

El diablillo de Descartes

Nunca he sentido especial afecto por la filosofía de Rene Descartes (1596-1650). Aquel solemne “*pienso luego existo*” enunciado por el filósofo francés hace más de tres siglos, y que muchos consideran una de las frases más notables que registra la historia del pensamiento, jamás me ha parecido una conquista intelectual muy impresionante. Espero que mi falta de sensibilidad filosófica no moleste a aquellos lectores más dotados para apreciar los intrincados matices de la reflexión cartesiana. Debo confesar, eso sí, que luego de descubrir aquel sorprendente artefacto conocido como *Ludión* o *Diablillo de Descartes*, mi opinión acerca del ilustre pensador mejoró ostensiblemente. Desde luego, también admiro a Descartes por sus brillantes contribuciones a la matemática y por sus originales aunque poco afortunadas incursiones en la física, pero su diablillo me ha sorprendido y también me ha divertido mucho más que cualquiera de sus otras creaciones.

Existen diversas versiones de este diablillo. Algunas utilizan carcasas de lápices transparentes; otras se valen de trozos de papel de aluminio; también las hay que usan bombillas para beber refrescos, etc. Nosotros vamos a estudiar una versión que tiene la ventaja de ser sumamente simple de construir, y que además permite comprender muy fácilmente los principios físicos en que se basa su funcionamiento. La figura 1 muestra un diablillo fabricado por el autor, utilizando para ello una botella de bebida gaseosa desechable, repleta de agua, y un tubo de ensayo de 20 mililitros (20 ml). La figura 2 ilustra los elementos básicos que componen el ludión. Como se observa, el tubo de ensayo se encuentra sumergido dentro de la botella con su parte abierta (boca) dirigida hacia abajo. Además, también se puede constatar que en la parte superior del tubo hay una región donde existe aire.



Figura 1. Un ludión fabricado por el autor.

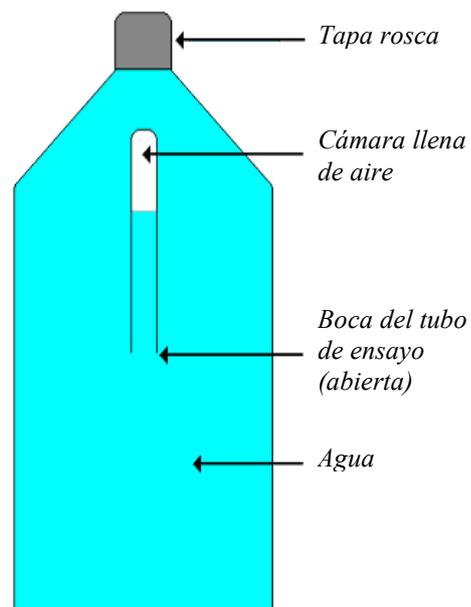


Figura 2. Los elementos básicos de un ludión.

Antes de entrar en los detalles del funcionamiento del diablillo, conviene describir la forma de construirlo. El primer paso consiste en llenar completamente la botella con agua, tal como muestran las figuras. Acto seguido, debemos verter un poco de agua dentro del tubo de ensayo, hasta aproximadamente la mitad de su capacidad total. Este último paso es fundamental pues, como veremos pronto, de otro modo el ludi3n no podr3a funcionar. A continuaci3n se debe tomar el tubo de manera que el dedo pulgar tape su boca lo m3s herm3ticamente posible, para evitar que en la siguiente etapa el agua se derrame. Ahora, gire el tubo boca abajo, ac3rquelo al gollete de la botella, y al mismo tiempo que retira su pulgar, introduzca el tubo r3pidamente en la botella. Concluido esto, ponga la tapa rosca firmemente en su lugar. Si las acciones anteriores han sido ejecutadas correctamente, el tubo de ensayo debiera flotar dentro de la botella, manteni3ndose en contacto con la tapa rosca; adem3s, debe existir una columna de aire en la parte superior del tubo, pues este no fue llenado por completo con agua, y por la forma en que construimos el diablillo, el aire queda atrapado una vez que se introduce el tubo en la botella (ver figura 2). Si el tubo no flota del modo descrito, repita los pasos anteriores desde el comienzo, modificando ligeramente la cantidad de agua vertida en el tubo y procurando ser muy cuidadoso al momento de introducirlo en la botella. Por ensayo y error no debiera tomarle mucho tiempo encontrar la forma adecuada de construir su ludi3n.

Ahora que tenemos nuestro diablillo listo para ser utilizado y admirado ¿qu3 esperamos observar? ¿En qu3 consiste el funcionamiento del ludi3n? Pues bien, si usted coloca una de sus manos sobre la botella, y ejerce presi3n sobre esta, cerrando sus dedos con firmeza pero tambi3n con lentitud, observar3 como el tubo de ensayo desciende. Si la presi3n que ejerce es lo suficientemente grande, el tubo llegar3 hasta el fondo de la botella. Si ahora retira su mano, el tubo volver3 a ascender. Con un poco de pr3ctica, modificando la presi3n ejercida por su mano es posible controlar la rapidez de ascenso y descenso del tubo... incluso puede lograr que este quede suspendido a cualquier altura. Cr3ame que no exagero cuando afirmo que observar aquel tubo movi3ndose suavemente hacia arriba y abajo es una experiencia tan sorprendente como l3dica. De hecho, la palabra *ludi3n*, que suele emplearse para referirse al diablillo de Descartes, proviene de la expresi3n *l3dico*, pues dif3cilmente podr3a encontrarse una palabra m3s adecuada para describir este ingenioso artefacto.

Desde luego, si hemos de ser fieles al esp3ritu cient3fico que nos anima, no podemos contentarnos simplemente con conocer en detalle los pasos a seguir para fabricar un diablillo... tambi3n debemos plantear una explicaci3n satisfactoria de la forma en que opera. Por lo tanto debemos preguntarnos, ¿qu3 leyes f3sicas permiten explicar aquel movimiento ascendente y descendente del tubo? Pues bien, el diablillo basa su funcionamiento en dos principios de la mec3nica de fluidos que son bien conocidos... tan conocidos como sus ilustres descubridores: me refiero a los principios de Arqu3medes y Pascal, cuya acci3n combinada permite al tubo ascender y descender suavemente.

En primer lugar, precisemos que cuando usted pone sus manos sobre la botella y la aprieta cuidadosamente, lo que en verdad est3 haciendo es producir un cambio de presi3n en el l3quido, pues desde antes que sus manos entren en acci3n, el agua ya est3 sometida a una determinada presi3n, de modo que lo que usted hace realmente es cambiar o modificar aquella presi3n que est3 presente desde un comienzo. Ahora bien, de acuerdo al principio de Pascal, un cambio en la presi3n aplicada a un fluido se transmite sin disminuir a cada punto del fluido y a las paredes del recipiente que lo contiene. Vale decir, dicho cambio es el mismo en cualquier punto del fluido. En nuestro caso, el cambio de presi3n provocado por la acci3n de sus manos sobre la

botella se transmite a cada punto dentro de esta. Por lo tanto, si usted aprieta la botella, provoca que el aire que se encuentra en la parte superior del tubo reduzca su volumen, pues la presión ejercida se transmite tanto al agua fuera del tubo como a la que se encuentra en su interior, lo cual se traduce en una compresión del aire dentro del tubo. Si mi descripción le merece alguna duda, puede verificar estos fenómenos por observación directa, pues la columna de aire dentro del tubo se reduce sutilmente cuando usted presiona la botella con sus manos.

Ahora bien, el hecho que al comienzo el tubo se encuentre flotando, se explica en base al principio de Arquímedes, según el cual todo cuerpo sumergido total o parcialmente en un fluido, experimenta una fuerza ascendente (que apunta hacia arriba) cuya magnitud es igual al peso del volumen de fluido desalojado por el cuerpo¹. En nuestro caso, al comienzo, cuando nuestras manos no han entrado en acción, la fuerza ascendente (empuje) supera al peso del tubo de ensayo y su contenido, de modo que existe una fuerza neta que lo empuja hacia arriba permitiendo que se mantenga a flote en la parte superior de la botella. Sin embargo, cuando ejercemos presión con nuestras manos, disminuimos gradualmente el volumen de aire dentro del tubo y aumentamos al mismo tiempo su contenido de agua, de modo que su peso aumenta paulatinamente, hasta que llega un momento en que este último sobrepasa al empuje, es decir, el peso sobrepasa a la fuerza ascendente, y como consecuencia el tubo empieza a descender. De forma análoga, cuando disminuimos la presión, ya sea retirando la mano de la botella, o bien aflojando la fuerza ejercida sobre ella, disminuimos la presión en el agua, y el volumen de aire dentro del tubo aumenta, lo cual se traduce en una reducción de su masa, de modo que el empuje supera el peso del tubo y este comienza a ascender.

Para aquellos lectores que consideran que el diablillo representa una suerte de paréntesis en medio de las profundas elucubraciones filosóficas que marcaron la vida de René Descartes, bien vale la pena recordar que hasta mediados del siglo XIX el nombre que recibía la física era nada más y nada menos que *filosofía natural*, de modo que podemos afirmar con toda propiedad que al idear su ludió, el ilustre pensador francés no hacía otra cosa que filosofar, y no me parece aventurado sugerir que el ludió es el resultado práctico de una reflexión filosófica quizá tan profunda e inspirada como aquel inmortal “*pienso luego existo*”.

Jorge Pinochet I.

Licenciado en física, Universidad Católica de Chile

¹ Para obtener más información sobre el principio de Arquímedes puede revisar el artículo de esta misma sección *¿Qué pesa más?*