

## EL DOMINIO DE LA ENERGÍA (del hacha de sílex al motor de explosión)

Un principio, fundamental en Física dice:

“LA ENERGÍA NI SE CREA NI SE DESTRUYE, ÚNICAMENTE SE TRANSFORMA”.

Desde este punto de vista, con la cabecera de esta charla, solo pretendo emular un poco al argumento de una película cuyo título era “En busca del fuego”.

En esa película, el hombre no crea el fuego, este se lo da directamente la naturaleza y más bien aprende como tener una cierta relación con él, digamos que aprende a “dominar al fuego en su favor”

Al fin y al cabo, el fuego es el elemento más extendido e idóneo para la transformación de la energía.

Tomamos un trozo de un material combustible, sea por ejemplo un trozo de madera, lo sometemos a un proceso de ignición y se nos convierte en calor, luz y cenizas.

No hemos creado nada, solo hemos transformado la energía potencial que había en la madera en calor, luz y cenizas.

Si paseamos nuestra vista por la naturaleza, el ser humano “parece ser el peor dotado de todos los seres vivientes en el planeta y el que “aparentemente”.....”solo aparentemente como veremos”, se ha desarrollado menos.

Si comparamos a un ser humano con una diminuta hormiga, encontramos que esta es capaz de transportar una carga hasta diez veces superior a su propio peso. La primera impresión es que la hormiga está mucho mejor dotada que el ser humano e intrínsecamente así es, en cuanto a levantar pesos con su propio esfuerzo, pero si recordamos que un solo ser humano, con un peso medio de 70 kgs., puede conducir fácilmente un gran camión cargado con 25.000 kgs., podríamos decir que el ser humano es capaz de transportar unas 357 veces su propio peso y con muy poco esfuerzo.

Un guepardo, además de ser un hermoso animal, es el cuadrúpedo más veloz del planeta, puede alcanzar una velocidad de hasta 120 kms./hora y un atleta que corra los 100 metros lisos en 10 segundos, que ya es un gran atleta, habrá desarrollado una velocidad media de 36 kms./hora.

Pero al igual que nos pasó con la hormiga y la carga, será oportuno recordar que también un ser humano, pilotando un avión, ha llegado a superar hasta tres veces la velocidad del sonido, lo que se llama Mach 3, y esto equivale a una velocidad aproximada de algo más de 1.200 kms./hora. Y además no lo hace solo durante 100 o 200 metros, como el guepardo, sino en largas distancias.

Y no solo eso, pues también el ser humano ha sabido crear un robot guepardo, una máquina que emula a este bonito animal y que será capaz de llegar a ser incluso más rápido y resistente que él.

Podríamos seguir por este camino de comparaciones y de adaptaciones al medio,

La jirafa ha sabido estirar su cuello para llegar hasta donde crece la comida que necesita,

El elefante ha desarrollado su nariz para poder coger los frutos más altos de los árboles.

Pero al hombre le ha bastado con inventar una herramienta que le permite llegar a la altura que necesite.

Parece que oigo los pensamientos de algunos de los asistentes:

“¡¡¡OJO!!! QUE NO ES EL PROPIO SER HUMANO QUIEN LEVANTA EL PESO”

“¡¡¡CUIDADO!!! QUE NO ES EL PROPIO SER HUMANO QUIEN CORRE A ESA VELOCIDAD”.

“SON SOLO MÁQUINAS”

Y tienen razón los que así piensan, pero son máquinas creadas por el ser humano y no es menos cierto que ha sido el ser humano el que ha sabido proveerse a sí mismo de esos medios, el que ha sabido encontrar las fuentes de energía que le permiten realizar esas proezas, el que, en suma, ha sabido “dominar” la energía en su propio beneficio.

Acostumbrados como estamos a que en nuestra época asistimos a nuevos procedimientos, máquinas, herramientas, utensilios, etc...todos los santos días, parece como si este dominio de la energía fuera nuestra prerrogativa desde siempre, pero ¿cuánto tiempo le ha llevado al ser humano este proceso? ¿Cómo lo ha conseguido?.

Primero echemos un vistazo a una imagen que nos clarifica donde ha estado el verdadero desarrollo del ser humano.

Bueno , en esta composición se aprecia claramente que el ser humano se ha desarrollado bastante y sigue haciéndolo continuamente, ya veremos si acaba como pronostica esta figura, pero donde yo quería ir a parar no era precisamente a esto.

Ahora si, observando esta imagen vemos claramente que en los cráneos humanos es donde se ha producido la gran evolución. Nuestro cráneo, ahí donde se encuentra el cerebro, esa maravillosa máquina de pensar, esa perfecta computadora, no ha sido siempre igual, el de la izquierda es sensiblemente más pequeño y conforme pasan los años, muchos años, va aumentando progresivamente, como se ve de izquierda a derecha en la imagen hasta llegar al tamaño medio de un cráneo de hoy en día.

Si el cerebro era más pequeño hace tres millones de años, parece bastante lícito suponer que el ser humano no ha sido siempre igual de “inteligente” y en contra de lo que parece, sí que ha evolucionado mucho, pero en una parte en la que no lo han hecho el resto de los componentes del reino animal del planeta tierra.

Y si nos fijamos en los datos anotados en la imagen, nos podemos dar cuenta que el camino ha sido largo, muy largo, nada más y nada menos que unos 3 millones de años, que sepamos, porque soy de la opinión que todas estas cosas hay que ponerlas en cuarentena.

Cuando yo era un crío, recuerdo que en el colegio el profesor nos dijo que el ser humano databa de unos 15.000 años, y el hombre se quedó tan pancho, era lo que se creía entonces y vemos hoy como han cambiado nuestros conocimientos sobre estas cosas, estamos hablando de millones de años de existencia del ser humano sobre la faz de la tierra.

Soy consciente de que aquel chiquillo dejó de serlo hace bastante tiempo, desde el punto de vista de la vida humana, pero no tanto desde una visión global de la humanidad, nuestros conocimientos y descubrimientos se suceden hoy a una velocidad enorme..

En no demasiado tiempo, nuestra visión del ser humano y su permanencia en el planeta ha cambiado radicalmente.

Sea como fuere, está claro que el ser humano ha tenido y tiene una capacidad cerebral muy superior a los otros animales terrestres.

Como ejemplo y ya que hemos mencionado a las fuertes y resistentes hormigas, estas tienen en su cerebro unas 100.000 neuronas, mientras que un cerebro humano dispone de unos CIENTO MIL MILLONES de neuronas. La diferencia es abismal.

El ser humano, en sus comienzos, subsistía gracias a la caza y esta no era lo que se puede decir fácil precisamente, los animales de aquellos tiempos sabemos que eran enormes.

Y en contra de lo que pueda sugerir la imagen, lo cierto es que “tenían muy malas pulgas”.

No me cabe duda de que muchos, pero muchos de aquellos seres humanos primitivos fueron la comida de aquellos animales que, a su vez, eran la comida de los propios seres humanos.

Pero había que cazarlos y quizás uno o varios de aquellos antepasados nuestros se preguntaron un buen día ¿cómo podemos combatir a los grandes animales sin que ellos maten a tantos de los nuestros?.

Algún ser humano se diría: “los animales tienen unas patas muy largas y nos es muy difícil acercarnos a ellos” y su cerebro le contestaría “pero ellos no pueden separar las garras y sus uñas de su cuerpo y tú sí que puedes fabricar objetos que le puedas lanzar desde lejos”.

Y así pudo ser que naciera la lanza hace unos 400.000 años.

En otras ocasiones, la lucha sería cuerpo a cuerpo, donde la lanza es inoperante y quizás el ser humano se planteó qué hacer y su cerebro le dijo: “pon la punta de la lanza en un palo pequeño y la podrás manejar bien en las distancias más cortas”.

Y así pudieron nacer las hachas de sílex hace unos 250.000 años.

Pero observemos como la gran evolución del ser humano ha sido y es el conseguir que otro

elemento trabaje para él, que su propia energía se multiplique utilizando elementos externos.

Así puesto en dos párrafos, puede parecer que el paso de ser un animal más a ser el mejor dotado de todos los demás animales se produjo en un santiamén, pero la cosa tardó muchos miles de años,

Siempre dando por buenas las fechas que nos dan los arqueólogos, me permito resaltar que, desde la concepción de la lanza con punta de sílex, hace unos 400.000 años, hasta la del hacha de sílex, hace unos 250.000 años, pasados 150.000 años, luego podemos decir que el desarrollo humano fue lento, muy lento.

Es de imaginar que costó muchas pruebas, muchos fracasos y algunos aciertos, como pasa con todas las nuevas creaciones.

Está claro que la evolución no se ha desarrollado siempre al trepidante ritmo al que ahora se produce, las cosas fueron lentas, muy lentas y es de suponer que la primera lanza de sílex falló el golpe y se rompió y el portador de la misma pasó a mejor vida bajo las garras del animal que él pretendía matar.

Y otro ser humano aprendió la lección, recogió los trozos de la lanza rota, vio por donde se había partido la lanza y se dedicó a pensar en ello hasta que concibió una modificación que le permitió hacer otro tipo de arma más fuerte que la anterior y consiguió un pasito más en la evolución.

Se dice que el ser humano es el más feroz predador del mundo y yo soy de los que pienso también así. A sus eternas peleas y muertes con los animales, para obtener la comida, no debemos olvidar sus más encarnizadas luchas con sus congéneres “LAS MALDITAS GUERRAS” que han estado presentes en todos los tiempos, sin excluir el presente, en el que presumimos de una buena civilización pero que en el fondo seguimos siendo los mismos trogloditas, al menos en lo de la guerra.

Así pues, no es de extrañar que las primeras máquinas que el ser humano concibió fueran máquinas de guerra, los arcos y sus flechas,

Los carros de guerra,

Las catapultas, capaces de lanzar grandes pesos e incluso material ardiendo para producir incendios al caer.

Las grandes ballestas para lanzamiento de grandes piedras, precursoras de los actuales cañones de campaña.

Los primeros carros blindados.

Pero todo esto se fue desarrollando de una forma muy lenta. Tomemos datos aportados por estudiosos de la arqueología y la paleontología y pongamos algunos ejemplos:

Se estima que el ser humano comenzó a utilizar el fuego hace unos 600.000 años.

Sin embargo, hubo que esperar hasta 1827 para disponer de un elemento que permitiera producirlo con facilidad.

Se estima que el ser humano comenzó a cubrirse con las pieles de los animales que cazaba, a modo de vestido, hace unos 500.000 años,

Pero no desarrolló el elemento que le permitía coser sus vestidos hasta hace unos 40.000 años, época de la que datan las primeras agujas con ojo encontradas.

Ya se ha comentado antes que la antigüedad de las lanzas se estima en unos 400.000 años

y la de las hachas de sílex en unos 250.000 años

y debemos esperar hasta hace unos 30.000 años para encontrar el nacimiento del arco y las flechas.

Todo esto nos da una idea de las enormes distancias en el tiempo que se han producido entre un avance y el siguiente.

Hoy en día ya no es así, no hace ni 100 años desde el descubrimiento del primer transistor

y hoy ya disponemos de microchips que, en menos de un centímetro cuadrado, pueden contener miles de transistores, todos ellos perfectamente interconectados y funcionando a velocidades de vértigo, si tenemos en cuenta que un microchip no demasiado sofisticado puede llegar a controlar diez millones de conexiones y desconexiones en tan solo un segundo.

Con todo y volviendo nuestra atención a muchos años atrás, quizá no sea ninguna aberración decir que el ser humano comenzó realmente a buscar nuevas fuentes de energía cuando comenzó la era de la agricultura.

Recolectar frutos silvestres era relativamente sencillo y no suponía interferir en nada con la naturaleza, bastaba con ir donde los hubiera y cogerlos, si acaso, habría que subirse al árbol, pero poco más,

Pero la agricultura es diferente, se necesita una buena extensión de terreno para que la cosa resulte útil, y esa extensión de terreno hay que roturarla periódicamente por lo que el ser humano, una vez más, pensó en como no hacerlo él mismo y concibió la forma de uncir una yunta de bueyes al arado para dominar, en su favor, la energía de estos animales.

Pero además, las plantas necesitan agua y el cielo la provee cuando quiere y no siempre cuando al ser humano le resulta necesario.

El agua de la lluvia cae desde el cielo sobre la tierra, pero el ser humano necesitaba utilizar el agua terrestre, la de los ríos y los lagos, y esta siempre se encuentra más baja que los terrenos de cultivo.

Lo primero fue tomar el agua del río, canalizarla en acequias y hacerla llegar hasta los campos de cultivo.

Fijémonos en la imagen, el hombre con su propio esfuerzo podía sacar una determinada cantidad de agua, pero pensó y pensó, descubrió la ley de la palanca y se construyó una rudimentaria máquina que le permitía mejorar enormemente sus escasas facultades naturales.

Pero la cosa se fue extendiendo, los campos cultivados eran cada vez mayores y estaban cada vez más lejos de los ríos. Había que sacar mucha más agua y además, fue necesario excavar pozos, sacar el agua de ellos y utilizarla para regar.

Sacar agua de un pozo para beber no es demasiado costoso ni difícil, pero hacerlo para sacar la necesaria para todo un pueblo, eso ya es más costoso y el ser humano, una vez más, pensó y concibió la noria, que le permitía obtener el agua que necesitaba, con el mínimo esfuerzo y en cantidad suficiente para sus necesidades personales, pero sacar la necesaria para regar un campo, eso ya es harina de otro costal.

Y el ser humano no pensó en hacerlo por sí mismo, pensó en dominar la energía externa y hacer que otro animal trabajase para él y así, aprovechando la energía de ese otro animal, desarrolló la noria de extracción de agua, y una vez con el agua a la altura que le convenía y un animal trabajando continuamente para sacarla, ya podía canalizarla hasta el cultivo y por añadidura, disfrutar de ella para beber sin tener que subirla con sus propias fuerzas.

Entonces pudo ocurrir que un ser humano muy trabajador y vigoroso, logró obtener cosechas muy superiores a lo que él y su familia precisaban para vivir y pensó ¿que haré con el sobrante?. Ciertamente no creo que haya nadie que sepa como fue realmente, pero lo cierto es que a alguien se lo ocurriría, si yo tengo exceso de frutos de mi cosecha y aquel otro tiene exceso de los animales que ha domesticado y cría, pongo por ejemplo, pues le voy a proponer un trueque y con ello, cabe suponer que se creó una nueva industria, la del transporte.

El de los animales le diría, tráeme tus frutos y te llevas mis animales y el ser humano inventó la carreta, con sus ruedas, pero de la que había que tirar y una vez más pensó en como no hacerlo por sí mismo y se le ocurrió uncir una yunta de bueyes para aprovechar su energía y no la propia.

Pero volvamos un poco a la noria de elevación de agua. Quizás alguien quiso subir el agua directamente del río y observó que la corriente movía por si sola a la noria y entonces se dijo “SI APROVECHO ESTA ENERGÍA PUEDO MOVER CON MUCHA FACILIDAD LA GRAN PIEDRA DE MI MOLINO” y otro pensó “CON ESA ENERGÍA PUEDO MOVER EL FUELLE DE MI FRAGUA” y así puede que comenzara la producción industrial, aunque todavía en muy pequeña escala.

Por supuesto, con todas estas conjeturas no pretendo tener ningún rigor científico ni mucho menos seguir una cronología histórica real. Solo trato de llegar, si es posible de una forma amena, a la entrada en escena de las grandes máquinas de producción.

Como siempre nos ha sucedido y aun nos pasa ahora, el ser humano quería más y comenzó a

construir norias cada vez más grandes con las que poder mover las máquinas de sus industrias y entonces sí nacieron verdaderas empresas manufactureras.

La cosa iba bien, pero si querías crear una fábrica, debías estar a la orilla de un río y trabajar cuando la corriente te lo permitiese. Si se producía una fuerte avenida, pues se te podía romper todo el chiringuito y si se daba una fuerte sequía y el caudal del río bajaba, pues eso, a la ruina.

Conocida ya la inquietud innovadora del ser humano, no puede extrañarnos a estas alturas que muchas cabezas pensantes se devanaran en crear máquinas capaces de obtener ese mismo movimiento de giro de las norias fluviales, pero sin necesidad de emplear para ello la corriente de agua, pero.....¿fue sencillo?.

Muchas veces las ideas van por delante de las posibilidades.

Casi podría apostarse sin demasiado riesgo que cualquiera de los presentes en esta sala lleva una cremallera entre sus ropas.

La cremallera se ha hecho enormemente popular y el primer pensamiento que a uno le viene es: “EL QUE LA INVENTÓ SE DEBIÓ DE HACER DE ORO”. Bueno pues no, nada más lejos de la realidad. Salvo error por mi parte, la primera cremallera fue patentada en 1.851 por un tal Elías Howe, pero no era fácil de fabricar en aquel tiempo y el pobre no se comió una rosca. Tampoco tuvieron demasiado éxito otros que solicitaron sus respectivas patentes en años posteriores y hubo que esperar hasta los años de la década de 1920 para que empezara a comercializarse con cierta profusión.

¿A qué viene esto?, pues a que con la búsqueda de la energía también han ocurrido cosas similares, se inventaron muchas máquinas, pero fueron pocas las realmente aprovechables y aprovechadas.

Quizá el caso más sobresaliente pueda ser el de Herón de Alejandría. Este hombre nació en el año 20 de nuestra era y murió en el año 62, de modo que solo vivió 42 años y aun hoy en día, a pesar de su corta vida, es considerado un gran científico, inventor y matemático.

Heron descubrió que el vapor que se desprendía del agua al calentarla, tenía mucha fuerza, pero solo se le ocurrió aprovecharla creando una esfera, a la que llamó aelípila, que recibía el vapor de una caldera, en la que se calentaba el agua y dejaba salir ese vapor por unas toberas colocadas en sentido tangencial, de modo que la salida del vapor hacía girar a la esfera.

Un buen divertimento, pero sin ninguna utilidad práctica.

Nada menos que había inventado la primera turbina de vapor y si se me permite, hasta el primer reactor a chorro, pero no supo como aprovecharlo.

Sin embargo, aunque solo sea como anécdota, permítaseme decir que también inventó lo que podría considerarse la primera máquina expendedora. Una máquina a la que se echaba una moneda y proporcionaba una cierta cantidad de agua bendita. Ni que decir tiene que los sacerdotes de aquel entonces le estuvieron muy agradecidos y los templos de la época

supieron sacar buen partido a la maquinita.

Demos un enorme salto, para no aburrirnos demasiado y pasemos a tiempos ya mucho más recientes.

Según reza en “La Escuela del Técnico Mecánico”, una obra cuya primera edición se remonta a 1937, allá por el año 1687, un Sr. Llamado Denis Papín, que trabajó durante algún tiempo a las órdenes de otro gran científico e inventor muy conocido, llamado Christiaan Huygens, inventó lo que se llamó “la máquina motriz de pólvora”.

Les cuento, poco más o menos, lo que a mi me contó el que fue mi gran profesor de termodinámica (que en gloria esté).

La máquina consistía en un tubo de un diámetro considerable, normalmente superior a un metro. Por el interior de ese tubo podía circular libremente un émbolo que ocupaba toda la sección del tubo y por su parte superior estaba unido al mecanismo que se quería mover, vamos a suponer que fuera el fuelle de una fragua.

En la parte inferior del cilindro había una pequeña pero robusta portezuela y a su lado, por la parte de fuera, un operario con cierta provisión de cartuchos rellenos de pólvora.

Con el pistón abajo, por su propio peso, el operario habría la portezuela, encendía la mecha de un cartucho, lo arrojaba dentro, cerraba lo más rápido que podía y esperaba.

El cartucho explotaba, se producían muchos gases y estos empujaban al émbolo hacia arriba moviendo a la máquina receptora, en nuestro supuesto abriendo el fuelle que se llenaba de aire.

Me recuerda a cuando yo era chico y poníamos un petardo debajo de un bote vacío, prendíamos fuego a la mecha y disfrutábamos viendo como el bote salía despedido por los aires.

Al enfriarse los gases, la presión interior del cilindro disminuía y el émbolo, por la acción de la gravedad e incluso por cierta succión que se producía debida a la refrigeración de la pared exterior, descendía cerrando con ello el fuelle de la fragua que insuflaba el aire necesario al carbón para elevar la temperatura.

Y el ciclo se repetía en cuanto el émbolo volvía a llegar abajo. ¡¡¡Hala!!! Otro petardo y vuelta a empezar.

Fácilmente podemos imaginar lo ruidosa que era la maquinita.

Aunque parezca de chiste, lo cierto es que, en sus tiempos, llegó a utilizarse, pero ciertamente era solo una solución a falta de algo mejor y no sobrevivió a los posteriores inventos.

Pero lo que dio más en el clavo fue seguir los pasos de Herón de Alejandría y dirigir los esfuerzos al aprovechamiento del potencial contenido en el vapor de agua.



El propio Papin construyó en 1707 una máquina de vapor con escaso éxito.

Pero hubo que esperar todavía unos años más.

En 1650 nació Thomas Savery, quien en 1698 presentó una máquina capaz de achicar el agua de las minas.

Como podemos ver en el esquema, la máquina consistía en una caldera, donde se calentaba el agua cuyo vapor se hacía llegar mediante un tubo y una válvula (que no está dibujada en el esquema) hasta un depósito.

Al entrar el vapor, la presión de este hacía subir el agua hasta el exterior de la mina, por el mismo efecto que sale el líquido de un sifón de soda actual.

Una vez vaciado el depósito del agua y lleno de vapor, se cerraba la comunicación con la caldera y se rociaba por fuera con agua, propiciando su enfriamiento.

Al enfriarse se abría automáticamente una válvula antiretorno que lo conectaba con el agua a extraer de la mina, esta llenaba casi por completo el depósito.

Y entonces vuelta a empezar, nuevo llenado de vapor que extraía el agua, nuevo enfriamiento y nueva succión del agua de la mina.

Lo cierto es que la sencillez era enorme y es de resaltar que, si exceptuamos las válvulas de paso de los fluidos, no existían partes móviles que estuvieran sometidas a desgaste, pero su efectividad era muy limitada y los caudales extraídos, aunque suficientes para el achique de filtraciones, no la hacían especialmente útil para otros menesteres.

Pero en 1712. Thomas Newcomen realizó una variación importante en la máquina.

Dispuso un émbolo y un balancín con un contrapeso, de modo que cuando entraba el vapor de agua el émbolo subía y el cuerpo de la bomba de achique se introducía en el agua subterránea y cuando el depósito se enfriaba, el émbolo volvía a bajar y el cuerpo de bomba sacaba el agua.

Aunque hoy en día puede parecernos de lo más ineficiente esta máquina, lo cierto es que daba un mejor rendimiento que la de Savery y se llegaron a fabricar más de 100 de ellas y fueron compradas por industrias mineras de toda Europa.

Ya nos vamos hasta 1736, año en que nació James Watt, quien ya era aficionado a los avatares del dominio de la energía a la temprana edad de 17 años, que fundó su primera empresa en 1764, cuando solo contaba con 28 años de edad y que trabajó otros muchos años hasta conseguir la máquina que iba a representar la mayor revolución industrial que el mundo ha conocido. Fue la máquina de vapor.

Watt introdujo un émbolo de doble efecto, de modo que, cuando se introducía vapor procedente de la caldera por un lado, el otro se comunicaba con un condensador donde se

enfriaba el vapor saliente y este ciclo se repetía a viceversa, haciendo que el émbolo tuviera un movimiento de vaivén, el cual, aplicado sobre un mecanismo biela/manivela, permitía el movimiento de rotación de un eje a partir del cual, se podía mover cualquier tipo de máquina herramienta, un telar, una prensa, una amoladora, etc.

Aunque costara muchos años dar con el sistema, lo cierto es que la máquina de vapor, en su concepción empírica, es de una simplicidad asombrosa y de una efectividad que, para la época, fue extraordinaria.

Posteriormente a su creación, fueron introducidos nuevos elementos como la distribución por corredera, que abría y cerraba los conductos adecuados en el momento oportuno, lo que le permitía a la máquina tener un funcionamiento autónomo, sin depender de que una o varias personas estuvieran constantemente pendientes de abrir o cerrar las correspondientes válvulas.

Pero aun quedaba algo por resolver, porque la velocidad de la máquina, una vez puesta en marcha, no se podía controlar y giraba en función del vapor que libremente recibía de la caldera.

Girando muy rápido si le entraba mucho vapor de agua y haciéndolo más lento si el fuego de la caldera languidecía y el propio Watt inventó el regulador centrífugo, que permitió administrar a voluntad el régimen de giro de la máquina, dosificando el flujo de vapor que entraba en el cilindro.

El dominio y control de la energía que proporcionaba el vapor constituyó una revolución en toda regla.

Los barcos a vela tuvieron los días contados y fueron sustituidos por los barcos con máquina de vapor, también llamados vapores.

Las legendarias diligencias fueron rápidamente barridas por las locomotoras a vapor.

Pero, como todo en esta búsqueda de la energía, la máquina de vapor tenía sus luces y también sus sombras.

Una sola y enorme máquina de vapor movía todas las herramientas de la fábrica.

Hagamos un poco de teatro en el que cualquier parecido con la realidad será pura coincidencia, pero.....que pudo ser, ¿porqué no?.

La Empresa crecía e instalaba más máquinas herramientas. La máquina de vapor decía ya no puedo con todo y entonces.....

--Juanito, dile a Ramón, el jefe de taller, que venga inmediatamente a mi despacho.

--Enseguida Sr. Director.

--Me llamaba Sr. Director.

--Si Ramón escucha, la empresa no está funcionando bien, los beneficios son muy escasos y yo no expongo aquí mi dinero para ganar menos que un peón, de modo que tienes que

conseguir que los obreros produzcan más o cierro la fábrica, cojo mi dinero y os vais todos a la calle.

--Sr. Director, los operarios trabajan todo lo que pueden pero es la máquina de vapor la que ya no da más de sí, ya no puede con todas las cosas que tiene que mover, tenía que haber comprado usted otra más grande.

--Pues lo arreglas subiéndole la presión a la caldera para que el vapor tenga más fuerza.

--Sr. Director, ya estamos al máximo y subir más la presión sería muy peligroso.

--Lo peligroso será que os tire a todos a la calle y os veáis pidiendo limosna a la puerta de la Iglesia, ¿COMPRENDES?.

--Como usted diga Sr. Director.

Y la presión subió y subió hasta que un día.....

La caldera reventó y con ella se llevó directamente al maquinista, a su ayudante y al aprendiz, a los dos fogoneros, al engrasador..... y a Ramón, el jefe de taller, que estaba en ese momento en la sala de máquinas diciéndole al maquinista que subiera más la presión.

La explosión derrumbó el techo de la nave y se llevó a otros cuatro operarios y dejó mal heridos a 23, además de hacer polvo el suntuoso despacho del Sr. Director que se salvó por que estaba dedicado a la digna tarea de jugar al golf con el Sr. Pérez, su buen amigo y competidor.

Es solo una parodia para ilustrar una hipótesis, pero lo cierto es que, de cuando en cuando, alguna máquina de vapor explotaba y los resultados, esos sí que eran muy parecidos a los contados.

Los sucesos como estos trajeron dos nuevas inquietudes, la de inventar máquinas que no explotasen y de las que hablaremos luego y la de saber como medir la potencia que era capaz de dar una máquina de vapor, puesto que los vendedores de las distintas fábricas decían que la suya era la mejor, la que menos carbón gastaba y la que más potencia daba, pero ya se sabe que los vendedores dicen que lo suyo, lo que ellos venden, es siempre lo mejor.

Al hilo de este último punto, un Sr. Llamado nada más y nada menos que Gaspard Clair François Marie Riche de Prony, inventó un sencillo dispositivo que permitía saber de cuanto era capaz una máquina de vapor.

Consistía en un par de zapatas que se acoplaban al eje de la máquina a medir y que presionaban contra este eje por la acción de unas pesas que se colocaban en el extremo de un brazo y de esta forma, frenaban el giro del eje de la máquina.

En principio se trataba de obtener una prueba comparativa, esta máquina soporta tantas pesas en el platillo y esta otra soporta más o soporta menos, pero fue el propio James Watt quien desarrolló las unidades de medida de esta prueba, creando lo que se llamó y aun se llama, el

Caballo de vapor, que es el equivalente a elevar un peso de 75 kilogramos, una altura de un metro en el espacio de tiempo de un segundo.

A este sencillo mecanismo se le llamó “freno de Prony” y aun hoy en día se emplea el

concepto de “potencia al freno“, en evocación a aquel sencillo aparato aunque claro está, las zapatas, la palanca y las pesas hoy en día han sido sustituidas por complicados mecanismos electromecánicos, pero es frecuente ver anunciado el concepto de potencia de un motor como “potencia al freno“, cosa que desgraciadamente algunas personas creen que se trata de la potencia de frenada del vehículo, que es cosa muy distinta.

Sobre el otro punto, el de obtener máquinas con menos riesgo, hay que destacar a Robert Stirling, un clérigo escocés inventor en 1816 de un motor que lleva su nombre, “motor de stirling” y también llamado “motor de combustión externa” que llegó a construirse e incluso a comercializarse durante casi un siglo, pero que no pasó de aplicaciones domésticas de pequeña potencia, a pesar de que, termodinámicamente hablando, su rendimiento puede considerarse muy bueno, pero otros condicionantes lo hacen poco viable.

Paradójicamente hoy en día la NASA, si, si, la mismísima NASA, la de los cohetes espaciales, y también las industrias de las energías renovables, son las que han mostrado un vivo interés por este motor y dentro de un momento explicaré porqué, pero primero unas pinceladas sobre como funciona.

En este esquema podemos ver que tenemos un gran cilindro y dentro de él una especie de émbolo, que no se ajusta a las paredes del cilindro, sino que tiene un diámetro sensiblemente inferior al de este.

A este, digamos émbolo, se le llama desplazador o intercambiador de calor y está unido mediante un sistema biela/manivela a un eje cigüeñal que, con su rotación, le transmite un movimiento de vaivén.

También vemos un segundo cilindro, más pequeño y en cuyo interior hay otro émbolo que, esta vez sí, está lo mejor posible ajustado a las paredes del cilindro y al igual que el otro émbolo, también está unido al eje cigüeñal, aunque decalado 90° con respecto al primero.

Ambos cilindros están unidos por un tubo, de modo que la presión del aire contenido en su interior se transmite y se iguala en ambos.

Cuando el émbolo llamado desplazador está arriba, la mayor parte del aire interior está en la parte baja y es calentado por el fogón externo.

Como consecuencia del calentamiento, el aire se dilata y empuja, a través del tubo, al pistón pequeño, obligándole a desplazarse y haciendo girar con ello al eje cigüeñal.

Consecuencia del giro es que el desplazador baja y el aire de su interior, a través del espacio comprendido entre el émbolo y la pared del cilindro, se desplaza a la zona superior, lejos de calor , con lo que pierde temperatura y baja la presión interior en ambos cilindros, lo que permite que se repita el ciclo.

En honor a la verdad, el motor original de Stirling era coaxial, los dos cilindros estaban situados sobre un mismo eje, pero el funcionamiento era exactamente el explicado y posteriormente, se han realizado diferentes adaptaciones de este motor.

Si alguien tiene interés, en el mercado de los jobis y maquetas existen muchos modelos de este motor, a pequeña escala, para construir en casa o incluso ya contruidos, directamente preparados para ponerles un pequeño infernillo de alcohol encendido y disfrutar viéndolo girar.

¿Y porqué la Nasa y las industrias de energías renovables se interesan por él?

Fijémonos un poco, este motor no necesita que se le introduzca ningún tipo de combustible, ni gasolina, ni gas, ni nada de nada.

Solo requiere una fuente de calor externa y por dar algo de luz sobre lo que estoy queriendo exponer,

Casi seguro que en algún momento de nuestra vida todos hemos hecho el experimento de concentrar los rayos del sol mediante una lupa y prenderle fuego a un papelito u otra cosa fácilmente inflamable.

Pensemos un poco, lo que sobra en la tierra y más en las estaciones espaciales es el sol y su calor, sin que se agote nunca y sin que tengamos que cargar con el combustible en el momento del lanzamiento del cohete.

¿No es lógico que la Nasa, aunque el rendimiento de este motor sea pequeño, piense que le puede sacar muy buen partido en el espacio?.

Bueno, eso ya se sale del ámbito de esta charla pero he pensado que sería oportuno andar en ello, aunque solo sea un poco.

Y seguimos adelante.

Hubo otros muchos intentos de producir máquinas que no dependieran del vapor de agua y podemos destacar a Etienne Lenoir que creó una máquina, en esencia parecida a la máquina de pólvora de la que ya hablamos antes, pero que utilizaba gas del alumbrado en lugar de los petardos. Aquella máquina llegó a producirse y comercializarse, pero tenía dos grandes problemas, el sistema de chispa que incendiaba el gas dentro de la máquina no era fiable y quizás lo más importante, su consumo de gas era enorme para la potencia que era capaz de dar.

Dos socios, Otto y Langen, introdujeron grandes mejoras en la máquina de vapor de Watt, pero fue el primero,

Nicolaus August Otto, el que desarrolló el llamado “motor de cuatro tiempos”, que sigue siendo la base de los millones y millones de los llamados “motores de explosión” que mueven nuestros coches actuales y también tienen multitud de usos industriales.

Nicolaus August Otto presentó su motor en el año 1872 y podemos hacernos una pequeña idea de su inmenso éxito, si consideramos que en los siguientes 15 años se construyeron y vendieron más de 50.000 motores.

Como todo en esta vida, una vez resuelto resulta de una sencillez abrumadora, siguiendo el dibujo podemos ver, de izquierda a derecha, que en el primero de sus cuatro tiempos, el pistón baja y la válvula de admisión se abre, con lo que entra en el cilindro la mezcla de aire y combustible adecuadas.

En el segundo tiempo, la válvula se ha cerrado y el pistón sube, con lo que comprime la mezcla.

El llegar justo arriba, aunque en la práctica es un poco antes de llegar, salta una chispa que incendia la mezcla comprimida cuyos gases, elevan enormemente su temperatura y debido a ello, se eleva la presión dentro del cilindro, con lo que empujan brutalmente al pistón hacia abajo, siendo este el único tiempo verdaderamente activo que genera energía aprovechable.

En el cuarto y último tiempo, se abre la válvula de escape, el émbolo sube y expulsa todos los gases ya quemados.

Y vuelta a empezar, como siempre.

Los motores de nuestros coches han evolucionado mucho, pero no han variado ni un ápice de este sistema empírico de funcionamiento.

Desde 1872, hace ya 144 años, la idea de Otto sigue vigente, completamente vigente.

Debo reconocer que siento, desde niño, una gran afición por esta tecnología.

Encuentro fascinante el mundo del motor.

Permítanme que les haga una última consideración.

Tomemos un coche cualquiera, uno de los muchos que circulan por nuestras carreteras,

Si leemos el catálogo de ese coche, seguramente nos encontraremos con cifras muy parecidas a estas:

Número de cilindros 4

Régimen máximo 6.000 revoluciones por minuto.

Son cifras muy habituales en la mayoría de los motores de automóviles utilitarios.

Un pequeño cálculo nos dice que si, como vimos antes, hay una explosión en cada cilindro cada dos vueltas, como el motor nos dice que tiene cuatro cilindros se producirá una explosión violenta cada media vuelta,

lo que quiere decir que, cuando gira al máximo de revoluciones, en el interior del motor se producen, controlan y aprovechan 12.000 explosiones muy violentas, cada minuto.....

O lo que es lo mismo, 200 cada segundo.

No se lo que les parecerá a ustedes.

A mi me parece sencillamente fascinante.

Muchas gracias.