

aproximativamente los pesos específicos de los líquidos mas ligeros que el agua, y que se hunde, por ejemplo, hasta veinte y dos grados en el aguardiente ordinario.

EUG. — Ya voy viendo que con esa física no hay cosa que no se esplique y no se halle.

TEOD. — Para los líquidos mas pesados que el agua se hace del propio modo; Baumé se servía de una disolución que contenía pesos conocidos de sal marina. Comúnmente se hace también uso del aceite de vitriolo muy fuerte, el cual da el punto inferior de la escala; mientras que el agua da el punto superior y se divide el intervalo en 66 partes: ocioso es decirnos que estos areómetros son tanto mas sensibles cuanto mas fino es el tubo. Ahora descansad un poco del trabajo que os habrán ocasionado mis discursos. Vamos al jardín, y despues que hubiereis descansado haremos algunas esperiencias, que os han de agradar, porque divierten é instruyen á un mismo tiempo, y con esta instruccion enfadará menos la conferencia que ha sido dilatada.

EUG. — A mí me ha parecido tan breve como las otras.

SILV. — Vamos, vamos al jardín, porque la aplicacion me ha recalentado la cabeza, y necesito que me dé el aire.

§ VII.

De algunas esperiencias curiosas sobre el peso de los líquidos.

TEOD. — Este lugar está mas desahogado; si hubiera sabido que estaba tan libre del sol como ahora lo veo, mucho antes os hubiera traído á él, porque en todo deseo vuestro alivio.

SILV. — Sentémonos en esta galería, que no podremos hallar sitio mas agradable; y cerca del agua de este estanque, que tenemos á la vista, podreis vos, Eugenio, filosofar y observar, si es verdad lo que acerca de los líquidos ha discurrido Teodosio esta tarde. Mandad traer aquí los instrumentos y máquinas precisas.

EUG. — ¿Qué máquina es esa que nos traen? (Fig. 24).

TEOD. — Es un instrumento á que llaman fuelle hidrostático: consta como veis de dos tablas redondas semejantes á la tapa y fondo de un barril, sus costados alrededor son de cuero, para que la tabla de arriba pueda llegarse mas ó menos á la de abajo.

EUG. — ¿Y para qué es este cañon *rs* que está fijo en la tabla de arriba?



Fig. 24.

TEOD. — Sirve para que el fuelle se llene de agua: advertid ahora una circunstancia bien pas-

mosa : si os pusiéreis en pie sobre esta tabla de arriba *st*, sube el agua por el cañon arriba ; pero no caerá fuera. Esperimentad, y ved si sucede así como digo.

EUG. — Así es : yo veo el agua casi en el borde del cañon ; pero ni una gota cae fuera ; al mismo tiempo que con todo mi peso cargo sobre el fuelle. No acabo de admirarme de una cosa tan estraña : ¿ qué os parece, Silvio ?

SILV. — Tambien estoy admirado : decid, Teodosio, ¿ cuál es la razon de este efecto tan maravilloso ?

TEOD. — Ya la doy : reparad en esta figura que de propósito he traído dibujada para el intento (Fig. 25) : supongamos que esto es una pipa ú otro



M
Fig. 25.

cualquier vaso lleno de agua, que tenga el mismo ancho de aquel fuelle (Fig. 24), y que tenga la misma altura, atendiendo tambien al cañon. Si metiéremos un cañon dentro de esta pipa, así como este *áC*, y lo tapáremos con el dedo por encima, mientras lo introducimos en ella, veremos que despues de destaparlo se llena de agua por abajo, hasta que el agua quede dentro del cañon en la misma linea

en que está la otra de afuera, y no subirá mas alto ni un solo dedo.

EUG. — No hay duda que así ha de suceder, porque como dijisteis, entonces las partículas que estan á plomo debajo del cañon tienen sobre sí tanta altura de agua como las otras que estan en la misma

linea *or* ; por lo que han de estar igualmente oprimidas, y no hay razon para que unas venzan á las otras impeliéndolas hácia arriba.

TEOD. — Habeis discurrido escelentemente : suponed ahora que estraemos toda el agua que hay desde la linea *or* hasta arriba, y que en su lugar ponemos esta tabla M, que ajusta bien con la pipa, dejando el lugar debido para el cañon, y que con facilidad puede subir y bajar ; si sobre esta tabla pusiésemos tanto peso de plomo quanto es el peso del agua estraída, quedaria el agua de abajo tan oprimida como estaba antes, y así subiria por el cañon arriba tanto quanto subia entonces. ¿ No es así, Silvio ?

SILV. — Con razon.

TEOD. — Luego así como el agua no salia del cañon cuando la pipa estaba llena de agua, tampoco ha de salir ahora que en lugar del agua tiene la tabla igualmente cargada de plomo.

SILV. — Así es, no dudo de eso.

TEOD. — Bien. Supongamos ahora que Eugenio pesa tanto como esos pesos de plomo, que estaban sobre la tabla M : si sacáremos los pesos y pusiéremos á Eugenio en pie sobre la tabla, ha de quedar el agua de abajo tan oprimida como de antes, y por consiguiente ha de subir por el cañon arriba solamente hasta la altura á que entonces subia.

SILV. — En eso concuerdo de buena gana.

TEOD. — Pues las circunstancias que hasta aquí hemos supuesto son las que verdaderamente concurren cuando Eugenio se pone sobre el fuelle como visteis. He aquí porque el agua no sale fuera.

Cuando Eugenio se puso sobre el fuelle *st* (Fig. 24) bajó la tabla á causa del peso; y el agua de dentro como la oprimian, subió por el cañon arriba; pero luego que llegó á la boca del cañon *r* paró, porque entonces ya las partículas de agua que estaban á plomo debajo del cañon quedaron tan oprimidas con el peso de la columna de agua del cañon, como las demas partículas con el peso de la tabla sobre que cargaba Eugenio; de la misma suerte y por la misma razon que sucederia esto si Eugenio se pusiese en pie sobre la tabla *M* (Fig. 25) que teneis aquí figurada.

EUG. — Lo he entendido perfectamente.

SILV. — ¿Y si yo me pusiere sobre el fuelle saldrá el agua? Yo soy mucho mas pesado que Eugenio.

TEOD. — Saldrá; pero si en la boca del cañon ajustare yo este otro cañoncito *e* (Fig. 24), que tendrá un palmo de largo, seguramente os podreis poner sin que salga el agua.

EUG. — Pues dadnos una regla general para saber el peso que podrá sostener sobre sí este fuelle, sin echar el agua fuera.

TEOD. — Voy á darla: considerad que este fuelle continuaba hasta la altura en donde está la boca del cañon *r* con la misma anchura que tiene en la tabla superior *st*, de suerte que quedaba una especie de barril todo lleno de agua: toda esta agua que iba desde la superficie de arriba hasta la tabla *ts* habia de tener un peso determinado.

EUG. — Es cierto.

TEOD. — Pues mientras no pusiéreis sobre la ta-

bla *ts* mayor peso del que tendria el volumen de esa agua, no ha de salir por el cañon. De aquí procede que quanto mas ancha fuere esta tabla *ts*, y quanto mas alto fuere este cañon, mayor peso ha de sostener el fuelle. La razon es, porque entonces cabria mayor peso de agua de esta tabla por arriba, en el caso que el fuelle continuase con el mismo ancho hasta la altura en que queda la boca del cañon; y el peso que yo pongo sobre el fuelle es para hacer el mismo efecto que haria el peso del agua si ahí estuviese, como os espliqué con esta figura (Fig. 25) que dibujé.

EUG. — Ya estoy satisfecho, enteramente. Vamos á otras esperiencias, pues yo veo aquí muchos instrumentos preparados para ellas.

TEOD. — Vamos enhorabuena. ¿Veis este vaso de vidrio *A* (Fig. 26) que está asentado sobre esta base de plata *e*? Voy á mandarlo llenar de agua de la fuente; despues de lleno he de ponerlo delante de vuestros ojos, y sin que persona alguna se llegue á él lo vereis de allí á poco enteramente lleno de vino. Vamos entre tanto hablando sobre algunas materias útiles.

EUG. — Será para mí caso digno de toda admiracion; mas por no perder tiempo vamos como dijisteis hablando sobre algunos puntos de física.

TEOD. — Hemos tratado hasta aquí del peso de los líquidos; y hemos visto al principio de este asunto que no todos tienen el mismo peso, unos son mas pesados que otros; el agua bien saben to-



Fig. 26.

dos que es mas pesada que el aceite, por eso si echáreis aceite dentro de un vaso, y luego le echáreis agua encima, vereis que el aceite se viene arriba y el agua baja.

EUG. — Esa esperiencia es muy frecuente y sabida.

TEOD. — Y tambien lo es la razon; porque así como en una balanza cuando en sus dos brazos estan puestos dos pesos, de suerte que uno no pueda bajar sin que el otro suba, vemos que el mas pesado echa hácia arriba al mas ligero; así tambien como dentro del vaso estan dos líquidos pesados, y no pueden estar ambos en el fondo, para bajar el agua es preciso que eche hácia arriba el aceite; y como es mas pesada que él vence de la misma suerte que si estuviesen en una balanza, y así sube el aceite y baja el agua. Esta misma ley observan todos los demas líquidos cuando tienen peso diferente; el mas pesado siempre busca el fondo, escepto cuando la diferencia es muy poca; porque entonces si se mezcla un líquido con otro se embarazan las partículas unas con otras, y no es bastante el exceso del peso para desembarazarlas de suerte que vayan hácia abajo las mas pesadas.

EUG. — Todo eso conviene con la razon y esperiencia cotidiana.

TEOD. — Mirad ahora el vaso A: ahí lo teneis ya lleno de vino.

EUG. — Yo no puedo creer tal cosa.

TEOD. — Probadlo, y ved si es vino, ó si acaso estaban dentro del vaso algunos polvos; que le diesen ese color.

EUG. — Es vino y muy generoso: en eso no hay duda. Decidnos, Teodosio, ¿qué encanto es este?

TEOD. — No es encanto, es un efecto natural, cuya causa nace de la doctrina que acabé de explicar. Esta peana ó base de plata es hueca por dentro, y cuando la trajeron aquí ya venia llena de vino; el vaso de vidrio que está sobre ella tiene en el fondo un agujero pequeño con comunicacion á lo interior de la base: reparad que el vaso está pegado á la peana con betun, para evitar que no se derrame por el fondo el agua que echamos dentro del vaso.

EUG. — Todo está muy bien; pero aun no percibo esta trasformacion.

TEOD. — Ya lo esplico: como la peana estaba llena de vino, luego que echaron agua en el vaso fue subiendo el vino y bajando el agua como mas pesada: de aquí resultó que el vino que estaba dentro de la peana se pasó al vaso de vidrio que está encima, y el agua que estaba dentro del vaso se halla ahora dentro de la peana. Pero advierto que si hiciéreis esta esperiencia en un solo vaso, de suerte que el espacio en donde está el vino tenga comunicacion muy ancha con el espacio en donde está el agua, podreis quedar sin ver el efecto, porque entonces al echar el agua se mezclan perturbadamente las partículas de agua con las de vino, y se embarazan de suerte que no pueden volver á separarse los dos líquidos fácilmente.

EUG. — Ya me habia ocurrido esa misma dificultad, porque muchas veces acostumbro á echar agua sobre vino sin que el vino suba hácia arriba,

pues se mezcla todo sin resultar la mínima separacion.

TEOD. — Para evitar esa mezcla perturbada es preciso que el agujero por donde se comunica el agua con el vino sea estrecho, para que al echar el agua no se perturben las partículas de vino. Para hacer esta esperiencia mas fácilmente, aunque con menos gracia, no teneis mas que llenar de vino un frasquito, cuya boca sea mas estrecha que una pluma de escribir, y meter este frasquito así lleno dentro de un vaso grande lleno de agua, de suerte que la boca del frasco quede enteramente dentro del agua. Hecho esto vereis ir saliendo el vino hácia arriba hasta la superficie del agua, y esta bajar, y en poco tiempo quedará lleno de agua el frasquito que metisteis lleno de vino.

SILV. — Ahí concurre la misma razon, bien que como ya se sabe que hay vino dentro del frasco no causa tanta admiracion como en la esperiencia precedente. Pero ahora me ocurre preguntaros la razon de una cosa que pocos dias há me hizo quedar suspenso en Lisboa. Me enseñaron una ampolla de cristal con una única boca, sin que dentro tuviese algun repartimiento ó separacion, y me dijeron que juntamente servia para el aceite y para el vinagre, de suerte que cualquier persona echaba de ella ya uno ya otro licor separadamente cuando queria y en la porcion que deseaba.

EUG. — Parece increíble : ¿qué decís, Teodosio?

TEOD. — Yo tengo una ampolla de esas, y hago que la traigan.

EUG. — ¿Y no se mezclan los dos licores?

TEOD. — Bien veis que el aceite y el agua aunque los echeis juntamente en un vaso se separan por sí mismos, y la causa de esta separacion es, como ya dije, la gran diversidad que hay en el peso de estos licores; pues lo mismo sucede con el vinagre y aceite, porque el vinagre es mucho mas pesado que el aceite, y así siempre busca el lugar inferior.

EUG. — Ahí viene ya la ampolla : ¿es esta, Silvio? (Fig. 27).

TEOD. — Todo su artificio consiste en que el cuello *a* no sale del medio de la ampolla sino por un costado, y es encorvado hácia arriba : echando dentro aceite y vinagre, el vinagre siempre busca el lugar inferior *ca*, y el aceite como mas ligero ocupa el superior *mn*, como veis. Reparad ahora : de cualquier suerte que se mueva esta ampolla de vidrio,



Fig. 27.



Fig. 28.



Fig. 29.

siempre queda el aceite en la parte superior de ella : si la pusiéreis en esta postura (Fig. 28), como está la boca en la mitad inferior, sale el vinagre, que es el que está siempre en la mitad inferior de la ampolla *a*, y el aceite que queda en la mitad superior *e* no puede salir sino despues que hubiere salido todo el vinagre : al contrario, si pusiéreis la ampolla como ahora la tengo (Fig. 29), queda el aceite en la parte superior, que es la que tiene salida mas inmediata; así si yo fuere inclinando la

ampolla sobre su boca, ha de salir el aceite que está encima, y si sigo inclinándola de cada vez mas, entonces ya puede salir el vinagre. Hagamos la experiencia, y vereis que así sucede en la práctica.

EUG. — Así es : no se puede negar, y es cosa bien maravillosa, al mismo tiempo que mirando á la causa no hay cosa mas natural.

TEOD. — Ya que gustais de estas esperiencias quiero enseñaros una figura que os servirá de diversion é instruccion..... Aquí la teneis (Fig. 50) : está en la accion de quien echa agua en las manos, y en la realidad que lo hace siempre que se desea.

EUG. — Tendria gusto en verlo ahora si acaso puede ser.

TEOD. — No hay cosa mas facil : echándole en la palangana que tiene en la mano izquierda esta porcion de azogue, vereis que luego echa agua el jarro que tiene en la mano derecha..... ¿ Veis ?

EUG. — No puedo contener la risa, viendo la prontitud con que os sirven hasta las cosas inanimadas. El paje mas puntual no haria este ministerio con mas prontitud. Pero decidme, Teodosio, ¿ por qué sucede esto así ?

TEOD. — Para entenderse la causa de este efecto es preciso que sepais la construccion interior de esta figura, y una doctrina que os daré ahora. Ya os dije que las columnas de cualquier líquido, cuando se comunican todas, tienen su última superficie en la misma linea horizontal ; de aquí es que si en este



Fig. 50.

cañon encorvado M (Fig. 51), ó por mejor decir en estos dos cañones que se comunican por la parte inferior echáremos agua por una de las bocas, en ambos cañones quedará en la misma altura ó en la misma linea horizontal *ea*, como veis. La razon es porque así tanto pesa una columna como otra, y de este modo quedan en equilibrio.

EUG. — En eso no puede haber duda.

TEOD. — Esto, y lo demas que en esta tarde queda dicho acerca del equilibrio de los líquidos, se entiende cuando se equilibra una porcion de cualquier líquido con otra del mismo género, v. g. agua con agua, aceite con aceite, azogue con azogue, etc.; pero no sucede así cuando queremos equilibrar una porcion de agua, v. g., con una porcion de azogue ú otro cualquier licor que sea mas pesado ó mas ligero que el agua, porque entonces el que fuere mas ligero ha de tener la superficie mas arriba ; de suerte que si echamos agua y azogue dentro de este otro cañon N (Fig. 52), vereis que la columna de azogue es mucho mas corta que la de agua.

EUG. — Haced la experiencia, que quiero ver.

TEOD. — Ya la hago... ¿ Veis ? El agua llega casi hasta la boca del cañon *i*, y el azogue de la otra parte queda en esta altura *a* : reparad ahora : el azogue que va de esta



Fig. 51.

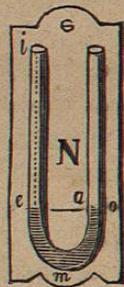


Fig. 52.

línea *eo* abajo se equilibra consigo mismo, porque el azogue que va de *e* hasta *m* se equilibra con el que va de *m* hasta *o*; pero el azogue que va desde *o* hasta *a*, aunque es tan poco, se equilibra con el agua que va desde *e* hasta *i*, que es una columna mucho mas alta.

EUG. — Ahora lo percibí claramente : vamos á saber la razon de esa esperiencia.

TEOD. — La razon es, porque el azogue pesa catorce veces mas que el agua poco mas ó menos ; así tanto ha de pesar una columna de azogue que tenga un dedo de altura, como una columna de agua de catorce dedos, y por esta cuenta pesando ambas igualmente, no es de admirar que se equilibren. Por tanto, regla general, *cuando se equilibran líquidos diversos, quedan en columnas de diversa altura; de suerte que cuanto mas ligero es un líquido tanto mas alta es su columna.*

EUG. — En eso estoy firme : la razon lo persuade, aunque no lo enseñase la esperiencia. Vamos á saber ahora la organizacion de esta figura 50 para acabar de conocer la causa del efecto que hemos visto.

TEOD. — Voy á esponerla. Desde la palangana que tiene en la mano izquierda va un cañon estrechito, que por dentro de la pierna izquierda llega casi hasta el fondo de la peana *o* : desde el jarro que tiene en la mano derecha va otro cañon, que pasa por lo interior del pecho, y baja por la pierna derecha hasta entrar en la peana, la cual es hueca por dentro. Siempre que se hubiere de hacer la esperiencia es preciso ir echando agua dentro de la palan-

gana, mientras se sume por el agujerito que le da comunicacion con el cuerpo de la figura, lo que se debe hacer ocultamente para causar mayor admiracion.

EUG. — Ahora advierto yo un agujerito que tiene la palangana en aquel lado que toca en el cuerpo de la figura.

TEOD. — Es para este efecto. Reparad ahora : mientras echamos agua en la palangana, como va entrando por el agujerito á lo interior de la figura ; se va llenando primeramente toda la peana, y luego los dos conductos hasta la altura de la palangana, solo queda vacía la parte del conducto que va desde la cintura arriba hasta el jarro. Aquí no hay duda ; pero cuando á vuestra vista le eché azogue en la palangana se fue bajando, y como es mucho mas pesado que el agua, la fue impeliendo, de suerte que al instante subió por el otro conducto, y comenzó á salir por el jarro : el agua que cayó del jarro en la palangana entró tambien por el conducto izquierdo, y ayudó con su peso al del azogue. He aquí por que corre el agua del jarro.

EUG. — Ahora ya no hallo en esta esperiencia cosa que admire.

TEOD. — La dificultad que aquí habia era hacer subir el agua mas alta de lo que estaba la palangana ; esto con el agua solamente no podia ser, porque, como visteis en los cañones de vidrio (Fig. 51), el agua sola siempre queda en la misma altura ; pero como aquí en un cañon echamos azogue, y en el otro hay agua, bien claro es que la columna del agua ha de quedar mucho mas alta que la de azogue. Pero

advierto que se deben observar algunas circunstancias para no frustrarse la esperiencia : la primera es que el cañon por donde baja el azogue llega casi al fondo de la base , para que no suceda caer el azogue abajo , y subir el agua por el mismo conducto por donde bajó el azogue : la segunda es . que el conducto que va á parar al jarro ha de comenzar desde la cubierta de la peana *e* , para que el azogue que cae por el pie izquierdo no pueda entrar por el conducto del pie derecho , sino despues de llenar toda la peana , y haber echado de este modo gran cantidad de agua por el jarro : la tercera es , que los conductos sean muy estrechos , especialmente el cañon del azogue , y el otro á lo menos de la cintura arriba , pues de otro modo será precisa una gran cantidad de azogue para hacerse la esperiencia . He aquí teneis la razon del efecto que tanto admirasteis . Pasemos ahora á tratar de otro punto no menos curioso que los antecedentes .

SILV. — ¿Cuál será este ?

TEOD. — De los tubos capilares .

SILV. — Materia hay aquí para disputar y si no me engaño este es otro de los puntos en que discutiremos mas .

TEOD. — Entremos pues en materia .

§ VIII.

Sobre los tubos capilares .

EUQ. — ¿Decidme antes de todo qué viene á ser esto de *tubos capilares* ?

TEOD. — *Tubos capilares se llaman los que tienen diámetro pequeño como un cabello y por esto se llaman capilares.* Se observa , pues , que en los tubos capilares abiertos por los dos extremos , si los metemos á plomo en el agua sube esta por dentro de ellos ; y tanto mas sube sobre el nivel cuanto mas estrecho es el vacío del cañutillo . La proposicion es así . *En los tubos capilares sube el agua casi en razon inversa de los diámetros.* V. g. si los diámetros en los tres tubos de la (Fig. 55) *ABC* son como 4, 2, 4, el agua subirá en ellos á las alturas 4, 2, 4: siendo mayor la altura en el cañutillo mas estrecho , y menor en el que sea mas ancho . Decid á Silvio que os dé la razon de esta esperiencia constante .

SILV. — Este efecto procede del peso del aire , por cuanto el agua de los tubos es mas oprimida del aire que dentro de ellos ; y cuanto mas estrecho sea el tubo mas obstáculo habrá en la accion del aire , y oprimirá menos al fluido inferior ; y como es ley constante de los fluidos que oprimidos en una parte mas que en otra huyen por donde hallan menor opresion , el agua huirá hácia dentro de los tubos , á la manera que se introduce en la jeringuilla , al paso que se levanta el émbolo . Esta es la razon de subir en los tubos , y de subir mas cuando son mas estrechos .

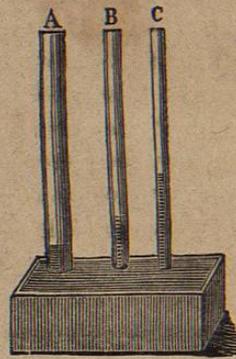


Fig. 55.