracion, por lo cual se ve que poseen la condicion esencial de la elasticidad, y así ha de ser puesto que sus partículas se hallan en un estado de equilibrio estable entre dos fuerzas opuestas. Pero notad que como las moléculas de los líquidos son susceptibles de rodar las unas sobre las otras sin que por esto se muden sus distancias recíprocas, es mucho mas difícil poner en juego su elasticidad: y en efecto es necesario, para que se consiga esto, que se hiera ó agite la masa líquida con grande velocidad como por ejemplo con las vibraciones de los cuerpos sonoros.

SILV. — Pero al menos no os empeñareis en que

sean los líquidos compresibles. ¿Y si os empeñais ahí está el experimento de los Académicos de Florencia que vos mismo ya citasteis, si no me engaño, para probar la porosidad de los sólidos, sin hablaros de la comun opinion de los físicos?

TEOD.— En vuestro tiempo, Silvio, era á la verdad comun esta opinion, y se creia en especial que el agua era absolutamente incompresible. Mas si no fuese tanta vuestra aficion á lo que aprendisteis cuando joven y hubieseis andado siguiendo, como yo, el movimiento de la ciencia, sabriais que en la actualidad la comun opinion es contraria á la que teneis. En 1756, y notad que ya hace tiempo, el físico ingles John Canton, probó con esperimentos directos que el agua era compresible, lo mismo que los demás líquidos, y hasta llegó á determinar la proporcion de esta compresibilidad en líquidos diferentes, diciendo que el agua de lluvia perdía bajo la presión de la atmósfera (ya os diré Eugenio lo que es la atmósfera y cuanto pesa) 46 millonésimas partes de su volumen; el agua de mar 40 millonésimas, el aceite de olivas 48, el espíritu de vino 66; finalmente el mercurio 5 millonésimas partes; lo cual parece ser, á poca diferencia, en razon inversa de la densidad de los líquidos.

SILV.— Ya sé que hubo este inglés y que hizo sus ensayos; pero tambien me consta que se hizo poco caso de sus esperimentos y que se miró sus resultados como sujetos á grandes inexactitudes.

TEOD.— Pero lo que no sabeis sin duda, pues que tal cosa atacais, es que, en estos últimos tiempos Ærstedt y Perkins han demostrado la compre-

sibilidad del agua, de manera que no parece dejar ninguna duda, coincidiendo el resultado de sus esperimentos con los de Canton.

SILV.— ¿Y puede saberse qué han hecho estos físicos para demostrar esta compresibilidad?

TEOD.— Yo os lo diré, Ærstedt metió agua en un vaso de cristal cilíndrico que tiene en su estremidad superior una birola de cobre, en cuyo fondo se hallan adaptados un cañoncillo de bomba y su macho, ó émbolo del mismo metal; el émbolo que descansa inmediatamente en el agua puede bajarse, por medio de un fuerte tornillo de presión. Para juzgar de la compresión que puede sufrir el agua con este mecanismo, este físico sumerge en el interior del aparato un cilindro de vidrio lleno de agua, que tiene encima un tubo suelto, igualmente lleno de este líquido con una gota de azogue, que se queda estacionaria, esto es, que no se mueve á causa de la estrechez del tubo. Mídese exactamente su capacidad total, y se coloca al lado del tubo suelto una escala, cuyos grados indican millonésimos de este volumen total. Tambien se coloca en el interior del aparato un pequeño tubo puesto al revés, lleno de aire y provisto de una escala. Este pequeño aparato sirve para determinar cual es la presión actualmente ejercida sobre el agua. Ya veis que segun estas disposiciones el agua contenida en estos tubos debe hallarse igualmente comprimida al interior que al exterior por el agua contenida en el vaso grande, de suerte que si sucede, como se observa en efecto, que la gota de mercurio baje en el tubito á medida que se comprime el agua, esto no puede

verificarse sino por medio de una disminucion real del volumen del agua interior. Con la ayuda de este aparato puede producirse fácilmente presiones equivalentes á 7, 8 y hasta 9 atmósferas, y se halla que en cada presion igual á una atmósfera disminuye el volumen del agua hasta 45 millonésimos. Al principio se ha hecho uso de agua privada de aire; mas luego se ha reconocido que lo contiene este gaz, por esto no es mas ni menos compresible.

SILV. — ¿Y quien os dice que con estas presiones las paredes del vaso de vidrio que contiene el agua, cuya disminucion de volumen se observa, hallándose apretadas de dentro á fuera, no puedan adelgazarse y engrandecer la capacidad del vaso; simulando con esto que el volumen del líquido disminuye con la presion.

TEOD. — Esta es la única objecion que podiais hacerme, pero no os ha de valer. Veamos lo que ha hecho Perkins, el cual, empleando medios mas poderosos, ha conseguido comprimir el agua mas de una vigésima parte de su volumen. Este físico se sirve de un grueso cilindro de bronce, en cuyo interior hay una cavidad: comunica con ella una abertura que tapa un tornillo de acero; á cuyo traves está ahuecado un canal pequeño, donde juega un embolito del mismo metal, cuyos bordes estan adelgazados de manera que se apliquen exactamente sobre el cañon de bomba por el mismo efecto de la presion. Una palanca muy poderosa pone en movimiento el émbolo, y hay en la máquina una válvula

de seguridad que no se abre, sino cuando la presion interior sube á 420 atmósferas.

SILV. — ¿Y cómo aprecia la presion ejercida sobre el agua?

TEOD. — Introduce en la cavidad llena de agua del cilindro un tubo de vidrio calibrado y graduado; llena de agua este tubo, hasta cierto grado; coloca al nivel de esta agua y dentro del tubo un círculo pequeño elástico y movil, y encima un disco de cristal: vuélvese el tubo en un vaso pequeño tambien lleno de agua. Cuando se verifica la compresion, el disco de cristal se acerca al fondo del tubo, haciendo marchar delante de él el pequeño círculo elástico. Cuando cesa, el agua recobra su volumen primitivo, y el disco de cristal su primitivo puesto; mas el pequeño círculo elástico se queda en el lugar donde ha sido impelido, y su posicion señala la compresion que el agua ha sufrido. Otro de los físicos modernos Clement presenció uno de estos esperimentos, y vió que el agua habia disminuido una 0,06 parte de su volumen.

SILV. — Yo quisiera ser testigo tambien para no quedarme ninguna duda; mas en fin os lo concedo por ahora, y si Eugenio se contenta con lo dicho, vamos adelante.

EUG. — A mí me parece harto probada la compresibilidad de los líquidos, bien que veo que se han de practicar muchas cosas para que sea sensible.

TEOD. — Por esto aunque realmente compresible seguiremos mirándola como incompresible, sobre todo siempre que no existan las fuerzas enérgicas á

que se debe su reduccion de volumen. Ahora podria decirnos algo de la dilatibilidad de los líquidos, mas como está tan ligada con la accion del calórico no quiero entrar en ningun detalle antes de haberos explicado detenidamente este cuerpo y su influencia. Pasemos pues á asuntos mas divertidos y hablemos de las leyes de la mecánica aplicadas al equilibrio y movimiento de los líquidos.

EUG. — Voy á escucharos con particular atencion.

§ III.

Pónense algunas proposiciones sobre el peso de los líquidos y se demuestra que sus partes pesan independientemente las unas de las otras.

TEOD. — Os he dicho que los líquidos eran pesados, que su peso no era lo mismo que su presion: esto necesita desarrollos, y ahora voy á hacerlos ocupándome en estos dos puntos interesantes. Empezaré por establecer algunas proposiciones evidentes sobre las cuales se ha de fundar el discurso acerca de esta materia. Las iré diciendo cada una de por sí, para que si dudáreis en alguna, os pueda dar su esplicacion y sacaros luego de toda duda.

EUG. — Me parece método acertado.

TEOD. — *Iª Proposicion. Todas y cada partícula de materia es pesada asi en los cuerpos sólidos como en los líquidos.*

SILV. — Hasta ahí no puede haber duda.

TEOD. — *IIª Proposicion. Cuando una partícula*

de materia está pegada y ligada con otras, no puede bajar sin traerlas consigo, y asi pesan todas juntas como una cosa sola.

IIIª Por el contrario cuando las partículas de materia estan sueltas y desatadas puede cada una de ellas bajar sin traer consigo las otras. De aquí nace la.

IVª Y es: Que entonces pesa cada partícula de materia por sí sola é independientemente de las demas; y las unas no aumentan el peso de las otras.

Vª Escepto cuando unas partículas estan á plomo sobre otras, porque entonces, aunque esten desatadas, nunca pueden bajar sin traer consigo las que tienen debajo de sí.

VIª En este caso unas aumentan el peso de las otras (quiero decir), las que estan encima aumentan la fuerza con que las inferiores cargan hácia abajo; y por consiguiente.

VIIª Cuanto mayor fuere el número de las partículas que estan á plomo unas sobre otras, tanto mayor ha de ser el peso que se ha de experimentar debajo de la última. Espliquemos y probemos esto con la esperiencia. Poned una libra de plomo sobre otra, es cierto que la aumenta el peso, y tanto que si quisierais levantar la de abajo no lo podeis hacer sin tener fuerza proporcionada á dos libras: poned ahora una libra al lado de la otra, pero unida y atada con ella; tambien en este caso la aumenta el peso, y no se podrá levantar la primera sino con fuerza que pueda con las dos. Por el contrario, si pusiéreis esta libra inmediata al lado de la otra, pero totalmente desatada y de ningun modo unida, no la aumenta