

EL DESVAN DE LOS SUEÑOS

Aplicaciones didácticas de una quimera: el movimiento continuo

GUILLERMO BOIDO

Programa de Epistemología y Pedagogía Científica
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad de Buenos Aires

RESUMEN: Se propone, con fines didácticos, el análisis crítico de proyectos de motores perpetuos. A modo de ejemplo, se exponen los razonamientos de un pretendido "inventor del movimiento continuo" a propósito de un dispositivo que ha diseñado. Se muestra luego la falacia argumental del proyectista, originada en una errónea interpretación del principio de Arquímedes.

Sueños dorados

El arquitecto francés Villard de Honnecourt nos explica en un tratado de 1240 cómo construir "una rueda capaz de girar por sí misma": al caer, uno tras otro, una serie de brazos articulados a la rueda, el movimiento de rotación persistiría indefinidamente. Es la primera referencia de un motor de movimiento perpetuo documentada, si bien el autor aclara que en su época, el siglo XIII, la búsqueda de un artefacto tal era ya empresa de larga data. Si usted tiene la fortuna de visitar el Museo de Artes y Oficios de París, encontrará allí una reconstrucción del motor perpetuo de Villard de Honnecourt. Pero, claro, no funciona.

Hubo muchos otros proyectos. No anduvo ninguno. Leonardo diseñó y, al parecer, construyó algunos de ellos. (En la figura 1 puede ver sus bocetos). Concluyó que se trataba de una quimera, pues "la fuerza que acompaña al objeto al que imprime movimiento se consume por sí misma; y, una vez consumida, los objetos que han sido movidos por ella son incapaces de reproducirla". Tras la cual el genio renacentista incluyó a los buscadores del motor perpetuo en la categoría de quienes "viven todo el tiempo en la pobreza pues quieren

enriquecerse en un solo día". Allí estaban, entre otros, alquimistas, nigromantes y encantadores, que "hacen negocios con falsos milagros, engañando a la tonta muchedumbre". El tema fue abordado por un abogado y escritor

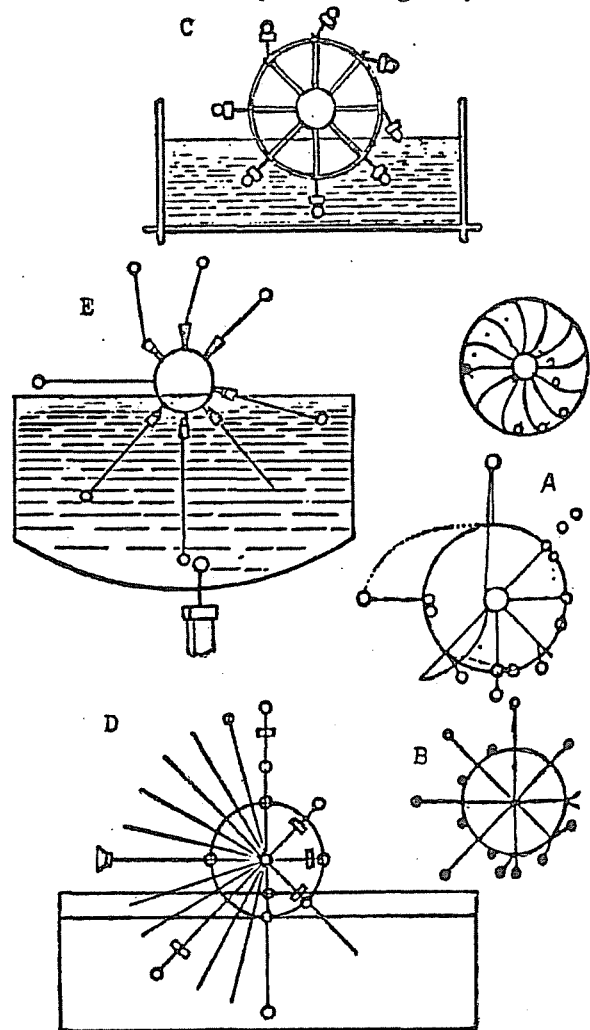


Figura 1

de narraciones satíricas, Sebastian Brant, en su obra *El barco de los locos*. Contemporáneo de Leonardo y al igual que éste, Brant pertenecía sin duda al bando de los escépticos.

La historia que sigue incluye polémicas con científicos tales como Simón Stevin y Jean J. Bernouilli, y el caso del misterioso inventor Orrfyreus, que expuso a principios del siglo XVIII un complejo artefacto en funcionamiento en diversos lugares de Europa. Se trataba, en opinión de su constructor, de un motor perpetuo; en opinión de otros, entre ellos el físico holandés Gravesande, de una superchería ingeniosa. En 1775 la Academia de Ciencias francesa dejó de considerar estos proyectos por considerarlos utópicos, al tiempo que aconsejaba a los inventores el abandono de la búsqueda pues ésta “ya ha arruinado a muchas familias”. La formulación de la ley de conservación de la energía, a mediados del siglo pasado, mostró las razones del sistemático fracaso de los proyectistas. Con ella, el sueño dorado fue oficialmente archivado, y allí acabó la historia de una quimera.

No la narraremos aquí. Nuestro propósito es más modesto: señalar que la consideración con fines didácticos de algunos de estos proyectos puede enriquecer una clase de física, motivar una polémica de alto valor educativo y fomentar el espíritu crítico de nuestros alumnos. Empecemos, pues, por el principio: ¿qué pretende construir el aspirante a inventor del movimiento continuo?

Conversaciones con el inventor

Proponemos una imaginaria entrevista con un presunto inventor de un motor perpetuo a cargo de un periodista *free lance* de una revista de actualidad. El diálogo podría transcurrir como sigue.

- Buenos días. ¿Es usted el inventor del movimiento continuo?
- Para servirlo. Entiendo que le interesa mi proyecto.
- Me hablaron de él. Quisiera que explicara a los lectores de qué se trata. ¿Es un móvil incesante, un mecanismo que no se detiene nunca?
- Es algo más que eso: es un *motor* incesante.
- Caramba. ¿Y cuál es la diferencia?
- Un móvil es simplemente “algo que se mueve”; un motor, en cambio, no solamente se mueve sino que también “hace mover”. Todo motor es un móvil, aunque hay móviles que no son motores. Un péndulo que oscila es un móvil, pero no un motor, porque “no mueve nada”. Los motores, por el contrario, levantan cuerpos, desplazan cintas transportadoras, hacen girar las ruedas de un automóvil o el tambor de un lavarropas.
- Comprendo. Pero no veo por qué la cuestión ha dado tanto de qué hablar. Supongamos que conecto a la red eléctrica el motor de una licuadora y lo dejo funcionando continuamente. ¿No es ése un motor incesante?
- No, al menos tal como yo lo concibo. En primer lugar, la marcha de ese motor suyo depende del suministro de corriente provista por la compañía de electricidad. ¿Y si se produce un corte por razones de economía? ¡Triste movimiento continuo es ése, supeditado a las decisiones de un funcionario! Y aunque tal cosa no ocurriese, ¿qué me dice de los costos? Así no tiene gracia.
- ¿Usted pretende que el motor funcione gratuitamente, sin utilizar pilas, o fuentes térmicas, o combustibles de ninguna especie?
- Exacto. No debe recurrir a ninguna clase de “ayuda exterior”, a pesar de lo cual debe moverse incesantemente.
- Déjeme pensar. Si lográsemos eliminar los rozamientos en un péndulo, éste oscilaría indefinidamente, sin necesidad de “ayudas exteriores”. ¿No sería suficiente?
- No me sirve. Ya le expliqué por qué. Ese péndulo sería un móvil incesante, no un motor. No podría hacer mover nada con él.
- Podría servir como elemento decorativo. En el living no quedaría mal.
- No haga bromas. ¿Qué utilidad podría prestar? Mi motor debe mantener por sí mismo su régimen de movimiento ininterrumpido, sin ayudas exteriores, sin detenerse jamás; y, como buen motor, debe ser capaz de producir efectos útiles, tales como desplazar una cinta transportadora o hacer girar el tambor del lavarropas.
- De modo que ése es el famoso *motor de movimiento continuo*.
- Yo lo llamaría, para abreviar, *motor perpetuo*. Como comprenderá, con él me haré inmensamente rico, ilimitadamente poderoso. Gracias a mí la humanidad habrá resuel-

to el problema del agotamiento de los combustibles naturales.

- El poder y la gloria. O cómo vivir sin trabajar.
- ¿Cómo dice?
- Nada. Que es fascinante. ¿Podría ver los diseños de su proyecto?
- No es solamente un proyecto. He construido un modelo en escala reducida, en el taller que tengo instalado en la piecita del fondo.
- Caramba. ¿Puedo verlo?
- Como usted comprenderá, se trata de un secreto que no puedo revelar. Aún no he tramitado la patente de invención. Lo lamenta mucho.
- Bueno, pero al menos podría explicarme el fundamento teórico. Sea bueno, le prometo que no diré nada. Una vaga idea, al menos.
- Está bien, usted me resulta simpático. Le explicaré en qué consiste mi invención. Fíjese en este dibujo (figura 2). Este círculo representa la sección de un tambor o cilindro hueco, herméticamente cerrado, provisto de un eje alrededor del cual puede girar. Bien. Aquí tenemos un gran recipiente lleno de agua. El eje del cilindro está pivoteado convenientemente por medio de soportes exteriores. Observe usted que la cuarta parte del cilindro permanece sumergida. Estudia bien la figura.
- Un momento. Entre la parte inferior del cilindro y el borde del recipiente hay un resquicio. ¿No se derrama el agua?

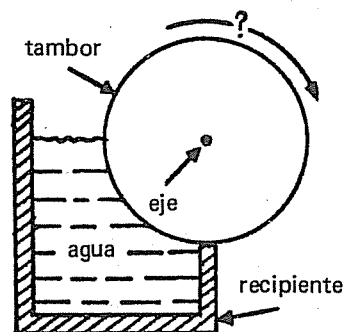


Figura 2

- Ese es un problema técnico de fácil solución. Basta utilizar burletes o bandas de goma que permitan un ajustado contacto entre el tambor y el borde del recipiente. No le daré otros detalles, aquí hay un secreto profesional.

- Me imagino. ¿Y qué deberá suceder con el cilindro?
- Al llenar con agua el recipiente, el tambor deberá girar en el sentido indicado por la flecha. Vea nuevamente la figura.
- Ajá. Pero no veo por qué.
- Es muy simple. ¿Recuerda el principio de Arquímedes?
- Sí, de la escuela secundaria. Es algo que tiene que ver con una bañera.
- Parece que la física no es su fuerte. Veamos. Arquímedes encontró que cuando se sumerge un cuerpo sólido en un líquido, éste ejerce sobre el cuerpo, hacia arriba, una fuerza llamada empuje. Observe qué sucede con el semicilindro inferior de mi proyecto (figura 3). La parte izquierda está sumergida, de modo que recibe empuje; la parte derecha permanece fuera del agua y no recibe empuje. ¿Lo ve? El tambor debe desequilibrarse y rotar, incesantemente. Basta conectar el eje a una cinta transportadora para aprovechar en la práctica los efectos del movimiento. Y ya está. ¿Qué le parece?

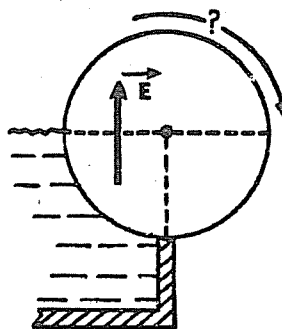


Figura 3

- Notable. Me imagino la emoción que habrá experimentado usted al llenar el recipiente con agua y observar cómo el tambor se ponía en movimiento.
- Esteeee... bueno, la emoción no fue muy grande, que digamos. En realidad el tambor no se movió en absoluto. Por un momento creí que el principio de Arquímedes había dejado de cumplirse. ¿Cómo podía fallar el mecanismo?
- Tal vez había que darle un empujón al tambor.
- Eso pensé. Le di un fuerte empujón con la mano, haciéndolo girar media vuelta.
- Entonces anduvo.

- Entonces tampoco anduvo. El maldito tambor siguió girando por unos momentos y luego quedó inmóvil. Allí comprendí cuál era la dificultad principal.
- El rozamiento.
- Exacto. El rozamiento en el eje y sobre todo entre el cilindro y el recipiente, allí donde coloqué los burletes. Utilicé una suspensión especial para evitar la fricción en los extremos del eje. Tuve que perfeccionar un tipo de burlete especial, lubricado, de fabricación secreta, desde luego. Creo que he logrado reducir al mínimo el rozamiento.
- ¿Y ahora funciona?
- Todavía no. Pero ya encontré la causa real del transitorio fracaso. Ocurre que el empuje es insuficiente para vencer la inercia del tambor. Entonces me dije: ¿cómo aumentar el valor del empuje? ¿Sabe usted?
- No tengo la menor idea.
- Reemplazando el agua por otro líquido de mayor densidad. Cuanto mayor sea la densidad del líquido, mayor será el empuje. Y el líquido más denso que existe es el mercurio. He comprado unos cuantos litros y pienso repetir la experiencia con él. Iba a hacerlo en el momento en que llegó usted.
- Lamento haber interrumpido su trabajo. ¿Me permitiría asistir a este nuevo experimento?
- Me temo que no. Los detalles de construcción de mi motor perpetuo, como ya le dije, son estrictamente secretos. Créame que lo siento.
- Bien, en tal caso procederé a retirarme. Gracias de todos modos. Ah, me gustaría que usted me mantuviese informado acerca de la marcha de estas investigaciones. Aquí le dejo mi tarjeta.
- No será necesario, creo.
- No comprendo.
- El mercurio resolverá la cuestión. Mañana será famoso.
- Entonces confío en que me concederá un nuevo reportaje.
- Con mucho gusto. Buenos días.
- Buenos días.

Quimeras y energía

En el estado actual de nuestros conocimientos, podemos afirmar que el fabuloso motor

propuesto por el entrevistado no puede ser construido. El mercurio no resolverá la cuestión. No habrá fama, riqueza, ni poder. No le será otorgado al proyecto patente de invención alguna pues, por disposición de las academias científicas, no corresponde hacerlo cuando aquél contradice explícitamente leyes físicas bien establecidas. Y si bien para el físico o el ingeniero la cuestión ha perdido vigencia, el profesor de ciencias o el maestro pueden encontrar, en la consideración de alguno de aquellos proyectos, una importante fuente de material didáctico. En efecto, en muchos casos, el análisis de "por qué no marcha" el seudo *perpetuum mobile* revela que no siempre la comprensión de las leyes físicas elementales trasciende la de su enunciado y más de un avezado profesor de física (no ya de un alumno) ha debido cuestionar su interpretación de algún famoso principio antes de resolver el dilema.

Claro que si usted recurre meramente al argumento energético para refutar las consideraciones del inventor estará, en cierto modo, esquivando el bulto al problema. Se limitará a decir, seguramente, que el sistema en estudio no recibe energía del medio externo, pero en cambio la cede, transfiriéndola a la cinta o al lavarropas. Mencionará la emisión de energía en forma de calor, por los rozamientos, y aun de energía sonora si se escucha *rumble rumble* cuando el tambor gira. Por todo ello, finalmente, la rotación del tambor cesará. Las pretensiones del inventor, concluirá, son las de construir un motor capaz de *crear* energía y no meramente de transferirla o transformarla; ello, como es sabido, contradice su ley de conservación.

No está mal. Pero resulta más útil presentar batalla en el mismo terreno escogido por el inventor, pues a su explícita creencia de haber hallado una refutación de la ley de la conservación de la energía es posible oponer, por el contrario, una corroboración de la misma. En suma, la explicación tiene que poder ser dada en los términos particulares de cada proyecto, y sin recurrir a enunciados tan generales como el mencionado, que no es una ley ajena a las que gobiernan cada capítulo particular de la física. Recuerde además, que la imposibilidad de construir el motor perpetuo es *independiente* de que se considere o no la existencia de rozamientos. Conviene por tanto encarar el

análisis de cada proyecto suponiendo condiciones ideales de fricción nula, no sólo porque de tal modo se simplifican las argumentaciones, sino porque además se priva al proyectista de la inevitable "coartada" a la que suele recurrir: "no funciona por culpa del rozamiento, pero..."

Disparen sobre el inventor

A propósito de su proyecto, el inventor invoca aquí el principio de Arquímedes, cuyo enunciado habitual es: *Todo cuerpo total o parcialmente sumergido en un líquido recibe un empuje de abajo hacia arriba igual al peso del líquido que desaloja*. La recta de acción de dicha fuerza puede ser determinada fácilmente si se tiene en cuenta que el empuje actúa en el centro de gravedad de la porción de líquido desplazado (cuarto de cilindro inferior izquierdo, figura 3). Esta circunstancia resulta esencial porque garantiza que la recta de acción del empuje no corta al eje del tambor, y por lo tanto su momento con respecto a él será no nulo. Se concluye que el tambor deberá girar "por sí solo", dado que el resto de las fuerzas actuantes (el peso y las fuerzas de vínculo) tienen momento nulo porque cortan al eje.

Y bien, debemos cuestionar aquella premisa fundamental. ¿Tiene realmente el empuje las características que le asigna el inventor? Si es así, ¿por qué no gira el tambor? Si no es así, ¿qué hacemos con el principio de Arquímedes y su mención de un empuje *vertical* que actúa sobre *todo cuerpo total o parcialmente sumergido*?

Como ocurre siempre en estos casos debemos volver atrás y preguntarnos: ¿de qué estamos hablando? Es decir; ¿qué es el empuje? Respuesta: es la resultante de todas las fuerzas (distribuidas) ejercidas por el líquido sobre el cuerpo. En algunos casos en que la distribución de esas fuerzas es simple, podemos inferir rápidamente la recta de acción y el sentido del empuje.

Veamos algunos ejemplos. En la figura 4 a suponemos un cilindro colocado verticalmente en el interior de un líquido. La distribución de fuerzas se indica en el dibujo. A grandes rasgos —y teniendo en cuenta las propiedades de la presión, en especial las derivadas del teorema general de la hidrostática— el razonamiento es el siguiente:

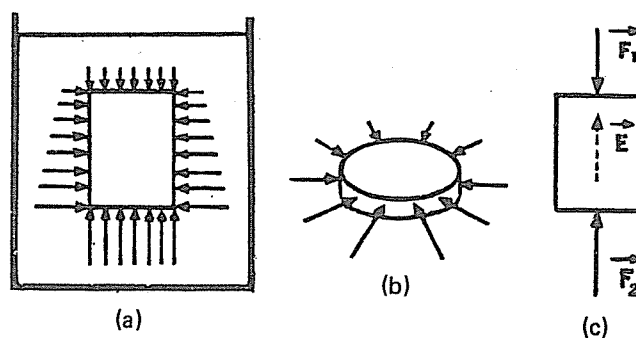


Figura 4

1. Fuerza neta sobre la parte inferior: vertical hacia arriba (porque lo son todas las "fuercitas" que ejerce cada partícula del líquido sobre la base). Esta fuerza actúa en la dirección del eje del cilindro (porque el conjunto de "fuercitas" —todas de igual valor ya que la superficie es horizontal— equivale a una resultante que se aplica en el centro de la base).
2. Fuerza neta sobre la base superior; vertical hacia abajo (por un razonamiento análogo al anterior). En intensidad, esta fuerza es *menor* que aquélla que actúa sobre la base inferior (consecuencia del teorema general de la hidrostática).
3. Fuerza neta sobre la superficie curva: nula. Este resultado proviene de la simetría de la distribución lateral de fuerzas. En efecto, si consideramos la superficie curva descompuesta en un gran número de fajas horizontales y cilíndricas de pequeña altura (figura 4 b) la distribución de fuerzas sobre cada faja es radial y simétrica (sobre cada partícula de la faja actúan fuerzas de igual intensidad, ya que la faja es horizontal). La resultante de las fuerzas ejercidas por el líquido sobre cada faja es nula; también lo será, por consiguiente, la resultante de las fuerzas que actúan sobre la superficie curva del cilindro.
4. El empuje es la resultante de las fuerzas consideradas en 1 y 2 (\vec{F}_1 y \vec{F}_2 en la figura 4 c); es decir, es una fuerza dirigida *hacia arriba* y que actúa sobre una recta coincidente con el eje del cilindro.

En la figura 5 el cuerpo sumergido es una esfera. Observe la distribución radial y simétrica con respecto a un eje vertical que pasa por el

centro de la esfera. La resultante de las fuerzas que actúan sobre la semiesfera inferior es vertical y dirigida hacia arriba, mientras que la de las fuerzas que actúan sobre la semiesfera superior es vertical y dirigida hacia abajo, aunque de menor intensidad que la anterior; el empuje es vertical, dirigido hacia arriba, aplicado sobre la vertical que pasa por el centro de la esfera.

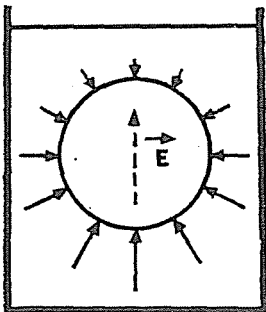


Figura 5

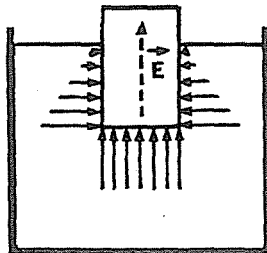


Figura 6

En la figura 6 el cilindro se halla sumergido sólo en parte. En este caso no hay líquido sobre la base superior y la resultante de las fuerzas que actúan sobre la superficie curva sumergida es nula (por un razonamiento análogo al correspondiente al cilindro de la figura 4). El empuje es simplemente la fuerza ejercida sobre la base inferior: vertical hacia arriba y actuando a lo largo del eje. Usted puede verificar este mismo resultado si en lugar de un cilindro considera una esfera semisumergida.

Figura 7

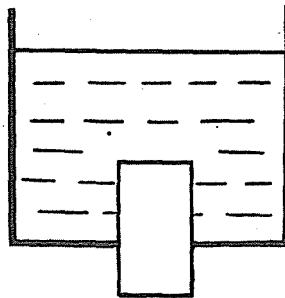
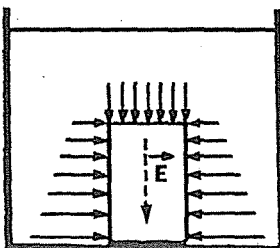


Figura 8

En la figura 7 el cilindro está apoyado en el fondo del recipiente; se supone que el contacto es perfecto, de modo que no hay líquido debajo de la base inferior. El empuje es simplemente la fuerza neta que ejerce el líquido sobre la base superior y *está dirigido hacia abajo*. ¡Atención! *Aquí no se cumple el principio de Arquímedes.* (No solamente porque

el empuje está dirigido en este caso hacia abajo; también porque su valor no es igual al peso del líquido desalojado. Aquí el empuje depende de la profundidad a la que se encuentra la base superior, cosa que no ocurre en el caso en que el líquido rodea por completo al cuerpo).

¿Y qué sucede en el caso de la figura 8? El cuerpo cilíndrico, cuya densidad se supone menor que la del líquido, se comporta como un tapón. Si se aplica a ciegas el principio de Arquímedes, se obtiene un bello resultado: existe una única posición del cuerpo para la cual se comporta, efectivamente, como un tapón, en equilibrio. Si se lo introduce un poco en el líquido, asciende; si se tira un poco de él hacia afuera, desciende. Bello pero falso. En realidad, independientemente de cuán hundido esté el cuerpo, es expulsado por el líquido: como en el caso de la figura 7, el empuje está dirigido hacia abajo. Tampoco aquí puede emplearse el principio de Arquímedes. ¿Y qué diríamos si el tapón obturase una pared vertical del recipiente? Hágalo y verá (figura 9).

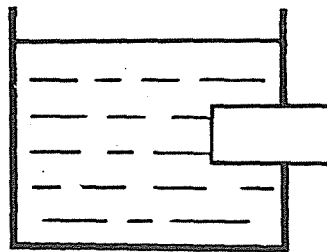


Figura 9

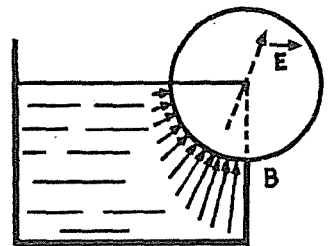


Figura 10

Finalmente: la figura 10 considera el cilindro colocado en la posición propuesta por el inventor. No interesa analizar el efecto de las fuerzas que ejerce el agua sobre las bases (ahora orientadas verticalmente): dicho efecto, por simetría, es nulo. Lo fundamental en este caso es determinar cómo será la resultante de las fuerzas actuantes sobre el cuarto de superficie curva en contacto con el líquido. Considere fajas paralelas a las bases del cilindro: el sistema de fuerzas que actúa sobre cada faja es concurrente en un punto del eje, y su resultante pasará también por allí. Las resultantes que corresponden a cada faja se hallarán en un plano (que contiene al eje) y serán paralelas; al componerlas se obtendrá el empuje, en este caso, *radial y oblicuo*. Tendrá por tanto momento nulo con respecto al eje; de allí que no

pueda hacer girar el tambor. Para comprobar la oblicuidad del empuje, basta imaginar qué sucederá con el tambor si bruscamente quitamos el eje (vínculo) y lo consideramos simplemente apoyado en el borde B: será "empujado" en dirección oblicua y *no* vertical. Para que el empuje fuese vertical tendríamos que sumergir todo el semicilindro inferior, pero incluso así esa fuerza intersectaría al eje y no produciría rotación. Habrá que pensar en otra cosa. ¿Reemplazar el agua por mercurio, por ejemplo? No sirve porque de tal modo aumentaría la intensidad del empuje, pero éste no dejaría de ser radial: a nuestro inventor el mercurio no le resolverá la cuestión.

¿Y cómo se compatibiliza este resultado (empuje oblicuo) con el enunciado usual del principio de Arquímedes (empuje vertical)? ¿Acaso aquí *ha dejado de cumplirse* dicho principio? Por supuesto que no: ocurre que el inventor pretende aplicar una ley física fuera de sus dominios de validez. En este caso, sencillamente, *no corresponde* aplicar el principio de Arquímedes, del mismo modo que no corresponde aplicar el teorema de Pitágoras a una baldosa triangular equilátera (y nadie diría por ello que el teorema "ha dejado de cumplirse"). El problema consiste entonces en precisar el dominio de validez del enunciado del principio de Arquímedes que hemos presentado en párrafos anteriores. O sea: ¿qué debemos entender por un cuerpo *parcial* o *totalmente sumergido*.

Precisiones

En los casos de las figuras 4 y 5 el cuerpo está *totalmente sumergido*; esto significa que el líquido "rodea por completo" al cuerpo, es decir que todos los puntos de su superficie se hallan en contacto con el líquido. *En estas condiciones* el principio de Arquímedes se cumple.

En el caso de la figura 6 el cuerpo está *parcialmente sumergido*. Esto significa que el líquido rodea completamente la "superficie inferior" del cuerpo, es decir que está en contacto con la porción de superficie del cuerpo que se halla ubicada por debajo del plano horizontal al que pertenece el nivel libre del líquido. También *en estas condiciones* el principio de Arquímedes se cumple.

Definidos así los términos "cuerpo parcialmente sumergido" y "cuerpo totalmente su-

mergido", ya no pueden quedar dudas. Los casos de las figuras 7, 8, 9 y 10 escapan a la aplicabilidad de aquella ley; en el primero, porque el líquido no rodea totalmente al cuerpo (que no está "totalmente sumergido"); en los restantes, porque el líquido no rodea la "superficie inferior" del cilindro (que no está "parcialmente sumergido") ¿Significa esto que en estos casos no se puede calcular el empuje? No, significa que no se lo puede calcular *a partir del principio de Arquímedes*; habrá que estudiar, directamente, la distribución de fuerzas, ya que las condiciones especiales de inmersión del cuerpo no permiten la aplicación de aquella ley.

En conclusión, el enunciado de la ley física llamada "principio de Arquímedes" debe ser precedido por las *definiciones* de "cuerpo totalmente sumergido" y de "cuerpo parcialmente sumergido". De este modo se delimitan con nitidez los casos en que tal ley puede ser aplicada. Los razonamientos del inventor fallan pues éste atribuye a "cuerpo parcialmente sumergido" el significado corriente que ofrece el diccionario: estar en parte "metido debajo del agua u otro líquido". Pero el tambor no está "parcialmente sumergido" si se acepta la definición más rigurosa que hemos propuesto antes. Ello suele ser así en general: los términos que aparecen en los enunciados científicos pueden tener distinto significado de aquellos que les atribuimos en la vida diaria.

Sueños dorados

En la bibliografía usted encontrará muchos otros ejemplos de proyectos de motores perpetuos que podrá discutir: pertenecen al desván de los sueños nunca realizados. Algunos de ellos son aptos para razonar de este modo: "si el enunciado tal o cual fuese verdadero, entonces el mecanismo se comportaría como un motor perpetuo; por tanto, el enunciado tal o cual debe ser falso". Así, por ejemplo, en el caso del tambor podríamos inferir que el empuje *debe ser radial*, ya que *si así no fuera* el conjunto se comportaría como un motor perpetuo. Un razonamiento de esta naturaleza llevó a Simón Stevin, en el siglo XVI, a formular la ley de equilibrio de un cuerpo apoyado sobre un plano inclinado (consulte la referencia 3).

Le proponemos, como ejemplo, que infiera lo siguiente: las rectas de acción del peso de un

cuerpo rígido *deben* cortarse en un punto (G), ya que, si así no ocurriese, al apoyarlo sobre un plano horizontal obtendríamos un motor perpetuo. Este "molino de gravedad de estado sólido", como lo denomina su autor, se debe a Agustín M. Rela. Actualmente, Rela se encuentra diseñando diversos modelos de lo que ha dado en denominar "freno perpetuo", artefacto que no pretende crear energía sino *destruirla*. Se evitaría con él, por ejemplo, el peligroso aumento de temperatura que acompaña a los mecanismos en los que la energía cinética se transforma en calor por fricción, tales como los sistemas de frenado de los automóviles. Sus proyectos se justifican, desde luego, con fines puramente didácticos. Así lo afirma él, al menos.

Una última y melancólica reflexión: el sueño dorado no ha desaparecido del todo, y aún hoy algunas personas derrochan tiempo (y a veces talento) en la persecución de la vieja quimera. Cabe pensar que, si repudiamos con soberbia sus argumentos sin considerarlos siquiera, corremos el riesgo de ofrecer una versión dogmática de la ciencia y de atribuir a la ley de conservación de la energía el carácter

de un mandamiento emergente de alguna suerte de autoridad superior. Parece más constructivo el diálogo, aunque ello no siempre es posible. Cuando se indaga en las motivaciones del proyectista, no es difícil descubrir en muchos casos la presencia de una visión mágica del mundo que nos recuerda el remoto origen común del tecnólogo y del mago, identificados en su voluntad de poder y dominio de la naturaleza. Una conversación prolongada con algún moderno "inventor del movimiento continuo" suele acabar en disputas acerca de poderes astrales y alquimia, con acusaciones a la "ciencia oficial" de pretendido sectarismo y carencia de imaginación, cuando no en la apología de lo irracional al modo en que lo hacen Pauwels y Bergier en *El retorno de los brujos*. Y cuando allí acaba la conversación, generalmente acaba también nuestra paciencia. El ejemplo del tambor y su proyectista motivó, diez años atrás, la redacción de los cuatro artículos sobre el tema del movimiento continuo que mencionamos en la referencia 2. A raíz de su publicación recibimos cartas de algunos inventores contemporáneos y la visita de tres de ellos. Dialogamos largamente. No pudimos convencer a ninguno.

BIBLIOGRAFIA

1. AROCA SANZ, J.: *La fascinante historia del movimiento continuo*, México, UTEHA, 1963. (Carece de todo rigor científico, pero es una fuente inagotable de ejemplos históricos).
2. BOIDO, G.: *El movimiento continuo*, Revista de orientación didáctica "Limen", año XIV, número 53 al 56, 1976.
3. BOIDO, G.: *Simón Stevin y la nueva ciencia renacentista*, Revista de orientación didáctica "Limen", año XVI, número 67, 1978.
4. LANDAU, L. y KITAIGORODSKI, A.: *Física para todos*, Moscú, Mir, 1963.
5. PERELMAN, I.: *Física recreativa* (dos volúmenes), Moscú, Mir, 1969.
6. ROGERS, E. M.: *Physics for the Inquiring Mind*, Princeton University Press, 1960.