

6 Las máquinas térmicas

Hasta ahora hemos visto máquinas simples. Ahora vamos a estudiar máquinas que transforman la **energía térmica** en energía mecánica (movimiento). Son las denominadas **máquinas térmicas**.

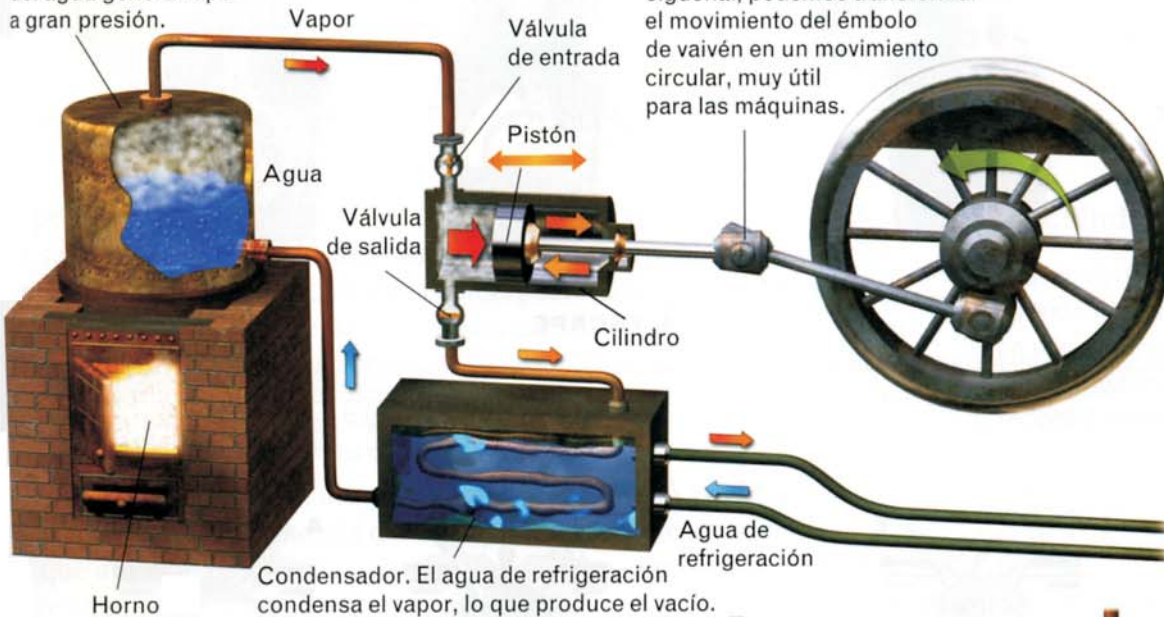
Las máquinas térmicas, según la forma de realizar la combustión del combustible, pueden ser de dos tipos:

- De **combustión externa**: el combustible se quema fuera del motor, como en el caso de una máquina de vapor.
- De **combustión interna**: el combustible se quema dentro de la máquina, como en el motor de un coche.

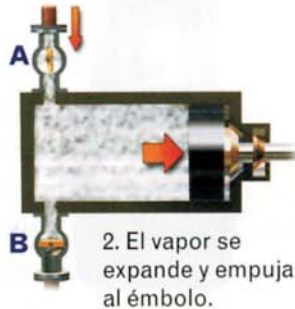
□ Combustión externa: la máquina de vapor

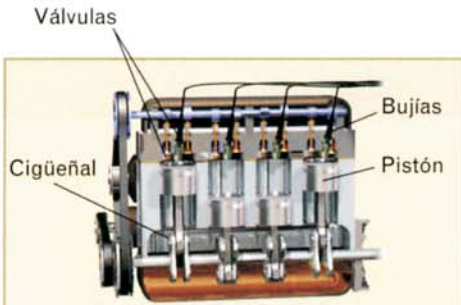
La máquina de vapor de Watt se hizo muy popular gracias al tren, a los barcos de vapor y a multitud de máquinas que sustituyeron el trabajo manual. Aparecieron nuevas profesiones: mineros (se necesitaba mucho carbón), mecánicos, etc., con lo que emergió una nueva clase social, la clase obrera.

Caldera. La ebullición del agua genera vapor a gran presión.



Movimiento del pistón:





El movimiento alternativo del pistón se transforma en circular mediante el cigüeñal. Todo tiene que estar coordinado porque si la bujía se enciende cuando todavía está subiendo el pistón o las válvulas se abren a destiempo, hay pérdida de potencia.

□ Combustión interna

Los motores de combustión interna son más eficientes porque el calor se produce dentro de la máquina y, por tanto, hay menos pérdidas de energía.

■ El motor de cuatro tiempos

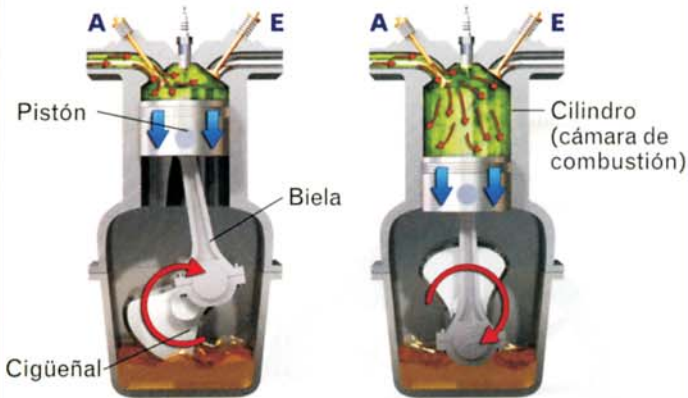
De los motores de combustión interna, el más utilizado es el motor de cuatro tiempos, que es el que usan la mayoría de los coches. Para que un motor genere energía necesita el combustible y el aire (que tiene oxígeno, gas necesario para quemar el combustible).

Se llama de cuatro tiempos porque tiene cuatro fases bien diferenciadas.

1. ADMISIÓN

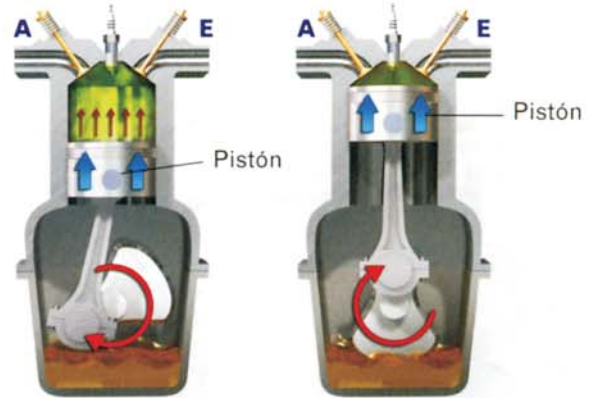
La válvula A se abre; entran el aire y el combustible (gasolina pulverizada) en el cilindro. Baja el pistón. Al bajar el pistón, se hace el vacío y ayuda a que entre mejor la mezcla.

A: Válvula de admisión. **E:** Válvula de escape.



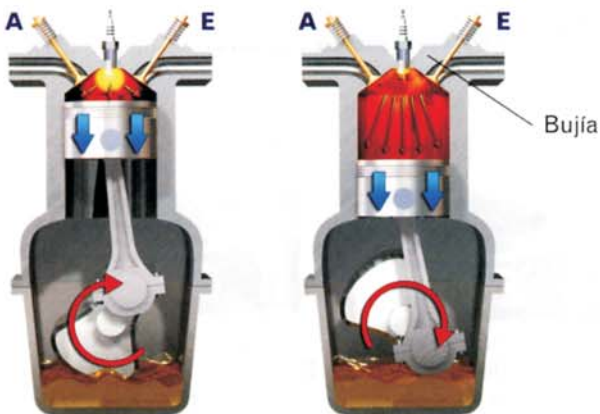
2. COMPRESIÓN

Al subir el pistón, se cierran las válvulas A y E y se comprime la mezcla (gasolina y aire). Para que suba el pistón la primera vez, hay que ayudarse con un motor de arranque alimentado por la batería del coche. Después, ya sube por el propio giro del cigüeñal.



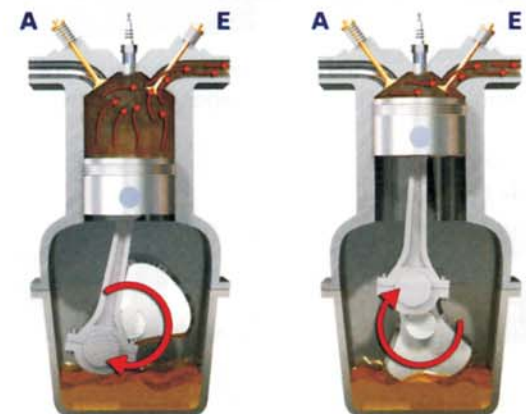
3. EXPLOSIÓN

Cuando la mezcla está muy comprimida, la bujía lanza una chispa que hace explotar la mezcla. Los gases muy calientes se expanden y hacen bajar el pistón.



4. ESCAPE

Se abre la válvula E (escape) y, al subir el pistón, expulsa los gases producidos en la combustión a través de dicha válvula. Los gases pasan al tubo de escape, que los envía al exterior. Se vuelve a empezar el ciclo admisión-compresión-explosión, escape, y así sucesivamente.



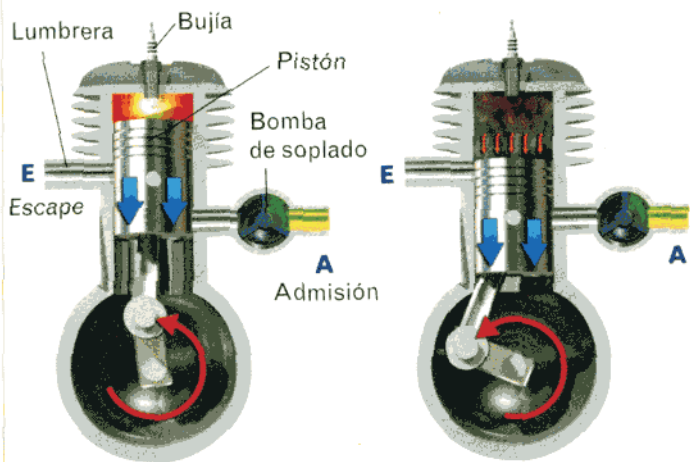
■ El motor de dos tiempos

Es un motor más sencillo que se utiliza mucho en las motos, cortadoras de césped, etc. Al igual que el de cuatro tiempos, tiene que admitir combustible, comprimirlo, explotar y expulsar los gases, pero lo hace en solo dos fases en un solo cilindro:

1. COMPRESIÓN-EXPLOSIÓN

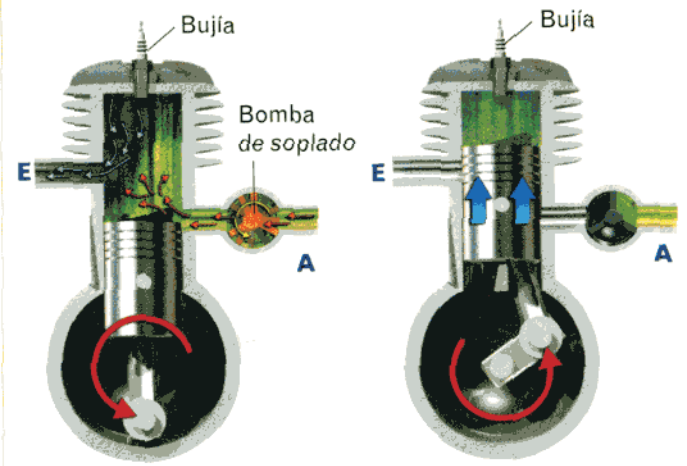
El pistón sube y comprime la mezcla. Cuando está arriba del todo, se enciende la bujía provocando la explosión de la mezcla. Los gases calentados a alta temperatura se expanden y hacen descender el pistón con mucha energía.

Empieza el escape de los gases al llegar a la lumbrera E.



2. ESCAPE-COMPRESIÓN

Cuando el pistón está abajo, salen por el escape los gases procedentes de la anterior combustión y, al mismo tiempo, entra por la lumbrera A (gracias a la bomba de soplado) la mezcla de aire y gasolina. Por último, el pistón sube y comienza otra vez la compresión-explosión.



A pesar de que se les pone aceite para eliminar el rozamiento, con tanto sube y baja, los cilindros y los pistones se calientan, por lo que hay que refrigerarlos. En el caso de las motos son fácilmente visibles las rejillas de ventilación, que al tener tanta superficie pueden intercambiar mucho calor con el aire exterior.

■ Los motores diésel

En los motores diésel se usa un combustible llamado gasoil (o gasóleo) y no tienen bujía. La mezcla del aire y el combustible se comprime tanto que alcanza los 600 °C, temperatura a la que explota la mezcla sin necesidad de la chispa de la bujía.

La cilindrada

Una moto de 500 quiere decir que tiene 500 cm³ (medio litro) de capacidad en sus cilindros. Si tienes que calcular el volumen de un cilindro debes recordar la expresión:

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

donde r es el radio del cilindro, y h , la altura (**carrera** que recorre el pistón).

ACTIVIDADES

9. ● Señala si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones:
- El motor de cuatro tiempos se llama así porque tiene cuatro cilindros.
 - Los motores diésel no necesitan bujías.
 - La cilindrada de un motor se refiere al número de cilindros que tiene.
 - En el motor de dos tiempos el escape y la admisión se llaman lumbreras.



El *Ariane 5*, un cohete espacial europeo, lleva dos tanques, uno de hidrógeno (combustible) y otro de oxígeno (comburente). La reacción química entre el hidrógeno y el oxígeno es muy violenta, produce mucha energía para subir al cohete. Como producto de la reacción se genera vapor de agua, y esta es su gran ventaja: **no contamina**.

7 Motores para volar

Famosos y fracasados fueron los intentos de Leonardo da Vinci por construir máquinas que pudieran volar. Hace 200 años, los hermanos Montgolfier lograron el objetivo, construyeron el primer globo aerostático, que vuela gracias al aire caliente que lo hace ascender. Pero el primer avión con motor que logró despegar se debe a los hermanos Wright en el año 1903. ¡El sueño estaba cumplido!

□ Principio de acción y reacción

Para comprender este principio de la física no hay nada mejor ni más divertido que ponerse unos patines y jugar a los bolos sobre una pista de hielo. Al lanzar la pesada bola, notarás que te vas hacia atrás. ¿Cómo es posible si la fuerza la has hecho hacia adelante?

No es tan difícil. Tú haces fuerza sobre la bola (que sí sale hacia adelante) y la bola a su vez hace fuerza sobre ti en sentido contrario (que te hace ir hacia atrás). A estas fuerzas se les llama **acción** y **reacción**.

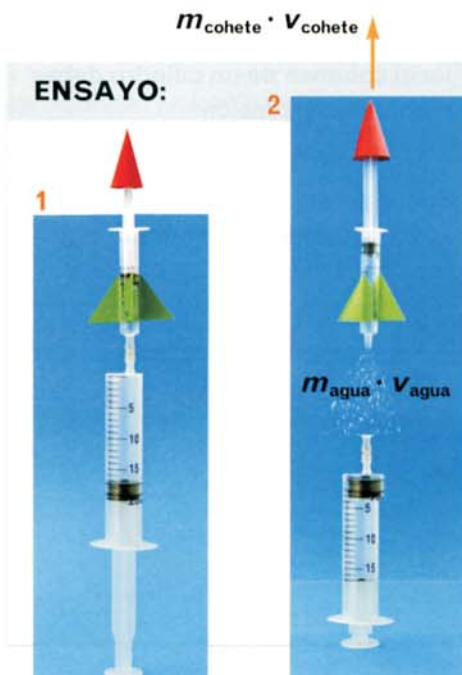
Un reactor es un motor que se basa en el principio de **acción-reacción**.

■ Cohete

Un cohete es un reactor que lleva en un tanque el **combustible** y en el otro el **comburente** (sustancia que reacciona con el combustible para provocar la combustión), normalmente es el oxígeno.

Los gases al calentarse se dilatan y salen a gran velocidad. Cuanta más velocidad de salida tengan los gases producidos por la combustión (vapor de agua) más velocidad tendrá el cohete. Se cumple que:

$$m_{\text{gas}} \cdot v_{\text{gas}} = m_{\text{cohete}} \cdot v_{\text{cohete}}$$



ENSAYO:

2

principio de acción y reacción

1. Vamos a fabricar un sencillo cohete con dos jeringuillas, de paso entenderéis el **principio de acción y reacción**.
2. Llena la jeringuilla pequeña con agua dejando una pequeña cámara de aire. Une las dos jeringas con un pequeño tubo de silicona. Inyecta el aire de la jeringuilla grande en la pequeña. El aire inyectado se comprime en la jeringuilla pequeña y al llegar al máximo empuja el agua hacia fuera.

Observa qué ocurre: la jeringuilla pequeña sale disparada hacia arriba. Aplicando el principio de acción y reacción, observamos que el agua que estaba dentro de la jeringuilla sale con una determinada velocidad, lo que hace que el cohete suba.

$$m_{\text{agua}} \cdot v_{\text{agua}} = m_{\text{cohete}} \cdot v_{\text{cohete}}$$

¿Por qué se usa el queroseno?

Los aviones no utilizan gasoil porque a la altura a la que vuelan la temperatura del aire es muy baja y el combustible se congelaría. Sin embargo, el queroseno aguanta hasta 220 °C sin congelarse.

Motores de aviones

Hay dos tipos principales de motores de aviones:

- Turborreactor, turbofan y turbohélice. Tienen una turbina compresora y se utilizan fundamentalmente en los aviones comerciales.
- Estatorreactor y pulsorreactor. No llevan turbina y se utilizan sobre todo en aviones experimentales no comerciales.

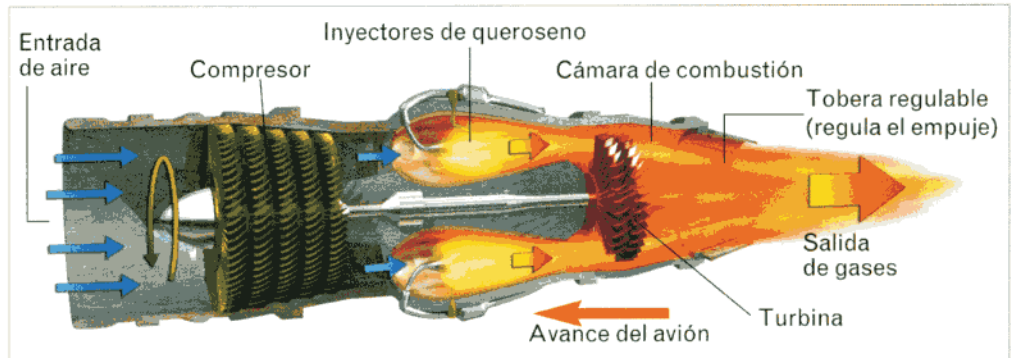
Turborreactor



Avión Concorde.

En estos motores, el aire entra aspirado por las hélices de un compresor. En la cámara de combustión, el oxígeno del aire (comburente) que entra comprimido reacciona con el queroseno (combustible). Los gases a las altísimas temperaturas de combustión, se expanden y salen por la parte posterior a gran velocidad, impulsando el avión hacia adelante.

Al salir hacen girar una turbina que, a su vez, hace girar el compresor delantero (para que entre más aire del exterior).



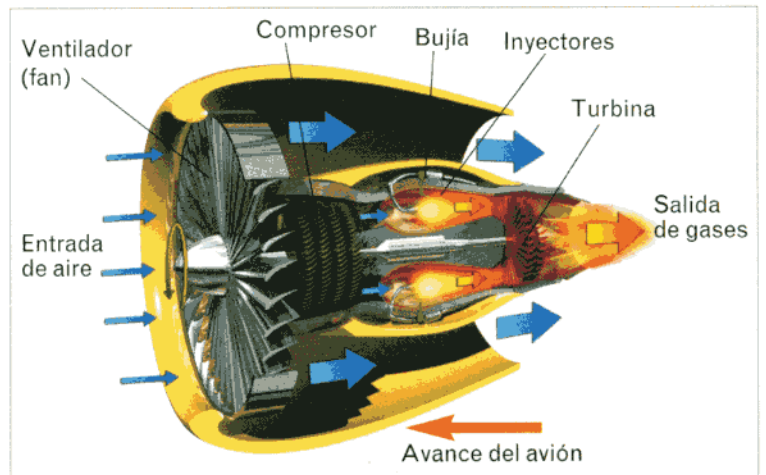
Turbofan (ventilador)



Avión Airbus A380.

Estos motores son los que utilizan la mayoría de los aviones comerciales. La gran ventaja frente al turborreactor es que es mucho más silencioso.

Al estar el ventilador (fan) dentro del tubo, se suman dos efectos: uno, el ventilador refrigera el turborreactor, y dos, el flujo del aire es mayor. El avance del avión se debe al empuje del ventilador (fan) y al de los gases que salen por la tobera final.

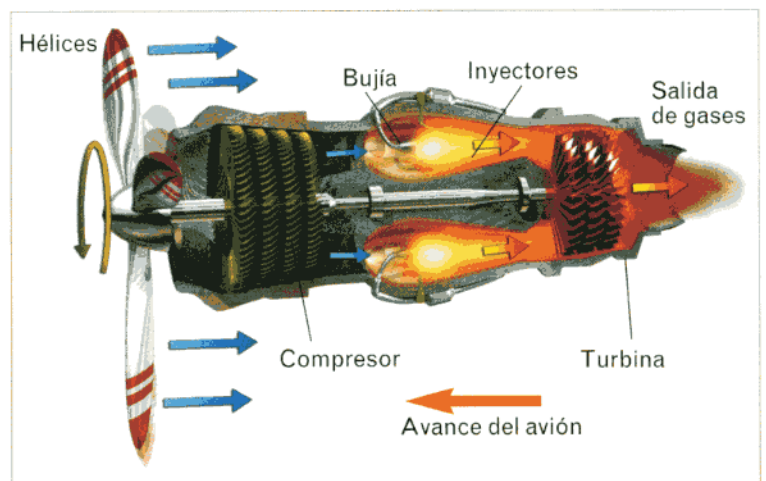


Turbopropulsor (o turbohélice)



Avión C-130 Hércules.

Es muy parecido al turborreactor. La diferencia está en que la turbina de la parte posterior hace girar no solo al compresor, sino a una hélice delantera exterior. Así, la propulsión se debe a dos causas: a los gases que salen por la parte posterior (con poca velocidad, ya que la mayor parte de la energía la gastan en mover la turbina) y al empuje de la hélice.

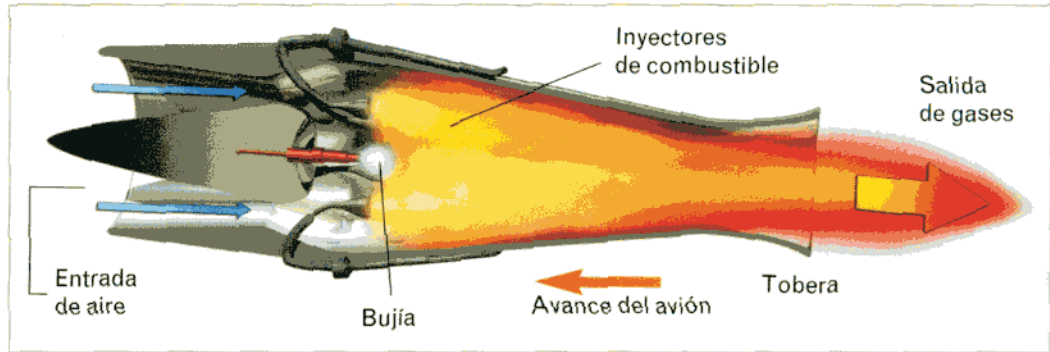


■ Estatorreactor



Avión espía SR-71 Blackbird.

Consiste en un tubo abierto por los dos extremos. El oxígeno del aire entra por la parte delantera a altas velocidades, y reacciona con el combustible. Los gases se expanden debido al enorme calor generado en la combustión iniciada por la chispa de la bujía, de esta forma salen por la parte posterior a gran velocidad, por lo que el motor es empujado hacia adelante.



Sus ventajas son: tiene poco peso, es sencillo, es básicamente un tubo. Se utiliza sobre todo en los aviones espía que vuelan a cotas muy altas y a grandes velocidades.

El principal inconveniente es que si la velocidad de vuelo no es muy alta, los gases de la explosión pueden expandirse y retroceder hacia la entrada.

■ Pulsorreactor

Para mejorar el principal inconveniente del motor anterior se instalan unas válvulas que permiten la entrada de aire (figura 1) y se cierran cuando explota la mezcla (figura 2).

De esta forma evitamos el retroceso de aire hacia la entrada. Así, la combustión se produce a pulsos (abriendo y cerrando la entrada de aire). Esta es la razón por la que se

denomina pulsorreactor. Estos motores se instalan en aviones que soportan poco peso y suelen volar a baja cota.

Normalmente se utilizan para el motor de arranque de los veleros, que una vez situados en una corriente de aire caliente (térmica) se mantienen volando sin necesidad de poner en funcionamiento el motor.

Figura 1

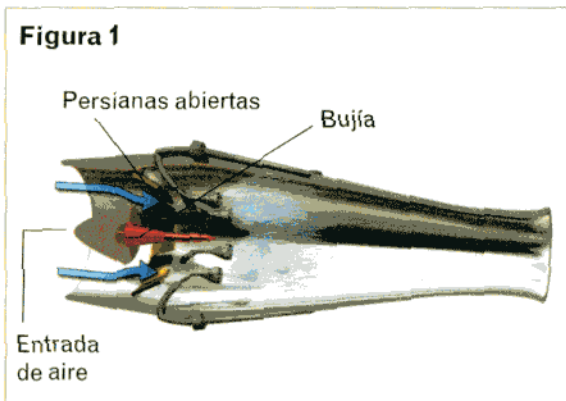
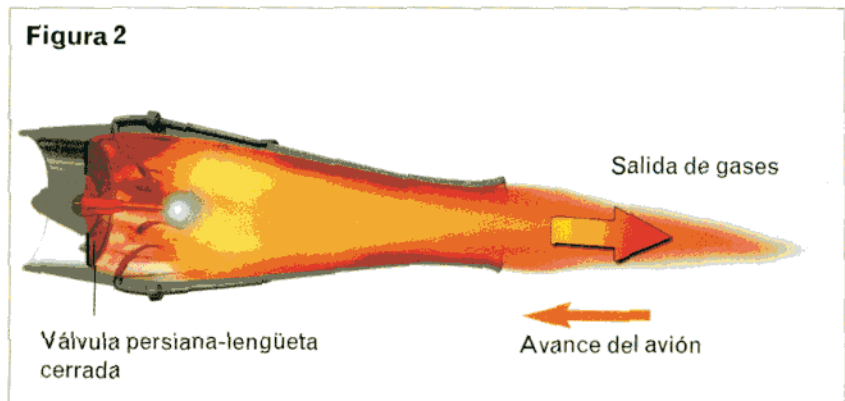


Figura 2



ACTIVIDADES

10. ●● ¿Qué diferencia hay entre el estatorreactor y el pulsorreactor?
11. ●● En los turbohélice, ¿qué impulsa al avión?
 - a) Los gases que salen hacia atrás.
 - b) Las dos cosas.
 - c) Las hélices delanteras.
 - d) La turbina.
12. ● ¿Por qué se utiliza un compresor en los turboreactores?