

La Fuerza del Calor. Construcción de un motor Stirling artesanal

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

Claudia Almirón¹, Dan Anderson¹

¹ISDICA (Instituto Superior en Disciplinas Industriales y Ciencias Agropecuarias), Profesorado Secundario en Física, Lamadrid 945, CP 3200, Concordia, Argentina.

E-mail: claudiaalmiron@gmail.com

Resumen

El punto de partida de este proyecto fue la inquietud de querer construir un motor Stirling, y que luego trajo consigo el interés por el estudio de los conceptos de una parte de la Física que se llama Termodinámica.

El interés por contar sobre esta experiencia es mostrar que la ciencia está más cerca nuestro que lo que generalmente se piensa, valorar la curiosidad como principal motor para el aprendizaje de la misma, ya que nos lleva a querer saber el POR QUÉ de las cosas, el CÓMO suceden y PARA QUÉ sirven.

Palabras clave: Experiencia, Motor Stirling, Termodinámica, Aprendizaje, Física.

Abstract

The starting point of this project was the concern of building a Stirling engine, and this led to the interest in studying the concepts of a part of Physics called Thermodynamics.

The interest in talking about this experiment is to show that science is closer to us than it is generally thought, to value curiosity as the main engine for learning it, because it makes us want to know WHY, HOW and WHAT FOR of everything

Keywords: Experience, Stirling engine, Thermodynamics, Learning, Physics.

I. INTRODUCCIÓN

“Porqué construir un motor?”

Por la satisfacción de haber construido algo uno mismo y comprobar que funciona.

También por la influencia de un padre amante de las máquinas, del gusto por hacer cosas, todo sumado a estar estudiando Profesorado de Física y relacionar los nuevos conocimientos con lo que veía todos los días en el taller de mi padre.

Así surge un proyecto propio de construir un motor simple y que funcione.

Tuve la idea de construir una máquina a vapor, porque pensaba que era la más simple, porque había sido la primera que se inventó.

Comencé a investigar en internet cuáles eran las partes, y si había gente que había construido máquinas de vapor en pequeña escala.

Vi algunos modelos de máquinas a vapor en internet, pero lo que más abundaba era sobre motores Stirling, que parecían fáciles de realizar y en pequeña escala.

Busqué videos tutoriales de cómo construir uno (había muchos), y me puse a conseguir los materiales para construirlo. Pasó un tiempo hasta que reuní todos, y comencé a armarlo.

Cuando estaba armando el primero, me di cuenta que no era tan fácil como parecía en el video, de hecho, no logré hacerlo funcionar.

Volví a mirar más videos, de distintas fuentes a ver si entre todos hacía uno. Aprendí a reconocer los errores y a corregirlos.

Entonces, como los materiales ya los tenía acumulados, emprendí la construcción de la versión mejorada. Este al fin FUNCIONÓ.

Una vez logrado este objetivo, se lo mostré a todo el mundo!!

Había cumplido el primer objetivo, que era construir un motor simple y que funcione, y ahora disfrutaba de la SATISFACCIÓN de haberlo hecho solo, sin ayuda, y poder mostrarlo.

En el entusiasmo de mostrar el funcionamiento del motor, mis amigos me preguntaban más datos acerca del funcionamiento, y eso me dio consciencia de lo ignorante que era, de la cantidad de información que no podía transmitir.

Esa sensación de incomodidad, me llevó a buscar la teoría del funcionamiento del motor.”

(Dan Anderson)

La parte de la ciencia FÍSICA que sustenta el funcionamiento de este motor se llama TERMODINÁMICA, que significa “La fuerza del calor”.

A. El calor es una forma de energía

La energía es todo lo que puede hacer cambiar el estado de algo, de un estado inicial a un estado final.

En los siglos XVII – XVIII se produjo la invención de la máquina a vapor, que produjo un período de enormes progresos económicos, sociales, en lo que se llamó la Revolución Industrial.

En esencia, la máquina a vapor, es un motor de combustión externa que transforma la energía térmica de una cantidad de agua, en energía mecánica.

Se genera vapor de agua en una caldera cerrada por calentamiento, lo cual produce la expansión del volumen de un cilindro empujando un pistón. Mediante un mecanismo de biela - manivela, el movimiento lineal alternativo del pistón del cilindro se transforma en un movimiento de rotación que acciona, por ejemplo, las ruedas de una locomotora o el rotor de un generador eléctrico. Una vez alcanzado el final de carrera el émbolo retorna a su posición inicial y expulsa el vapor de agua utilizando la energía cinética de un volante de inercia.

El vapor a presión se controla mediante una serie de válvulas de entrada y salida que regulan la renovación de la carga; es decir, los flujos del vapor hacia y desde el cilindro.

En la actualidad la máquina de vapor alternativa es un motor muy poco usado salvo para servicios auxiliares, ya que se ha visto desplazado especialmente por el motor eléctrico en la maquinaria industrial y por el motor de combustión interna en el transporte.

La máquina de vapor presentaba peligro de explosión y de quemaduras, en respuesta a esto, Robert Stirling diseñó en 1816 un motor térmico que funcionaba con aire como fluido de trabajo.

Es interesante destacar que si bien las máquinas térmicas existían desde hacía más de 100 años no fue hasta 1824 que los estudios de Nicolas Carnot plasmaron la teoría de su funcionamiento

El ciclo de Carnot (figura 1) se produce cuando un equipo que trabaja absorbiendo una cantidad de calor Q1 de la fuente de alta temperatura T1, cede un calor Q2 a la de baja temperatura T2 produciendo un trabajo sobre el exterior.

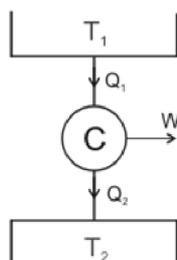


FIGURA 1. Esquema de una máquina de Carnot. La máquina absorbe calor desde la fuente caliente T1 y cede calor a la fría T2 produciendo trabajo

El rendimiento η viene definido por:

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \tag{1}$$

Una máquina térmica que realiza este ciclo se denomina máquina de Carnot.

El ciclo de Carnot es un ciclo ideal o una máquina ideal porque supone que toda la energía entregada se puede recuperar y volver a utilizar en el siguiente ciclo, pero ninguna máquina real alcanza ese rendimiento teórico. El motor Stirling es el único capaz de aproximarse al rendimiento máximo de Carnot por lo que en motores térmicos la mejor opción es el motor Stirling.

En la actualidad, y debido a su alto rendimiento, baja contaminación del medio ambiente y a la escasez recursos energéticos derivados del petróleo, se está reconsiderando la utilización del motor Stirling en aplicaciones tales como:

- coches híbridos (no acoplados directamente a las ruedas sino a un generador que recargue la batería del coche),
- aplicaciones aeronáuticas (a mayor altura la densidad del aire es menor, los motores convencionales de combustión interna pierden potencia por culpa que no toman aire suficiente para realizar la combustión, el Stirling no tendría ese problema),
- submarinos, ya se está utilizando sobre todo por sus menores vibraciones y
- naves espaciales, las agencias espaciales trabajan en motores Stirling en satélites que solucionen sus problemas energéticos en órbita incluyéndolo como elemento intermedio de transformación de la energía entre un reactor de fisión nuclear y el alternador eléctrico.

II. DESARROLLO EXPERIMENTAL

A. El motor Stirling

El principio de funcionamiento básico es calentar y enfriar el aire. Al calentar el aire conseguimos que incremente su volumen y se aprovechará ese movimiento para desplazar una parte del motor. Posteriormente enfriaremos de nuevo el aire, reduciendo su volumen y conseguiremos que el pistón vuelva a la posición inicial.

El motor trabajará siempre con el mismo medio de trabajo, por lo que el motor debe ser hermético.

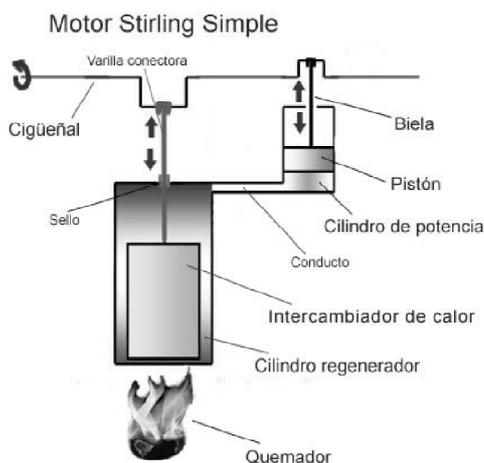


FIGURA 2. Esquema de un motor Stirling y sus partes

1. Para la construcción de este motor se revisaron y siguieron las indicaciones de varios sitios web, y gran variedad de videos de “youtube”.
2. Se buscaron los materiales necesarios:
 - 2 latas de gaseosas o cerveza
 - 1 o 2 latas de duraznos
 - 3 cds viejos
 - 1 globo
 - 30 cm de tanza o hilo de pescar
 - Virulana/lana de acero
 - Clips o alambre
 - Regletas eléctricas (fichas de empalme)
 - Pegamento tipo cianoacrilato (la gotita o equivalente)
 - 2 tapitas de botellas
 - Aceite de máquina
 - Soldadura plástica, poxipol o similar
 - Abrelatas

- Trincheta o Cutter
- Tijeras
- Taladro
- Brocas para metal pequeñas
- Chinchetas o clavos pequeños
- Destornillador
- Alicates
- Lima pequeña o lija fina
- Cinta métrica y/o regla de medir

3. Se prepararon las latas que forman el cuerpo del motor



FIGURA 3. Imagen del interior del prototipo, una vez acopladas las latas

4. Se construyó el diafragma y el desplazador



FIGURA 4. Imagen que muestra parte del diafragma, construido con una tapa agujereada y látex de un globo, y el desplazador hecho con virulana arrollada

5. Se construyó el cigüeñal y el volante de inercia



FIGURA 5. En esta imagen se observa el cigüeñal, y a la derecha el volante de inercia, hecho con CD usados

6. Modelo armado



FIGURA 6. Imagen que muestra un modelo terminado, listo para comenzar a funcionar

III. RESULTADOS

Luego de mostrar el prototipo a familiares y amigos, fue presentado, en abril de 2014, a los compañeros de curso del Profesorado Secundario en Física (figura 7), y después a otros compañeros de otros cursos de la misma institución, siempre contando la experiencia de la construcción y explicando los principios de funcionamiento del motor.



FIGURA 7. En el Profesorado Secundario en Física, presentando el Motor Stirling a los compañeros de 3° año.

En julio de 2014, llevamos el prototipo para presentarlo durante la Feria de las Carreras (figura 8), representando al Instituto Superior en Disciplinas Industriales y Ciencias Agropecuarias.



FIGURA 8. Presentación del Motor Stirling en la Feria de las Carreras realizada en las instalaciones de la Universidad Tecnológica Nacional Regional Concordia, representando al Profesorado de Física en la Feria de las Carreras 2014

En abril de 2015, invitados por la Ingeniera Mirta Velazque, docente de la cátedra de Termodinámica en la Universidad Nacional de Entre Ríos (figura 9), se presentó la experiencia a alumnos de 3er año de la carrera Ingeniería en Alimentos.



FIGURA 9.Charla y presentación del Motor Stirling a los estudiantes de 3er año de la carrera Ingeniería de Alimentos, de la Universidad Nacional de Entre Ríos.

IV. REFLEXIONES FINALES

Sobre la Experimentación: Luego de haber visto variedad de videos explicativos y leído en distintas páginas web donde indicaban el paso a paso para la construcción del motor, y haber intentado con varias versiones que no funcionaron hasta lograr la exitosa, rescatamos la valoración del error como herramienta de aprendizaje, ya que a los resultados se llega mediante sucesivos intentos de prueba y error, tanto en el ámbito científico como en los demás aspectos de la vida, en contraposición con el exitismo de mostrar sólo lo que sale bien.

Sobre la Ciencia: La ciencia puede caracterizarse como conocimiento racional, exacto y verificable. Por medio de la investigación científica, el hombre ha alcanzado una reconstrucción conceptual del mundo que es cada vez más amplia, profunda y exacta. Pero algo debemos dejar claro, para que haya Ciencia, lo primordial que debe existir es la "Curiosidad", que es el principal motor de la misma. Las ansias de "saber" el POR QUÉ de las cosas y el CÓMO suceden y PARA QUÉ sirven.

Sobre el Aprendizaje: Aprender ciencias tiene que ver con poder darle sentido al mundo que nos rodea a través de ideas y explicaciones conectadas entre sí. Explicaciones a las que podemos llegar de diversas maneras, no necesariamente con un libro como punto de partida.

Sobre la Enseñanza: Mucho se habla de la importancia de la motivación en el aprendizaje y este es el desafío que tenemos como (futuros) docentes, plantearnos la utilización de estrategias didácticas movilizadoras como las de Aprendizaje Basado en Problemas, o en Proyectos, propiciando un entorno de aprendizaje constructivista por medio de problemas no estructurados y estimulantes, fomentando el aprendizaje activo, aprender mediante la experiencia práctica y la reflexión, vincular el aprendizaje escolar a la vida real, desarrollar habilidades de pensamiento y toma de decisiones, así como ofrecer la posibilidad de integrar el conocimiento procedente de distintas disciplinas (Díaz Barriga, 2005).

V. CONCLUSIONES

El principal logro, luego de la construcción de este motor artesanal, es que implicó conocer y comprender en acción los principios de la Termodinámica, conocimientos que cobran sentido y "vida" cuando se los "ve funcionando".

Así, el objetivo planteado para este trabajo fue mostrar cómo, a partir de una inquietud personal para desarrollar un dispositivo experimental, surgió la necesidad por aprender los cómo, los por qué y los para qué de los principios básicos de la termodinámica.

Como futuros docentes creemos que nuestros mayores esfuerzos deberían estar abocados a la elección de estrategias movilizadoras, que despierten en los alumnos la curiosidad y la necesidad de aprender.

REFERENCIAS

Díaz Barriga, Frida (2005) *Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida*, México: McGraw Hill.

Wagner, Leandro. (10 de junio de 2014). Motor Stirling simples em latas, picos de 1860 RPM – Engine homemade simple. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=mGqtlzKFeJw>

Orión, Juan Carlos. (18 de enero de 2013). Motor Stirling con latas de Coca Cola. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=6smazl15Sr4>

Lhrod. (13 de julio de 2012). Pasos para construir un stirling en lata. Recuperado de <http://laantiguafragua.blogspot.com/2012/07/pasos-para-construir-un-stirling-en.html>

Guerrero, Carlos. (20 de mayo de 2012). Tutorial: Como fabricar un Motot Stirling - Parte 1. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=TJpug58_DVs

Sears, F. W., Zemansky, M. W., y Young, H. D. (2009). *Física universitaria*, Volumen 1 Decimosegunda edición, México: Pearson Educación.