

hombre que forcejea para derribar una puerta lo hace con mas facilidad si otro le ayuda por detras, de este mismo modo unas particulas por causa de su peso van impeliendo las que tienen debajo y estas á las otras, de suerte que el fondo del vaso experimenta la fuerza de todas las partículas que tiene encima de sí : esta es la razon por que las partículas que estan á plomo sobre otras les aumentan el peso y las que estan á los costados no; porque, como dije, las que estan á los costados pueden bajar sin traer consigo las del medio; y es cierto que un cuerpo solo aumenta el peso de otro cuando no puede bajar sin traerlo consigo, como se ve en los pesos sólidos ó libras de plomo de que ya hablé.

EUG. — Bien me acuerdo.

TEOD. — Pues si un peso puesto al lado de otro no estando ligado á él no le aumenta el peso, y se le aumenta si está sobre él á plomo, ¿cómo os admirais de que yo dijese esto mismo de las particulas de agua? Las que estan á plomo sobre otras les aumentan el peso; pero estando á los costados no.

EUG. — Ya estoy persuadido, pasad adelante con vuestro discurso.

#### § IV.

Demuéstrase la presion de los líquidos hácia abajo, hácia los lados, y hácia arriba.

TEOD. — Vamos ahora preparando el camino por donde hemos de llegar á descubrir algunas propie-

dades admirables de los cuerpos fluidos. Ya dije que todas las partículas de los fluidos eran pesadas; de aquí se sigue que han de cargar y oprimir á las que estan debajo, y que cuanto mayor fuere el número de partículas que estan sobre una determinada porcion de agua, tanto mas la han de oprimir ó pesar sobre ella.

EUG. — Eso me parece cierto; ¿qué decís vos, Silvio?

SILV. — Es principio asentado en nuestras escuelas, *que un agente no puede obrar en otro su semejante*, esto es, que un fuego no puede calentar otro fuego, una nieve no puede enfriar otra nieve, etc.; luego tambien unas partículas de agua no pueden cargar ni oprimir á otras semejantes á sí mismas. Todas ellas cargan sobre el fondo; pero cargar unas sobre otras no puede ser.

TEOD. — Ahora veremos si puede ser: vamos á una esperiencia: atemos un peso á una garrafa de vidrio bien tapada con su corcho y lacrada alrededor para mayor seguridad, y echémosla en el medio del mar, de suerte que quede doscientas ó doscientas y veinte y cinco brazas debajo del agua; cuando la saquemos á fuera saldrá con una buena porcion de agua salada dentro<sup>1</sup>, y hecha la esperiencia en la altura de dos ó tres brazas, saldrá la garrafa tan vacía como entró.

SILV. — Es notable esperiencia; ¿pero á qué viene eso á nuestro intento?

TEOD. — Voy á decirlo: el agua del mar cuanto

<sup>1</sup> P. Regnault, Entretien. Physiq., tomo 1, página 525.

mas agua tiene encima de sí tanto mas oprimida se halla; por eso en la altura de doscientas brazas se ve obligada á entrar por los poros del vidrio ó del corcho, aunque tenga que dividirse para eso en partes muy sutiles y ténues; pero cuando solamente tiene sobre sí dos ó tres brazas de agua, no está tan oprimida, y por esta razon no tiene quien la obligue á meterse dentro de la garrafa. Luego es señal de que el agua en la altura de doscientas brazas está mas oprimida que en la altura de dos ó tres; y si me concedéis que está mas oprimida, yo no sé quien la oprime sino el agua superior que carga sobre la que está debajo.

SILV. — Esto mismo que yo desfiendo lo enseña vuestro Tosca, grande protector de lo moderno<sup>1</sup>.

TEOD. — Ahí vereis que para con nosotros la autoridad no prevalece á la razon ayudada de la esperiencia, y que á nadie seguimos ciegamente. El padre Tosca dijo eso, porque le pareció que así lo probaban las esperiencias sobre que se funda; y como ellas no me parecen á mí suficientes, por eso en este punto me aparto de él; pero nunca de la veneracion que es debida á sus grandes letras y virtudes. Y para que quedeis enteramente convencido estadme atento. Si en el lado de un tonel lleno de agua abriereis algunos agujeros en diversas alturas, vereis que el agua sale con mucha mas fuerza de aquellos que caen mas abajo; lo que no puede ser sino porque allí está el agua mas oprimida, y es obligada á salir con mayor fuerza. Ahora bien, yo no veo,

<sup>1</sup> P. Tosca, Compend. Matem. tom. 4, página 275.

como ya he dicho, de qué pueda nacer esta mayor opresion sino del agua que está mas arriba; lo que se prueba, porque cuando se va disminuyendo el agua dentro del tonel, tambien se va minorando la fuerza con que salia por los agujeros. Luego este exceso de fuerza que falta ahora tenia su principio en el agua que estaba en la parte superior del tonel que está ahora vacía, por quanto esta agua cargaba en la otra que tenia debajo, y esta con su peso y con el de la de encima oprimia mas á la que estaba junto al agujero, la cual viéndose muy oprimida salia por el agujero con tanta velocidad, cuanta era la fuerza con que era oprimida; pero ahora que ya está vacio la mitad del tonel, el agua que está junto al agujero no es oprimida con tanto peso, por eso sale con menos fuerza.

SILV. — Como atropellais no solo á los nuestros sino tambien á los vuestros, sea lo que quisiéreis, que no estoy en ánimo de apurar mas este punto, mayormente cuando veo que vuestro discurso no deja de tener su apariencia de verdad.

EUG. — Id prosiguiendo y encaminando lo que de-  
cís para el fin que intentais.

TEOD. — Quédeos pues impreso en la memoria, *que el agua inferior es oprimida por la superior; y tanto mas oprimida quanto mayor es la altura de agua que tiene sobre sí.*

EUG. — Estoy en eso, descansad.

TEOD. — Vamos ahora á mostrar como los líquidos cargan hácia los costados, que es otra propiedad que tienen: ya dije (propos. X.), *que todo cuerpo que es oprimido por otro huye de la opresion si pue-*

*de, y si no puede forcejea para moverse por aquella parte por donde fácilmente se libra de la opresion.*

EUG. — Bien me acuerdo del ejemplo que trajisteis para probar y esplicar esta proposicion ; y venia á ser que cuando yo hacia fuerza en aquella puerta queriendo abrirla, la oprimia, y ella hacia fuerza en los clavos para moverse y librarse de este modo de la opresion.


TEOD. — Otro ejemplo tenemos en este tablero de damas (Fig. 5.), supongamos que yo até estas dos piezas que estan arri-  

 madas al borde del tablero como veis ; si yo arrimare otra pieza en medio de las dos , y cargare con fuerza en medio de ellas, no las podré separar ; porque estas piezas aunque estan oprimidas no se pueden librar de la opresion, sino ó moviéndose hácia el borde del tablero, y eso no puede ser sin quebrarlo, ó moviéndose y apartándose hácia los costados, y esto tampoco puede ser hasta que se quiebre el cordel que las ata ; pero si yo cargare con fuerza, tambien han de forcejear ellas para librarse de la opresion ; y esto no solo hácia el borde del tablero sino tambien hácia los lados : de aqui procede que si el borde del tablero estuviere mal encolado, las piezas podrán despedirle hácia fuera ; y si el cordel que las ata fuere de poca consistencia, podrán quebrarlo y huir de este modo de

Fig. 5.

la opresion que las hace la tercera pieza con que yo cargo. ¿ Comprendéis esto ?

EUG. — ¿ Y cómo dejaré de comprender una cosa tan clara ?

TEOD. — Supongamos ahora que estan las dos piezas sueltas y libres ; inmediatamente que yo haga fuerza con la tercera pieza huirán las dos hácia los costados, dando entre sí lugar á la tercera.

EUG. — Tambien eso es evidente ; ¿ pero para qué lo traeis ?

TEOD. — Para haceros ver que las partículas de agua ú otro cualquier líquido, estando sueltas y desatadas entre sí como las piezas, todas las veces que las oprimieren por arriba han de huir ó hácia abajo, si pueden, ó si no pudieren huir hácia abajo han de huir á los costados, esto es, en el caso que hallen salida por allí ; porque si no la tuvieren por allí han de forcejear para abrir camino tanto hácia abajo como hácia los lados. Esta es la razon por que estando una cuba llena de agua sale el agua del mismo modo, bien se le haga el agujero en el fondo, ó bien en los costados, pero junto al fondo ; porque como el agua está allí oprimida por la de arriba, sale por donde encuentra camino libre, y mientras no le tiene hace fuerza para abrirle ; y por eso si tapáreis ese agujero del costado con algun tapon mal seguro, lo despedirá el agua con fuerza hácia afuera : señal evidente de que hace fuerza, no solo hácia abajo sino tambien hácia los costados ; porque no puede despedir de sí el tapon del costado, sino haciendo fuerza en él hácia el costado ; he aquí como los líquidos cargan hácia los costados.

EUG. — Y vos, Silvio. ¿qué decis á esto?

SILV. — ¿Qué tengo de decir? digo que es así, porque así lo convence el discurso de Teodosio : ni me hagais hombre tan falto de razon que haga profesion de contradecirle en todo ; solamente dudo en aquellas cosas que, ó son contra mi escuela, ó contra lo que me dicta mi razon.

TEOD. — Pues celebro que concordeis conmigo : ahora añado , *que los líquidos pesan y cargan hácia los costados con la misma fuerza que pesan y cargan hácia abajo*. La razon de esto es , porque la causa que obliga al agua á salir por los agujeros del tonel , tanto por el que está en el fondo como por el que está en el costado , es la opresion que la causa el peso de la otra agua que tiene encima : para librarse de esta opresion sale por entrambos agujeros ; y como la causa que obliga á salir el agua por el agujero que está en el fondo es la misma que la obliga á salir por el agujero que está en el costado , se sigue que ha de salir por ambas partes con igual fuerza , y mientras no sale ha de cargar y forcejear hácia abajo y hácia los costados.

SILV. — Aun así me parece que ha de ser mayor la fuerza con que el líquido carga hácia abajo, que con la que carga hácia los lados.

TEOD. — Contra ese parecer vuestro está la razon que ya dije , y la esperiencia que diré. Ya sabeis el modo con que se mide exactamente el peso que hacen los líquidos en los fondos de los vasos ; del mismo modo se mide el peso que hacen á los costados : ved este vaso de vidrio D (Fig. 2) ; tiene este cilindro *a* ajustado al costado , y por dentro del cilindro

se mueve el émbolo , cuya cadena pasa por una polea , y vuelve por medio del cañon arriba á agarrarse en la balanza. Esto supuesto , comparando estos dos vasos C y D , y examinando en uno y otro sucesivamente cuánto peso es preciso en la balanza para haber equilibrio , hallamos que todas las veces que la altura del agua es la misma en ambos cañones , es preciso en la balanza igual peso para el equilibrio , lo que no puede suceder sino haciendo el agua fuerza en el émbolo de este vaso C oprimiéndole hácia abajo , que en el émbolo de este otro vaso D impeliéndolo hácia el costado. Vamos á hacer la esperiencia. Mando que traigan el agua.

SILV. — Quiero que me convenzan los ojos.

TEOD. — La operacion es algo larga , tened paciencia.... Aquí teneis el equilibrio en ese vaso C con tres libras y media , y en el movimiento libre de la balanza conoceis que el émbolo se mueve libremente , bien que con lentitud ; pero el equilibrio es en una tal altura , que el émbolo podia subir mas arriba y bajar mas abajo. ¿ Véislo !

SILV. — Así es.

EUG. — Veamos ahora qué peso nos es preciso para el otro vaso D.

TEOD. — Serán precisas las tres libras y media : quiero usar del mismo cilindro *a* para mayor seguridad , quitándolo de este vaso C , y poniéndolo en estotro D. La razon de esta precaucion es porque á veces un émbolo suele estar mas ajustado que el otro y cuesta mas el moverlo.

EUG. — Ahí está ya el equilibrio , y con menos peso en la balanza va el émbolo abajo.

SILV. Está visto : así es.

TEOD. — Luego tenemos averiguado que es verdad , que *siendo la altura del liquido la misma , y siendo igual la abertura por donde ha de salir el liquido , saldrá con igual fuerza ó hácia abajo ó hácia el costado*. Pero aunque la esperiencia no muestre diferencia alguna en el peso de los líquidos hácia abajo y hácia los costados , sin embargo persuade la razon que ha de haber alguna ; pero es tan tenue , que de ningun modo se puede conocer en la esperiencia. La fuerza con que carga el agua en el émbolo del fondo es igual al peso de todas las partículas que estan á plomo sobre él ; pero la fuerza con que carga en el émbolo del costado es igual al peso de todas las partículas menos las últimas de abajo , porque estas con su peso solo pesan en el fondo , y de ningun modo pesan hácia el costado. Toda la fuerza con que cargan al costado les nace del peso con que las oprimen las de encima. Por el contrario , la fuerza con que estas mismas partículas cargan en el fondo les viene del peso con que las oprimen las de arriba , y ademas de eso de su propio peso ; pero como el peso de estas últimas partículas es muy tenue , no puede conocerse diferencia sensible en la balanza.

SILV. — Bien decia yo , que siempre habia de ser mayor la fuerza del agua en el fondo que en los costados.

TEOD. — Sí , es mayor ; mas con tan poca diferencia que hasta aquí nadie la esperimentó ; y no siendo diferencia sensible , debemos absolutamente asentar.

que la fuerza con que pesan los líquidos hácia abajo ó hácia los costados es igual.

SILV. — Convengo en eso.

EUG. — Vamos á las propiedades que restan.

TEOD. — Síguese ahora el declarar otra propiedad no menos admirable , y es *que las partículas del liquido que estan en la misma línea horizontal estan igualmente oprimidas*. Para que me entendais bien acordaos , Eugenio , que ya queda dicho , que línea horizontal es la que va de un lado á otro , sin levantar de una parte mas que de la otra , de suerte que quede bien á nivel.

EUG. — Bien me acuerdo que me dijisteis eso.

TEOD. — Digo pues que las partículas que quedan en la misma línea horizontal estan igualmente oprimidas : dejadme dibujar una figura para mejor inteligencia. Esta (Fig. 6), finge ser un vaso ancho por abajo con un cañuto hácia arriba : estas bolillas representan las partículas de agua : digo ahora yo , que todas las partículas que estan abajo estan igualmente oprimidas , porque estan en una misma línea horizontal.

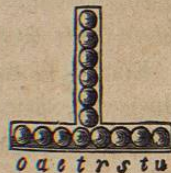


Fig. 6.

EUG. — A mí me parecia que las partículas que estan debajo del cañuto habian de padecer mayor opresion , porque tienen sobre sí el peso de las otras que estan dentro del cañuto ; y las partículas que estan á los lados , v. g. las bolillas *ae*, como no tienen sobre sí peso alguno parece que no han de padecer opresion.

TEOD. — Así lo parece; pero advertid bien que las partículas que estan dentro del cañuto, y oprimen á estas dos *rt* que estan abajo, las hacen cargar hácia los costados; así la partícula *r* carga hácia la partícula *s* con tanta fuerza, quanto es el peso de las partículas del cañuto que la oprimen: la partícula *s*, viéndose oprimida por la partícula *r*, huye hácia la partícula *t*, y carga en ella con la misma fuerza con que es oprimida, y esta con fuerza semejante carga en la partícula *u*; así todas las partículas *r*, *s*, *t*, *u*, quedan oprimidas con tanta fuerza, quanto es el peso de las partículas que se contienen en el cañuto. Lo mismo digo de las partículas de la otra parte *te* etc.; y si fuesen muchas mas sucederia lo mismo, porque cada una habia de oprimir á la que tenia delante con la misma fuerza con que era oprimida por la antecedente, y así *todas las partículas que estan en la misma línea horizontal estan igualmente oprimidas*

EUG. — Teneis razon: no tengo que replicar: ¿qué decis vos, Silvio?

SILV. — Como esto no es punto de escuela, estoy por lo que quisieren.

TEOD. — Demos otro paso mas adelante. *Las partes semejantes que estan igualmente oprimidas hacen igual esfuerzo para librarse de la opresion: ¿no es así?*

SILV. — Así es: ya lo concedí (proposicion XII).

TEOD. — Luego si las partículas de agua que estan en la misma serie ó línea horizontal estan igualmente oprimidas, han de hacer igual fuerza en las

que tuvieren debajo, y estas en la otra serie de partículas que se sigue etc.

EUG. — Eso no se puede negar.

TEOD. — Bien está; luego si tuviéremos un vaso como este que dibujo aquí (Fig 7), el cual ademas del cañuto finge tener tres series de partículas, diremos que en cada serie ó línea estan las partículas igualmente oprimidas, porque primeramente las de arriba ya vimos por la otra figura que tenían igual opresion entre sí; de aquí se sigue, como ya habeis

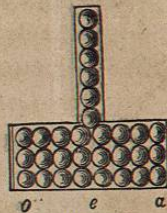


Fig. 7.

concedido, que han de oprimir igualmente á todas las partículas del segundo orden, y estas por la misma razon han de oprimir igualmente á las de la tercera serie, esto es, en esta tercera línea ó serie tan oprimidas han de quedar las partículas de los lados como las que caen debajo del cañuto.

EUG. — Ambos estamos por eso.

TEOD. — Luego tambien estas partículas han de oprimir igualmente el fondo del vaso y por todas partes; esto es, tanta fuerza ha de hacer el agua en *a* como en *e* y como en *o*: ¿qué decis, Silvio?

SILV. — Digo que ha de ser así.

TEOD. — Acordaos pues de esto. Vamos ahora á una propiedad la mas admirable de los líquidos.

EUG. — Vamos ya, porque la admiracion que me indicais me enciende el deseo de saberla.

TEOD. — En el peso de los líquidos sobre alguna base no se atiende á la cantidad del líquido sino á la anchura de la base y altura del líquido. Aquí te-