

¿Qué pesa más?¹

Quién no ha escuchado alguna vez la capciosa pregunta ¿qué pesa más, una tonelada de hierro o una tonelada de madera? Por lo general, los incautos se apresuran a responder que la tonelada de hierro, provocando la risa y más de algún comentario malicioso de quienes se consideran más listos.

Seguramente, los astutos reirían aún más si alguien respondiera que pesa más la tonelada de madera. Sin embargo, para regocijo de los incautos, esta última respuesta es correcta, por más desconcertante que a primera vista pueda resultar. La explicación de esta aparente paradoja se encuentra en un principio físico que lleva el nombre de su ilustre descubridor: el principio de flotación de Arquímedes. Para los no iniciados, digamos que el principio de Arquímedes afirma que todo objeto sumergido en un fluido, experimenta una fuerza ascensional (una fuerza dirigida hacia arriba) que es igual al peso del volumen de fluido desplazado por dicho objeto. Como ejemplo, cuando te encuentras plácidamente sumergido en una piscina, el agua ejercerá sobre tu cuerpo una fuerza dirigida hacia arriba, cuya magnitud será igual al peso del agua que has desplazado. Dicho sea de paso, esta fuerza es la responsable de la agradable sensación de liviandad que experimentas cuando estás sumergido en una piscina.

A estas alturas de la discusión, más de algún lector se estará preguntando ¿qué tienen que ver los fluidos y el principio de Arquímedes con el peso de un cuerpo?... a menos, claro está, que los cuerpos se pesaran al interior de una piscina. Ocurre que este es precisamente el caso, puesto que, aun cuando no seas conciente de ello, nuestra vida transcurre al interior de una gigantesca piscina de aire, aunque quizá sería más preciso hablar de un océano de aire.

Ahora estamos en condiciones de regresar a nuestra pregunta inicial ¿qué pesa más, una tonelada de hierro o una tonelada de madera? Comencemos por hacer una distinción entre el peso real y el peso aparente de un cuerpo. El primero, como has de saber, es una medida de la fuerza con la cual nuestro planeta atrae a un cuerpo. El segundo, es aquel que registra un instrumento destinado a medir peso, por ejemplo, un dinamómetro, que no es otra cosa que un resorte graduado, del cual se cuelga el objeto que se desea pesar.

Ya tienes todos los ingredientes para entender por qué una tonelada de hierro pesa más que una tonelada de madera. Si la madera y el hierro se pesaran en una habitación en la que se hubiese practicado un riguroso vacío (extrayendo todo el aire) entonces, lo que registra el dinamómetro, es decir, el peso aparente, sería igual al peso real del cuerpo. Sin embargo, al estar sumergidos en nuestro océano de aire, debemos considerar que la tonelada de madera ocupa más volumen que el hierro... ¡15 veces más volumen!, y por tanto, el peso del aire desplazado por la madera resulta 15 veces mayor, razón por la cual, de acuerdo al principio de Arquímedes, la madera experimenta una fuerza ascensional que también resulta 15 veces mayor². Como consecuencia de ello, cuando un dinamómetro registra una tonelada tanto para el hierro como para la madera, puedes estar seguro de que esta última tiene un peso real mayor. En efecto, si esperamos que el dinamómetro marque el mismo valor para el hierro y la madera, debemos tomar en cuenta la mayor fuerza ascensional sobre esta última, que la empuja hacia arriba, y que tiende a contraer el resorte del dinamómetro, haciendo que marque menos que en el caso del hierro. Luego, para compensar este efecto, se requiere de una fuerza adicional que tire el resorte hacia abajo, y esa fuerza proviene, naturalmente, del mayor peso real de la madera. Para ser precisos, digamos que una tonelada de madera pesa 2,5 Kg más que una tonelada de hierro. Ya lo sabes, si alguna vez escuchas a un incauto afirmar que la madera pesa más que el hierro, trátalo con indulgencia porque podría tratarse del autor de este artículo.

¹ Este artículo está inspirados en la obra del notable divulgador científico ruso Yacov Perelmán.

² En realidad, este es un valor aproximado, puesto que existen diversos tipos de madera con densidades distintas.

¿Quieres saber más?

Para aquellos que no sienten malestar estomacal cuando ven una ecuación, he preparado este apartado que tiene como objetivo profundizar en las ideas desarrolladas antes.

Un cuerpo de volumen V sumergido en un fluido, desplazará un volumen también V de este. Denotemos por ρ la densidad del fluido desplazado, de modo que su masa sea ρV . Luego, como el producto entre ρV y la aceleración de la gravedad g corresponde al peso del fluido, que sabemos es igual a la fuerza ascensional F_a , concluimos que el principio de Arquímedes puede ser escrito en la forma:

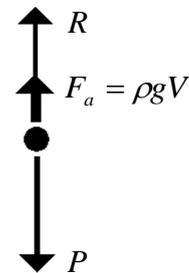
$$F_a = \rho g V$$

Como ilustra el diagrama de cuerpo libre adjunto, sobre un objeto suspendido de un dinamómetro se ejercerán tres fuerzas equilibradas: su peso real P , la fuerza ejercida por el dinamómetro R (el peso aparente del cuerpo) y la fuerza ascensional $\rho g V$. Pero, como la suma de estas fuerzas debe ser nula se obtiene,

$$P = \rho g V + R$$

Por lo tanto,

$$R = P - \rho g V$$



donde ρ y V designan la densidad y el volumen del aire, respectivamente. Sean R_M y P_M el peso aparente y real de la madera, y sean R_H y P_H el peso aparente y real del hierro. Luego, podemos escribir

$$R_M = P_M - \rho g V_M, \quad R_H = P_H - \rho g V_H$$

Ahora bien, como hemos supuesto que la madera y el hierro tienen el mismo peso aparente (una tonelada), se debe cumplir que $R_M = R_H$, por tanto,

$$P_M - \rho g V_M = P_H - \rho g V_H, \text{ reordenando términos,}$$

$$P_M - P_H = \rho g (V_M - V_H)$$

Sabemos, sin embargo, que el volumen ocupado por la madera es mayor que el ocupado por el hierro, de modo que $\rho g (V_M - V_H) > 0$, y se concluye que $P_M - P_H > 0$, es decir,

$$P_M > P_H$$

Por lo tanto, el peso real de la tonelada de madera es mayor que el de la tonelada de hierro.

Jorge Pinochet I.

Licenciado en Física, Universidad Católica de Chile