

## Evangelista Torricelli. De la bomba de agua a la invención del barómetro.

Justo R. Pérez

*Departamento de Física Fundamental y Experimenta Electrónica y Sistemas. Facultad de Física. Universidad de La Laguna. 38205 La Laguna. Tenerife.*

Artículo de divulgación publicado en el periódico El Día el 16-04-2005 con motivo de la celebración del Año Mundial de la Física.

### Resumen

*Se comentan las circunstancias que rodearon la vida de Evangelista Torricelli (1608-1647) en particular aquellas relacionadas con el experimento del tubo de mercurio que posteriormente identificamos como la invención del barómetro, un experimento clave para el establecimiento del concepto de presión atmosférica.*



### 1. Evangelista Torricelli

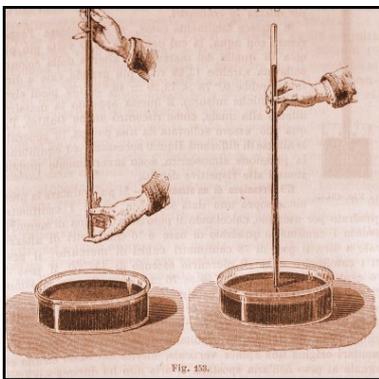
Si nos sentamos a ver las noticias, podremos escuchar al hombre del tiempo decir, por ejemplo, que hay una región de bajas presiones al norte de Baleares, y que se mantienen las altas presiones alrededor de las Azores. Sabemos que se está refiriendo a la presión atmosférica y que la presión atmosférica se mide con un barómetro. Cualquier escolar nos dirá que el barómetro lo inventó Torricelli, y nos describirá su famoso experimento que como es bien sabido, consiste en tomar un tubo de más o menos un metro de longitud llenarlo de mercurio, taparlo

con el dedo e invertirlo sobre una cubeta asimismo con mercurio. Al retirar el dedo, sólo una porción del mercurio contenido en el tubo se vacía en la cubeta, permaneciendo en el tubo hasta aproximadamente los tres cuartos del mismo y quedando un espacio vacío en la parte superior.

Sin embargo, lo que no resulta tan conocido es el hecho de que el famoso experimento de Torricelli tuvo que ver en su inicio, no con un afán de medir la presión atmosférica, sino con un problema aparentemente mucho más cotidiano como es el intento de elevación de agua de un pozo con la ayuda de una bomba.

Evangelista Torricelli nació en 1608 en Faenza, ciudad del norte de Italia, cerca de Rávena, hoy famosa por sus cerámicas de loza fina. Educado en un colegio Jesuita, continuó su formación de la mano de su tío Benedetto Castelli, enseñante de la Universidad de Roma. Torricelli fue desde muy joven admirador de Galileo Galilei (1564-1642), cuyos trabajos había leído con detenimiento. Su atención estuvo de

inicio centrada en las matemáticas, realizando varios trabajos que reuniría posteriormente en la obra *Opera Geométrica (1644)*, en cuya segunda parte, (titulada *De motu gravium*), aborda el problema, ya tratado por Galileo, del movimiento parabólico de los proyectiles. Impresionado por los primeros escritos de su discípulo y sobrino, Castelli le escribe a Galileo con el objeto de que éste tome a Torricelli como su asistente. Galileo acepta, pero por distintas circunstancias este encuentro no puede tener lugar hasta Octubre de 1641, y sólo permanece un corto periodo de tiempo ya que Galileo fallece en Enero de 1642. Torricelli, sin embargo continúa en Florencia al servicio de Ferdinando II Gran Duque de Tuscany, mostrando su habilidad como constructor de instrumentos y abordando numerosos problemas, hasta que la muerte le sorprende en 1647 a la temprana edad de 39 años.



## 2. El bombeo del agua

Volviendo al problema al que nos referíamos al comienzo del artículo, hemos de señalar que el uso de bombas de mano para elevar el agua de los ríos y pozos ya comenzó a extenderse en las ciudades europeas del Renacimiento. El funcionamiento de las bombas usadas en esta época era muy similar al usado hasta hace muy poco en algunas casas antiguas: un pistón ajustado a un cilindro metálico con un par de lengüetas de cuero que permitían o

cerraban el paso del agua según el recorrido del mismo. Al subir el pistón, el agua acompañaba el recorrido de éste llenando el espacio vacío dejado por el pistón en virtud, según el principio, enunciado por Aristóteles, de que *la naturaleza aborrece los espacios vacíos y la materia tiende a llenarlos inmediatamente*

Galileo, quien perfeccionó el funcionamiento de estas bombas nos ofrece la primera referencia escrita de la imposibilidad de elevar agua por medio de una bomba de succión de este tipo más de una decena de metros, un hecho que posiblemente era conocido desde hacía tiempo. Galileo da una explicación a este fenómeno interpretando que la columna de agua *se quiebra bajo la acción de su propio peso*, pero fué su discípulo, Evangelista Torricelli, quien se dispuso a experimentar para analizar este fenómeno.

Debido a que experimentar con una columna de más de diez metros de agua era poco práctico, Torricelli estimó que experimentando con un fluido más pesado, la altura a la que se "quiebra" la columna debería ser proporcionalmente menor. Por tanto debido a que el mercurio es aproximadamente 14 veces más pesado que el agua, es de esperar que una columna de mercurio sólo pueda elevarse una altura proporcionalmente menor que la de agua.

## 3. La columna de mercurio

Para comprobarlo, llenó un tubo de alrededor de un metro de longitud con mercurio, tapándolo con un dedo por su extremo abierto e invirtiéndolo en una cubeta del mismo líquido, observando que éste alcanzaba una altura más o menos fija de aproximadamente 76 cm quedando vacío el espacio superior.

Para demostrar que el espacio que quedaba en lo alto de la columna de mercurio estaba efectivamente vacío, Torricelli realizó otro experimento menos conocido que el primero, pero sin duda alguna tan interesante o más. Torricelli coloca mercurio en la cubeta hasta una cierta altura y a continuación, agua. Si se repite el experimento anterior introduciendo el tubo en el mercurio el resultado es el mismo que el comentado anteriormente, pero al ir levantando suavemente el tubo y llegar su borde al nivel del agua, todo el mercurio cae repentinamente en la cubeta y el tubo se llena completamente de agua.



Torricelli comprobó además que la altura de su columna de mercurio no dependía de la altura total del tubo

empleado, ni de su forma, por lo que llega a la conclusión de que el agente que mantiene esta altura no es ningún tipo de horror de la naturaleza por el vacío sino "*el propio peso de la atmósfera que rodea la tierra*".

"...yo proclamo que la fuerza que impide que el mercurio se caiga es externa y que esa fuerza proviene de fuera del tubo. Sobre la superficie del mercurio que permanece en la cubeta descansa el peso de una columna de cincuenta millas de aire..."

Los experimentos de Torricelli fueron conocidos pronto en Francia a través de su correspondencia con el religioso Marin Mersenne (1588-1688) quien mantuvo una extensa correspondencia con otros muchos investigadores de su país y del extranjero dando a conocer a unos los resultados de otros, y a través de él llegaron a conocimiento del matemático y filósofo francés Blaise Pascal (1623-1662) y del fisico-químico británico Robert Boyle (1627-1691) quienes siguieron investigando sobre este fenómeno.

Como homenaje a Torricelli, se denomina Torr a la unidad de presión (también denominada milímetro de mercurio) que es capaz de elevar un milímetro la columna barométrica diseñada por éste.