



# Procesos reversibles e irreversibles

Fig. 10-1. El primer vehículo que funcionó con una máquina de vapor fue ideado por el ingeniero francés Nicholas Joseph Cugnot.

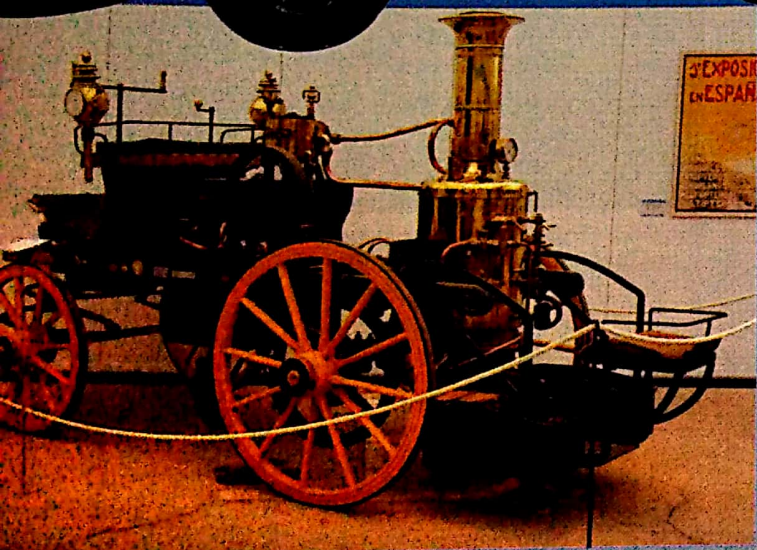
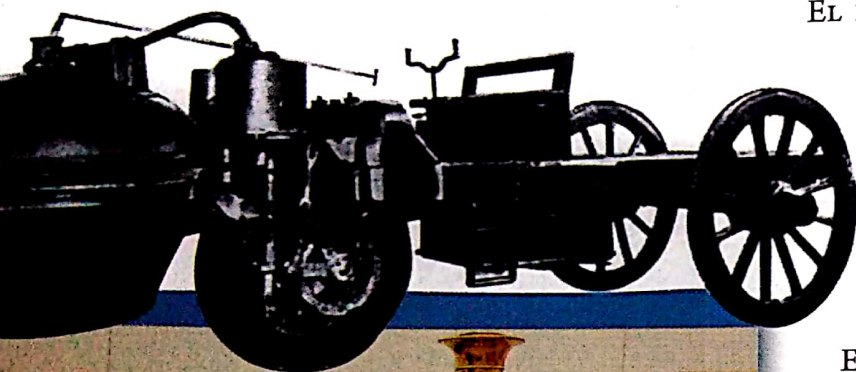


Fig. 10-2. Vehículo desarrollado por Karl Friedrich Benz.

*Desde la máquina de vapor hasta la radiotelefonía, son innumerables los inventos resultantes de los progresos de la Física en el siglo XIX de que hoy gozamos; directa o indirectamente, tales inventos ocupan en la vida de cada cual un lugar tan considerable, que parece necesario enumerarlos.*

**Louis Victor De Broglie (1892-1987)**

EL INGENIERO Y MILITAR FRANCÉS NICHOLAS JOSEPH CUGNOT (1725-1804) DESARROLLÓ EL PRIMER VEHÍCULO IMPULSADO POR VAPOR EN 1769. SE TRATABA DE UN TRICICLO QUE LLEVABA UNA MÁQUINA DE VAPOR RUDIMENTARIA, TENÍA RUEDAS DE MADERA Y LLANTAS DE HIERRO, Y PESABA UNAS 4,5 TONELADAS.

EN 1866, EL INGENIERO BELGA JEAN JOSEPH ETIENNE LENOIR (1822-1900) PATENTÓ EL PRIMER MOTOR DE EXPLOSIÓN; AUNQUE TODAVÍA NO POSEÍA VIRTUDES SUFICIENTES EN LA PRÁCTICA. EL ALEMÁN GOTTLIEB WILHELM DAIMLER (1834-1900) CONSTRUYÓ, EN 1866, EL PRIMER AUTOMÓVIL CON MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA, AUNQUE POR SU PESO DE DOS TONELADAS ERA PRÁCTICAMENTE INUTILIZABLE. ESTE NUEVO VEHÍCULO IMPULSARÍA EL DESARROLLO DE LA NACIENTE INDUSTRIA AUTOMOTRIZ.

EN 1883, EL INGENIERO ALEMÁN WILHELM MAYBACH (1846-1929) DISEÑÓ Y CONSTRUYÓ EL PRIMER MOTOR DE GASOLINA, Y EN 1885, KARL FRIEDRICH BENZ (1844-1929) INVENTÓ EL PRIMER AUTOMÓVIL UTILIZABLE MOVIDO POR

UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA. OCHO AÑOS DESPUÉS, CREÓ EL PRIMER AUTOMÓVIL CON CUATRO RUEDAS. LOS MOTORES ACTUALES TIENEN CARACTERÍSTICAS IMPENSABLES POR AQUELLOS INGENIEROS DEL SIGLO XIX QUE DIERON LOS PRIMEROS PASOS EN EL DESARROLLO DE ESTOS VEHÍCULOS. TAL COMO LO SEÑALÓ EL GENIAL FÍSICO FRANCÉS **LOUIS DE BROGLIE** (1892-1987), LOS CONCEPTOS Y TEORÍAS FÍSICAS PERMITIERON LA APARICIÓN DE NUMEROSOS PRODUCTOS DE GRAN UTILIDAD PARA NUESTRA VIDA COTIDIANA.



## Las características de los sistemas

Como viste en el capítulo 9, un **sistema físico** es una parte del Universo en la que tenemos un interés especial y por eso la queremos estudiar. Puede ser una célula, un motor de combustión, un cometa o el Universo como un todo.

Cuando se habla de un sistema es imprescindible especificar cuidadosamente lo que incluye. Lo que queda fuera de él se denomina **ambiente**. Por lo general, para estudiar un sistema determinado nos ubicamos en el ambiente y lo observamos desde allí.

El sistema y el ambiente están separados por una **frontera**, cuyas características determinan el tipo de sistema.

Aquellos con fronteras permeables a algún tipo de sustancia se llaman **sistemas abiertos** (figura 10-3A), debido a lo cual intercambian materia con el ambiente. Por ejemplo, un lago intercambia materia con los ríos, o bien con la atmósfera, al evaporarse el agua. Además de materia, los sistemas de este tipo también intercambian energía con el ambiente.

Los **sistemas cerrados** (figura 10-3B), a diferencia de los anteriores, no intercambian materia con el ambiente pero sí energía, en forma de trabajo o calor; por ejemplo, si se pone al fuego un recipiente cerrado herméticamente.

Algunos sistemas están encerrados en recipientes que no se deforman (el volumen no cambia a medida que transcurre el tiempo) ni intercambian calor con el ambiente (son adiabáticos) por eso se los llama sistemas aislados (figura 10-3C). Como no hay cambios de volumen ni de forma, no hay trabajo mecánico realizado o recibido, por lo que su energía interna no cambia. Además, como no hay flujos de calor desde el sistema o hacia él, la energía interna de este no puede modificarse por esta causa. Para los sistemas aislados no importa en absoluto lo que está fuera, ya que, pase lo que pase adentro, no afectará en nada al exterior. Pero los sistemas naturales macroscópicos rara vez pueden considerarse aislados,

con la notable excepción del Universo. Con propósitos experimentales pueden crearse sistemas aislados utilizando recipientes adiabáticos e indeformables.

## Procesos, evoluciones o transformaciones de los sistemas

El trabajo, el calor y la energía son los conceptos básicos de la **termodinámica**. Esta ciencia estudia los cambios de energía que acompañan a los procesos, evoluciones o transformaciones de los sistemas. Un proceso o transformación puede ser tan simple como un cambio en un sistema –la dilatación de una barra de cobre o el enfriamiento de una naranja–, o bien un cambio en el estado de agregación, como el congelamiento del agua.

La energía de un sistema es su capacidad de realizar trabajo. Cuando se comprime un gas o un resorte, la capacidad de realizar trabajo de estos aumenta; por lo tanto, la energía interna del sistema crece (figura 10-4). Cuando el sistema realiza trabajo sobre el ambiente, por ejemplo al expandirse el gas o el resorte, su energía interna disminuye porque también se reduce su capacidad de realizar trabajo.

La energía interna de un sistema también puede cambiarse sin realizar trabajo, lo cual puede comprobarse experimentalmente. Cuando el cambio se produce por una diferencia de temperatura entre el sistema y el ambiente se dice que la energía se transfirió como calor. Cuando se calienta el agua de una caldera y se genera más vapor, la capacidad del agua para realizar trabajo aumenta y con ello también su energía interna (figura 10-5).



Fig. 10-4.  
La compresión de un resorte aumenta su energía interna.



Fig. 10-5. Las calderas acumulan energía interna.

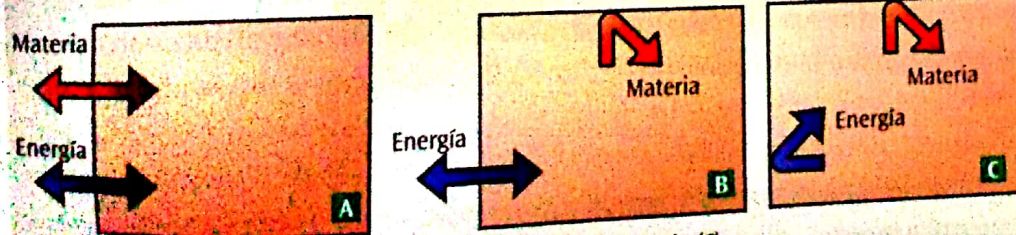


Fig. 10-3. Sistema abierto (A), sistema cerrado (B) y sistema aislado (C).