

EUG. — ¿Qué me decís á esto, Silvio? ; Hay cosa mas divertida!

SILV. — Esta fuente es una pieza digna de estimacion. ¿Y continúa mucho tiempo en echar agua, Teodosio?

TEOD. — Despedirá toda la que yo le eché ó casi toda si perseverasen las luces encendidas.

EUG. — Apagadlas para ver si deja de correr el agua.

TEOD. — Como entonces no hay cosa que aumente la elasticidad al aire, se acomoda con la estension que tiene, y no obliga al agua á salir hácia afuera.

EUG. — Así va sucediendo; ya casi no corre nada: está vista esta experiencia.

TEOD. — Otras fuentes tengo que hacen el mismo efecto por diferente causa: harélas traer, y las veréis... Por ahora ya habeis visto que la elasticidad del aire se aumenta con el calor; y esta es la razon de no acomodarse con la compresion que padece: por eso estando caliente no cabe en los límites en que cabia estando frio: aquí teneis la razon de muchos efectos vulgares, en que tal vez no habeis reparado. Muchas cosas luego que las llegan al fuego ó cerca de él revientan, como sucede á las castañas y otras cosas semejantes, porque el aire que encierran dentro de su cáscara tiene con el calor mayor elasticidad, y ya no puede sufrir la estrechez del lugar en que se halla cerrado; por eso rompe la cáscara con estrépito, si no ha habido la preocupacion de hacerle en la cáscara un corte ó agujero por donde pueda salir el aire poco á poco cuando se

fuere dilatando. Ahí vienen ya las otras fuentes, y mientras se preparan iremos dando las doctrinas, en cuya confirmacion han de servir. Salgamos acá fuera á la galería para que el agua de las fuentes no moje la sala, como sucedió con esta que ya hemos visto.

EUG. — Ni es razon que por mi respeto tengais esa incomodidad, principalmente cuando acá fuera se pueden hacer estas experiencias con mas aseo.

### § III.

De los efectos de la elasticidad del aire comprimido violentamente.

TEOD. — Hemos dicho ya que la fuerza de la elasticidad del aire procedia de su compresion; ni jamas puede haber fuerza de elasticidad sin haber compresion: este aire que respiramos siempre está comprimido por el peso de la atmósfera, esto es, por el peso del otro aire que tiene encima, y de esta compresion proceden los efectos que ya hemos visto; pero como el aire aun se puede comprimir mucho mas de lo que está, resta ver los efectos que se pueden seguir de su compresion violenta. Uno de ellos, y el mas fuerte, es el de la escopeta de viento, de que luego trataremos: vamos ahora á otros menos fuertes, que son los de estas fuentes que teneis á la vista: vamos á esta (Fig. 44) que ya está cargada.

EUG. — ¡Cargada! ¿Con qué?



TEOD. — Con aire : no reparásteis en lo que estuvo haciendo ahora aquel criado ?



Fig. 44.

EUG. — Solo atendí á vuestra doctrina, y no advertí en lo demas que se hacia ; ¿ pero qué es lo que hizo ?

TEOD. — Aquí teneis esta jeringa A (Fig. 45) : su



Fig. 45.

boca bien veis que es una rosca que se une y aprieta en la fuente aquí sobre esta llave *u* : con esta jeringa se va introduciendo mucho aire á pura fuerza dentro de esta fuente, y despues de haberse introducido todo el que se hubiese podido, se cierra la llave *u* para que el aire introducido no salga.

EUG. — Aun no entiendo cómo con la jeringa se pueda meter mas aire dentro de la fuente.

TEOD. — Yo os lo esplicaré : en la boca ó fístula de la jeringa está puesta una válvula de vejiga de buey con tal artificio, que deja salir el aire hácia afuera de la jeringa ; pero no lo deja entrar, como ahora lo vereis mejor (Fig. 46) si reparais bien en la rosca *mn* que yo desarmé de la boca ó fístula de la jeringa : esta tira de piel *mn* está apretada tapando un agujerillo que está en el medio de la rosca : el aire que viniere de este agujerillo para afuera puede salir por los lados de la piel ;



Fig. 46.

mas si quisiere entrar, con la misma fuerza con que pretende entrar tapa el agujero, y consiguientemente no entra. Supuesto esto, estando esta jeringa unida y apretada en la boca de la fuente, puede entrar hácia la fuente el aire que estuviere en la jeringa, mas no puede volver á salir para dentro de la jeringa el aire que estuviere en la fuente. Cuando yo, pues, levanto el émbolo de la jeringa hasta arriba, por este agujerillo *r* se llena la jeringa de aire ; y cuando cargo el émbolo hácia abajo todo el aire de la jeringa se introduce dentro de la fuente. ¿ Habeis comprendido esto ?



EUG. — Y con facilidad : vamos ahora á saber el artificio que hay aquí dentro de esta fuente.

TEOD. — Esta fuente tiene un cañon *eo*, que desde el bocal llega casi hasta el fondo ; pero no ha de tocar en él, á fin de que por la estremidad del cañon o pueda entrar el agua que estuviere dentro de la fuente, y salir por él hácia fuera cuando fuere preciso. Tambien se debe advertir que este cañon en su estremidad superior ha de estar muy bien soldado en el bocal, y apretar perfectamente en la fuente, de suerte que el aire ni pueda entrar ni salir de la fuente sino por dentro del cañon, y á esto está reducido su artificio. Supuesto esto, cuando se quiere hacer la esperiencia, la primera operacion es destornillar el bocal que está unido al cañon, y echar en la fuente una buena porcion de agua, de suerte que quede mediada : despues de esto se le mete el cañon y se atornilla, y sobre la llave *u* se ajusta la jeringa, y levantando el émbolo y bajándolo con fuerza se va introduciendo en la fuente mucho aire : con esta diligencia se va comprimiendo el aire que está dentro de la fuente, y luego que quedare por este medio bien comprimido, se cierra esta llave *u* para poderse sacar la jeringa sin peligro de salir nada fuera : hecho esto, se ajusta sobre la llave *u* este bocal, que tiene varios agujerillos para que salga el agua, y se abre la llave, é inmediatamente saltará el agua hácia arriba hasta una grande altura.

EUG. — Veamos ya la esperiencia.

TEOD. — Ahí la teneis.

EUG. — Agradable esperiencia en verdad..... Lo

cierto es, Silvio, que yo hasta aquí andaba 'en este mundo á ciegas, como suelen decir, pues ignoraba tantas cosas ; pero esplicadme, Teodosio, cómo la compresion del aire hace salir el agua con tanta fuerza.

TEOD. — Todo el aire que está dentro de aquella fuente ocupa la parte superior, dejando la inferior para el agua : de este modo queda el aire sin tener medio alguno para dilatarse, sino oprimiendo el agua hácia abajo : el agua viéndose oprimida no tiene otro arbitrio (dejádmelo decir así) sino subir por el cañon arriba, porque solo de este modo puede quedar mas espacio para la dilatacion del aire.

EUG. — Basta ; ya lo entiendo : en cuanto á esto obra el agua en esta fuente como en la antecedente.

SILV. — Estas dos estan vistas, Teodosio : vamos á ver la tercera ; porque como tiene diversa hechura, creo tambien hará su efecto por diferente modo.

TEOD. — Esta fuente, que vulgarmente se llama la fuente de *Heron* (Fig. 47), tiene una particulari-

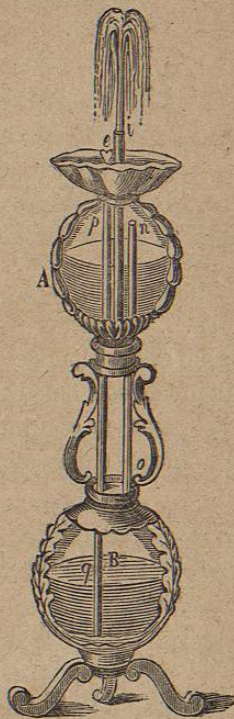


Fig. 47.



dad en que escede á las demas, y es, que no necesita ni de fuego ni de aire metido á fuerza. Reparad primeramente en su artificio : desde la taza de arriba viene un cañon *epq* hasta casi el fondo de este globo de vidrio B; pero no toca en el fondo : aquí no se ve bien el fondo al cañon, por causa de estas hojas de metal que adornan el globo por la parte exterior. El otro cañon *on* es mas corto : con la estremidad inferior apenas entra en el globo de abajo B, y con la estremidad de arriba debe llegar solamente á este sitio *n*.

EUG. — Estos cañones estan esplicados : falta el cañon que está enmedio de ellos.

TEOD. — Este cañon está unido al bocal de la fuente, entra por este globo de vidrio A, y casi toca en el fondo de él. Vamos á ver el efecto ; pero para eso es preciso echar agua en este globo de arriba A : voy á desarmar el bocal con el cañon que está unido á él , para poder echar agua dentro del globo....: volvamos á ajustar el cañon en su lugar. Hecho esto, dejadme destapar el cañon largo *epq*, quitándole este tapon *e*.... Vereis ahora que echando yo agua en esta taza comienza al mismo tiempo la fuente á despedir agua por la fístula del medio *i*.

SILV. — Lo que mas me admira es ver la facilidad con que se hace este efecto sin ser precisas muchas diligencias.

EUG. — Yo absolutamente no entiendo como puede ser esto.

TEOD. — Yo os explicaré como es : el agua que echásteis en la taza cayó por este agujero *e*, y vino

por este cañon *pq* abajo hasta este globo B : como el agua cayó en esta concavidad , el aire que allí estaba subió por este otro cañon *on* hasta la concavidad superior A ; pero como tambien halló allí aire y agua no podia acomodarse , y así ó habia de quedar muy comprimido , ó habia de hacerse lugar para dilatarse : esto solo podia ser oprimiendo el agua que ahí está dentro del globo A, y haciéndola salir por el cañon del medio. He ahí la causa por que esta fuente echa agua.

EUG. — Ahora ya lo entiendo : lo que me ocasionaba confusion era pensar que la misma agua que yo acababa de echar en la taza era la que salia fuera por la boca de la fuente ; pero ya veo que me engañaba, porque el agua que sale es la que echásteis primeramente dentro del globo superior A.

TEOD. — Con esta fuente se hace un juego con que es facil sorprender á quien no lo entienda : en lugar de agua se echa vino en este globo de arriba A, y esto se hace ocultamente ; pero ha de ser en las fuentes que no fueren de vidrio como esta : despues cuando quisieren hacer correr la fuente le mandan echar agua en la taza delante de todos, y quedan los circunstantes admirados , no solo de ver correr la fuente , sino de ver el agua súbitamente mudada en vino al parecer de ellos. Pero advierto que los cañones han de ser del modo que dije para que pueda hacerse el efecto deseado.

EUG. — Todo está bien premeditado y he de mandar hacer una para mi diversion luego que tenga oportunidad.



TEOD. — Vamos ahora á tratar de la escopeta de viento, porque como su efecto procede de la elasticidad del aire comprimido violentamente tiene aquí su lugar.

SILV. — Estaba deseoso de ver una, y de ver los efectos que hace.

TEOD. — Aquí la teneis (Fig. 48): la hechura exterior es como la de las otras escopetas, pero mas gruesa por la razon que luego diré. Sus efectos, hablando regularmente, no son tan fuertes como los de las escopetas de pólvora; pero no dejan de ser muy grandes: esta escopeta estando bien cargada da muchos tiros con tanta fuerza, que el octavo aun pasa una puerta de roble siendo delgada, y á distancia de veinte pasos.

EUG. — Esa sola circunstancia hace esa escopeta muy estimable, pues las de fuego para cada tiro es necesario cargarlas nuevamente. Pero decidme ya ¿como se carga, y cuál es la razon de los efectos que causa?

TEOD. — Para que me entendais habeis de verla por adentro; pero como es engorroso el desarmarla os mostraré un dibujo de esta misma escopeta por la parte interior (Fig. 49). Esta escopeta consta de dos cañones de metal, uno ancho y otro estrecho, que se mete dentro del ancho, de suerte que entre uno y otro cañon quede un vacío como aquí se representa con las letras *ccc*: este vacío rodea todo el cañon estrecho que está en el medio, y en la boca de la escopeta ha de estar tapado totalmente, de suerte que el aire condensado que se introduce á pura fuerza en este hueco que queda entre uno y

otro cañon, no pueda salir sino despues de pasar del cañon estrecho por donde sale la bala.

EUG. — ¿Y cómo puede pasar hácia ahí el aire comprimido que está entre uno y otro cañon?

TEOD. — En el fin del cañon estrecho hay una llave *i*, que anda alrededor como las que hay en las fistulas ó bocas de las fuentes: esta llave tiene por



Fig. 49.

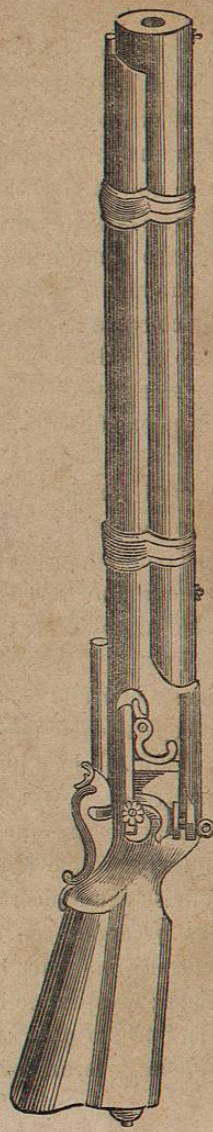


Fig. 48.



dentro un agujero que la atraviesa y corresponde al cañon estrecho, en el cual está metida una bala como veis cuando esta llave está en la situacion en que está pintada, corresponde el agujero de la llave al cañon: habeis de notar ahora que detras de esta llave está una válvula, la cual tapa de tal suerte el agujero de la llave, que sin levantar la válvula no puede el aire comprimido salir por la llave afuera; pero luego que se levanta esta válvula, el aire que estaba comprimido sale con gran violencia por el agujero de la llave, y con la misma fuerza lleva delante de sí la bala que allí está puesta, y la despide por el cañon afuera con gran velocidad.

EUG. — ¿Y cómo podemos nosotros acá desde fuera levantar la válvula que está allá adentro para hacer el tiro?

TEOD. — Tirando por el gatillo se desarma un muelle muy fuerte, que hace abrir la válvula, y la deja luego cerrar para que no salga todo el aire.

EUG. — Todavía pregunto mas: ¿y cómo podemos meter allá la bala? ¿Es acaso por la boca de la escopeta, como hacemos en las otras?

TEOD. — Bien puede ser; mas para evitar algun peligro se le introduce de otro modo: ¿veis este cañoncillo *yx*, que está lleno de balas? Reparad, pues: si yo moviese alrededor la llave *i*, de suerte que su agujero corresponda al cañoncillo de las balas, y cargare con el dedo en esta primera bala *y*, entrará una bala hácia dentro del agujero de la llave; y volviendo á mover alrededor la llave, quedará pronta para salir hácia afuera todas las veces que le abrieren la válvula, y este es el modo con que

sucesivamente se pueden ir metiendo muchas balas en la escopeta, y dando varios tiros.

EUG. — Solo no entiendo cómo abriéndose la válvula para salir el aire para el primer tiro no sale todo el aire, porque si saliere todo, no quedaria aire comprimido capaz de dar los otros tiros.

TEOD. — No sale todo el aire, porque luego que se abre la válvula, al instante se vuelve á cerrar; pero como siempre sale una buena porcion, por eso los tiros de cada vez son mas débiles. Esta llave así tiene muchas utilidades: la primera, que fácilmente se saca la bala de la escopeta siempre que es preciso, sin que sea necesario descargarla del aire: la segunda, que cuando estuviere la escopeta cargada con aire y bala, y quisiéremos estar sin recelo de que se dispare por algun incidente ó cosa que toque en el gatillo, no tenemos mas que volver la llave de suerte que su agujero no corresponda al cañon de la escopeta, porque entonces, aunque se abra la válvula, no podrá salir aire ninguno respecto de estar atravesado el agujero de la llave.

EUG. — Esa utilidad es muy digna de atencion.

SILV. — Todo lo habeis explicado, solamente no dijisteis el modo con que se comprimía el aire dentro de la escopeta.

TEOD. — Comprímese del mismo modo que se comprime en la segunda fuente artificial que os mostré: en la culata hay un conducto abierto por donde se mueve este émbolo *m*; este émbolo tiene en sí una válvula que se abre hácia dentro de la escopeta, por eso cuando le tiro hácia afuera se abre la válvula, y entra el aire en la culata: cuando meto



el émbolo hácia adentro, se cierra esta válvula, y va el aire tambien hácia adentro. Advierto que en el fin de este tal conducto, que está abierto en la culata, aquí donde está la letra *e*, hay una division que tiene un agujero, el cual está tapado por la parte de adentro con otra válvula, de suerte que deja entrar el aire que hácia allá impele el émbolo; pero no le deja salir: de este modo metiendo el émbolo hácia dentro, y tirándole hácia fuera repetidas veces, se va llenando de aire la escopeta cada vez mas; y cada vez se va el aire allá dentro comprimiendo y condensando mas, de suerte que su elasticidad ó fuerza para restituirse crece notablemente, y hace los efectos que hemos dicho.

SILV. — Ahora ya se entiende todo fácilmente; pero de aquí infiero que una pieza de estas ha de ser difícil el conservarla largo tiempo capaz de trabajar á causa de esas válvulas.

TEOD. — No hay duda que fácilmente se desconcierta de cualquier modo que se haga esta escopeta, porque se hace de varias maneras.

EUG. — ¿Qué mas efectos tenemos de la elasticidad del aire?

TEOD. — Lo que por ahora me acuerdo es de explicaros la bomba perenne, porque tambien procede de esta causa. Voy á mandar traer una de vidrio para que veais el modo con que obra, y conozcais la causa de los efectos que hace.... Aquí la teneis (Fig. 50.): consta de tres cañones de vidrio AEI: este primero A es como una jeringa, y sirve para atraer el agua del vaso; este otro cañon I sirve para echarla afuera, y esta manga del medio E sirve para

conservarla, y juntamente para suplir la accion de la bomba cuando ella parare por breve tiempo, y por eso la llaman bomba perenne, porque perennemente sale el agua, aunque la bomba pare por algun rato. Harémosla trabajar para ver el efecto, y despues conoceremos la causa. Reparad que mientras trabajo descanso de cuando en cuando, y no obstante eso siempre sale el agua sin parar.

EUG. — Así es, el agua corre sin parar.

SILV. — Esta bomba sin duda será muy util para los incendios.

TEOD. — Vamos ahora á dar la razon de este efecto: antes de todo reparad en esta válvula que hay en el fin del cañon A: es una concavidad donde entra y ajusta perfectamente esta bola de plomo *m*: cuando la bola de plomo está dentro de esa cavidad tapa el agujero que da salida para el cañoncillo de la jeringa; y así estando ahí esta bola no puede el agua salir, aunque yo empuje el émbolo hácia aba-

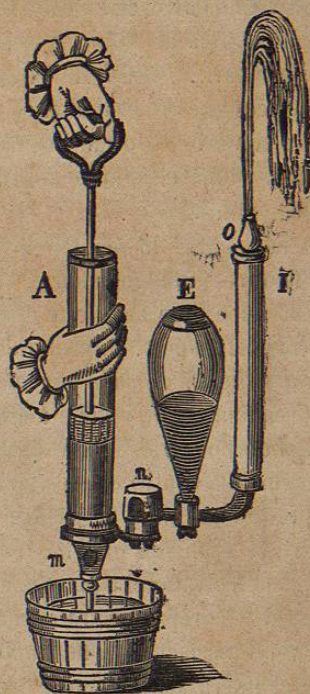


Fig. 50.



jo ; pero luego que yo levanto el émbolo, el agua que viene por el cañoncillo de la jeringa arriba levanta la bola de plomo, y entra hácia el cuerpo de la jeringa.... ¿Veis? He ahí se levanta la bola todas las veces que yo levanto el émbolo ; pero luego que paro con el émbolo cae á causa de su peso en la cavidad, y tapa el agujero de suerte que por allí no puede salir el agua.

EUG. — Bien lo veo, teneis razon.

TEOD. — Reparad ahora : como el agua de la jeringa tiene paso para este otro cañon E, luego que yo bajo el émbolo, y oprimo el agua, como ella forzosamente ha de salir por alguna parte, sale por este cañoncillo *n*, y viene á esta manga de vidrio E, pasando por otra válvula semejante ; la cual deja ir el agua allá dentro de ese vidrio E ; pero no la deja salir otra vez acá á la jeringa A. De esta manga de vidrio E bien veis que hay paso libre para el otro cañon I ; por eso el agua que entra en esta manga E tambien se reparte para el cañon I ; y continuando en venir mas agua, va llenando este cañon I, y sale por él afuera con el impulso con que es oprimida por el émbolo que se baja. He aquí por que sale el agua por este cañon I cuando yo bajo el émbolo en este otro A.

EUG. — Hasta ahí lo entiendo yo : vamos á ver de qué sirve esta manga E.

TEOD. — Como esta fistula *o* por donde sale el agua es estrechita, no puede salir hácia afuera tanta agua cuanta yo hago salir de este cañon A cuando bajo el émbolo : de aquí nace que el agua que no puede salir por el cañon I, se va conservando y ajus-

tando en esta manga de vidrio E : esta manga estaba llena de aire, el cual no tiene por donde salir ; el agua que se va juntando y creciendo va comprimiendo el aire, y cada vez le reduce á menor espacio : de aquí procede que este aire hace fuerza para dilatarse, lo que no puede hacer sin espeler el agua hácia fuera : el agua que aquí está no puede venir á la jeringa A por causa de la válvula *n*, solo puede ir hácia el otro cañon I, cuyo paso está desembarazado. He aquí por qué cuando yo descanso, y no trabajo con el émbolo, va continuando en salir el agua por la fistula *o*, porque el aire comprimido que está en esta manga de vidrio E, haciendo fuerza para dilatarse, la hace salir por allí. Ya habeis visto y entendido el modo con que trabaja la bomba que llaman perenne.

EUG. — Esto bien se deja comprender.

TEOD. — Las otras bombas ordinarias no tienen cosa que no se entienda fácilmente, supuesto lo que queda dicho de esta. Pero advierto que estas válvulas pueden variarse de otros modos conforme el camino que se desea que tome el agua. Algunos las hacen de cuero ; pero estas para este efecto son mucho mejores. Y doy por acabada la elasticidad del aire, pasando, si bien os parece, á ver las leyes de la mecánica en los fluidos elásticos.

EUG. — Vamos á ello que ha de ser gustoso.

TEOD. — Digamos antes de todo alguna cosa sobre la atmósfera.