

## Conservación de la energía

---

4-1 ¿Qué es la energía?

4-3 Energía cinética

4-2 Energía potencial gravitacional

4-4 Otras formas de energía

---

### 4-1 ¿Qué es la energía?

Habiendo terminado ya nuestra descripción general empezamos en este capítulo un estudio más detallado de los diferentes aspectos de la física. Para ilustrar las ideas y la clase de razonamiento que se puede usar en física teórica, examinaremos una de las leyes más básicas de la física: la conservación de la energía.

Hay un hecho, o si prefiere, una *ley*, que gobierna todos los fenómenos naturales conocidos hasta la fecha. No se conoce excepción a esta ley —es exacta hasta donde sabemos—. La ley se llama la *conservación de la energía*. Establece que hay cierta cantidad que llamamos energía, que no cambia en los múltiples cambios que ocurre en la naturaleza. Esta es una idea muy abstracta, porque es un principio matemático; significa que hay una cantidad numérica que no cambia cuando algo ocurre. No es la descripción de un mecanismo, o de algo concreto; ciertamente es un hecho raro que podamos calcular cierto número y que cuando terminemos de observar que la naturaleza haga sus trucos y calculemos el número otra vez, éste será el mismo. (Algo así como el alfil en un cuadro negro, que después de cierto número de movimientos —cuyos detalles son desconocidos— queda en el mismo cuadro. Es una ley de esta naturaleza.) Puesto que ésta es una idea abstracta, ilustraremos su significado mediante una analogía.

Imaginemos un niño, tal vez “Daniel el Travieso”, que tiene unos bloques que son absolutamente indestructibles, que no pueden dividirse en partes. Cada uno es igual al otro. Supongamos que tiene 28 bloques. Su madre lo coloca con los 28 bloques en una pieza al comenzar el día. Al final del día, por curiosidad, ella cuenta los bloques con mucho cuidado, y descubre una ley fenomenal —haga lo que haga con los bloques, ¡siempre quedan 28! Esto continúa por varios días, hasta que un día hay sólo 27 bloques, pero una pequeña investigación demuestra que hay uno bajo la alfombra —ella debe mirar por todas partes para estar segura de que el número de bloques no ha cambiado—. Un día, sin embargo, el número parece cambiar —hay sólo 26 bloques—. Una cuidadosa investigación indica que la ventana estaba abierta, y al mirar hacia afuera se encontraron los otros dos bloques. Otro día, una cuidadosa cuenta indica que ¡hay 30 bloques! Esto

causa una gran consternación, hasta que se sabe que Bruce vino a visitarlo, trayendo sus bloques consigo y que dejó unos pocos en la casa de Daniel. Después de separar los bloques adicionales cierra la ventana, no deja entrar a Bruce, y entonces todo anda bien, hasta que una vez cuenta y encuentra sólo 25 bloques. Sin embargo, hay una caja en la pieza, una caja de juguetes, y la madre se dirige a abrir la caja de juguetes, pero el niño dice: "No, no abras mi caja de juguetes", y chilló. A la madre no le estaba permitido abrir la caja de juguetes. Como es extremadamente curiosa, y algo ingeniosa, inventa un ardid. Sabe que un bloque pesa cien gramos, así que pesa la caja cuando ve 28 bloques y encuentra 500 gramos. En seguida desea comprobar, pesa la caja de nuevo, resta 500 gramos y divide por cien. Ella descubre lo siguiente:

$$\left( \begin{array}{l} \text{número de} \\ \text{bloques vistos} \end{array} \right) + \frac{(\text{peso de la caja}) - 500 \text{ gramos}}{100 \text{ gramos}} = \text{constante} \quad (4.1)$$

En seguida parece que hubiera algunas nuevas desviaciones, pero un estudio cuidadoso indica que el agua sucia de la bañera está cambiando de nivel. El niño está lanzando bloques al agua y ella no puede verlos porque está muy sucia, pero puede saber cuántos bloques hay en el agua agregando otro término a su fórmula. Ya que la altura original del agua era de 15 centímetros y cada bloque eleva el agua medio centímetro, esta nueva fórmula sería:

$$\left( \begin{array}{l} \text{número de} \\ \text{bloques vistos} \end{array} \right) + \frac{(\text{peso de la caja}) - 500 \text{ gramos}}{100 \text{ gramos}} \quad (4.2) \\ + \frac{(\text{altura del agua}) - 15 \text{ centímetros}}{0,5 \text{ centímetro}} = \text{constante}$$

En el aumento gradual de la complejidad de su mundo, ella encuentra una serie completa de términos que representan modos de calcular cuántos bloques están en los lugares donde no le está permitido mirar. Como resultado, encuentra una fórmula compleja, una cantidad que *debe ser calculada*, que en su situación siempre permanece la misma.

¿Cuál es la analogía de esto con la conservación de la energía? El más notable aspecto que debe ser abstraído de este cuadro es que *no hay bloques*. Quite el primer término en (4.1) y en (4.2) y nos encontraremos calculando cosas más o menos abstractas. La analogía tiene los siguientes puntos. Primero, cuando estamos calculando la energía, a veces algo de ella deja el sistema y se va, y a veces algo entra. Para verificar la conservación de la energía debemos tener cuidado de no agregar ni quitar nada. Segundo, la energía tiene un gran número de *formas diferentes*, y hay una fórmula para cada una. Estas son: energía gravitacional, energía cinética, energía calórica, energía elástica, energía eléctrica, energía química, energía radiante, energía nuclear, energía de masa. Si hacemos el total de las fórmulas para cada una de estas contribuciones, no cambiará a excepción de la energía que entra y que sale.

Es importante darse cuenta que en la física actual no sabemos lo que la energía es. No tenemos un modelo de energía formada por pequeñas gotas de un tamaño definido. No es así. Sin embargo, hay fórmulas para calcular cierta

cantidad numérica, y cuando las juntamos todas nos da “28” —siempre el mismo número—. Es algo abstracto en el sentido que no nos informa el mecanismo o las *razones* para las diversas fórmulas.