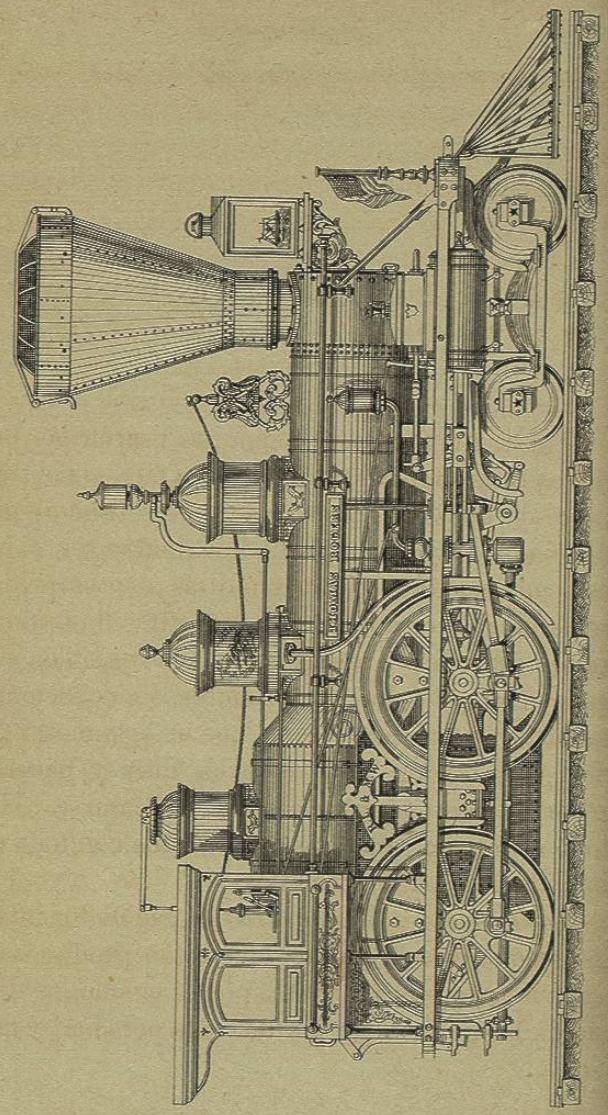


Lám. VII.

LOCOMOTIVA AMERICANA.

Lit. de Decaen. México.

CAPÍTULO XI.

LOCOMOTIVAS.

Parte histórica. Cuando se usaron las primeras tiras angostas de fierro para facilitar el trasporte de unas cuantas toneladas de carbon de piedra, nadie ciertamente podia imaginarse, que sobre esas mismas tiras de fierro ú otras muy parecidas, se habian de mover, sin la menor dificultad, trenes compuestos de cuarenta ó cincuenta vehículos, cargados con mil ó dos mil pasajeros, ó cuatrocientas toneladas de mercancías; y que un solo motor podria remolcarlos durante varios dias, y hacerles recorrer centenares de leguas sin pararse. Hoy todo el mundo sabe que esto se hace con toda comodidad en los ferrocarriles.

La locomotora ó locomotiva es ese motor infatigable, que dotado de una fuerza tan prodigiosa, y de la facultad de renovarla por sí mismo, se deja, sin embargo, manejar por una sola persona; y cual

si fuera el caballo mas sumiso, obedece dócilmente y con instantánea prontitud. Su conductor la puede llevar al paso lento y monótono de una mula de carga, ó lanzarla impetuosamente, y con la rapidez del huracan, salvar distancias de treinta leguas en una hora.

La fuerza elástica del vapor es la que impulsa la locomotiva, y la que da movimiento á multitud de buques en el mar. Su aplicacion á los trasportes, ha hecho que la longitud de la ruta que puede recorrerse, y la velocidad de la marcha, no estén ya subalternadas á la fuerza muscular de un animal, cuyo vigor pronto se agota, ni á los caprichosos cambios de los elementos; sino que dependan únicamente de la voluntad del hombre, y se adapten á su conveniencia.

Las innumerables aplicaciones del mismo fluido á casi todos los trabajos de la industria en general, no han sido ni menos interesantes ni menos benéficas para el hombre, cuya condicion han mejorado, ensanchando los límites de su poder físico, y abriendo un campo inmenso á las aspiraciones de su inteligencia.

El vapor es hoy considerado como el agente mas poderoso de la industria, y aun de la civilizacion: permítasenos, pues, hacer una pequeña digresion histórica, para dar á conocer á nuestros

compatriotas, los nombres siquiera, de los que hicieron tan bella conquista ó la perfeccionaron.

Parece indudable, que los antiguos conocieron la fuerza elástica del vapor y la aplicaron.

Jhon Sewel, dice que *Arquímedes* la empleó en la famosa defensa de Siracusa (212 años antes de Jesucristo). (1)

Héron de Alexandría, bastante conocido de los que han estudiado física, como inventor de la fuente que lleva su nombre, inventó en el año de 120 antes de Jesucristo, un aparato de vapor, *el Eolópilo*, que segun Arago (2), consistia en una esfera hueca de metal, provista de dos ó mas tubitos ó surtidores, colocados en la circunferencia de un mismo círculo, perpendicularmente al cual, pasaba un eje sobre cuyas extremidades descansaba y podia girar libremente la esfera. Introduciendo en ella un poco de agua, y calentándola, ésta se trasformaba en vapor, y escapándose violentamente por los tubitos, hacia tomar á la esfera un movimiento de rotacion. Tal es la primera aplicacion bien probada de la fuerza del vapor. Ella, como se vé, dista mucho de la máquina de vapor moderna, y quedó como un hecho curioso; pero aislado y sin utilidad.

(1) *Elementary treatise on steam*, by Jhon Sewel. London, 1812.

(2) *Biografía de James Watt.* (*Œuvres complètes d'Arago*, publiées par Mr. Barral. 3.e volume. Paris, 1854.

Un manuscrito encontrado en España, habla de la experiencia hecha en Barcelona por el capitan Blasco de Garay el 17 de Junio de 1543, para mover un bote sin remos ni velas, por medio de una caldera de agua hirviendo, y una rueda con paletas de cada lado. Garay obtuvo del emperador Cárlos V un ascenso y una gratificacion por su invencion; pero no prosiguió sus ensayos, ni dió jamas á conocer las partes esenciales de su aparato.

Flurance de Rivaut, uno de los preceptores de Luis XIII de Francia, en un pequeño tratado de Artillería que publicó en 1605, dice: que el agua calentada fuertemente dentro de un cañon, ó de una bomba, los hace reventar con grande estrépito.

Salomon de Caus, que vivió de 1576 á 1630; y cuya historia habia sido adornada con mil episodios interesantes, hasta hacerlo morir encerrado en un hospital de locos, por el cardenal de Richelieu, á quien importunaba con el continuo relato de sus invenciones; era un distinguido arquitecto, hábil sobre todo en la distribucion y adorno de los jardines. En 1614, publicó una obra dedicada á Luis XIII (1), en la que entre otros aparatos, describe el siguiente, que le ha valido de sus compatriotas la gloria de ser proclamado inventor de la

(1) *Les raisons des forces mouvantes*, 1614, *libro primero*. Esta obra se halla en la Biblioteca del Conservatorio de Artes y Oficios de Paris.

máquina de vapor: "Sea una bola de cobre A bien "soldada por todas partes, la cual tendrá una aber- "tura D, por donde podrá introducirse el agua, y "tambien un tubo BC soldado en la parte superior "de la bola, y cuya extremidad penetrará hasta el "fondo, sin tocarlo. Despues de haber llenado de "agua la bola por la abertura D, y tapado ésta muy "bien, se pone sobre el fuego; entonces el calor, "dando contra dicha bola, hará subir el agua por "el tubo BC." Así la presion del vapor sobre la parte del agua no vaporizada, es la que hará ascender el líquido en el tubo BC. Mr. Louis Figuier opina (1), que Salomon de Caus no merece ser llamado inventor de la máquina de vapor, por solo haber descrito el modo de aprovechar una de las propiedades de ese fluido que ya habia sido indicada anteriormente, sin haber comprendido de otra manera su importancia.

Un autor italiano, llamado *Branca*, describió en 1629, varios aparatos de física; y entre ellos, uno que consistia en una caldera que, puesta sobre el fuego, dejaba escapar un chorro de vapor, el cual pegando contra las paletas de una rueda, la hacia dar vueltas.

Los ingleses no quieren que sea Salomon de Caus, sino el *Marqués de Worcester* que vivia en

(1) *Histoire des découvertes*, par Louis Figuier. Paris, 1852.

1663, el inventor de la máquina de vapor. Su pretension se funda principalmente en las líneas siguientes que escribió el citado marqués, y se hallan en la obra inglesa, intitulada: "*Century of inventions.*" Nosotros las tomamos de la traduccion francesa hecha por Arago. (1)

"He inventado una manera muy poderosa y "admirable para elevar el agua con la ayuda del "fuego, no por aspiracion, pues entonces sus efec- "tos quedarian limitados *intra sphæram activitatis*, "como dicen los filósofos; pues la aspiracion solo "se opera dentro de ciertos límites; sino que mi "procedimiento no tiene límites si el recipiente "es bastante fuerte. Tomé en efecto un cañon en- "tero, cuya boca habia estallado; y habiéndolo lle- "nado hasta las tres cuartas partes de agua, cerré "con tapas de tornillo su extremidad rota y el oido; "lo mantuve sobre un fuego constante, y al cabo de "24 horas, el cañon reventó produciendo un gran "ruido. Habiendo despues encontrado el modo de "hacer recipientes consolidados por la fuerza in- "terior (so that they are strengthened by the force "within them), y que se llenan uno despues de "otro, he visto salir el agua en chorro continuo co- "mo el de una fuente, elevándose hasta la altura "de 40 piés. Un vaso de agua dilatada por la ac-

(1) Biographie de James Watt.

"cion del fuego, elevaba cuarenta vasos de agua "fria. El operario que vigila la maniobra solo tiene "que manejar dos llaves; de manera que cuando "se ha vaciado uno de los recipientes, se llena de "agua fria, y el otro empieza á obrar; y así sucesi- "vamente. El fuego se sostiene en un grado cons- "tante de actividad por los cuidados del mismo "operario, quien tiene para ello todo el tiempo ne- "cesario, durante los intervalos que le deja libres "la maniobra de las llaves."

Segun Arago, el marqués de Worcester nunca ensayó su máquina, y nada justifica la reputacion que le han hecho sus compatriotas. (1)

Sir Samuel Moreland tambien es citado por los ingleses, á causa de un manuscrito de 1683, que se conserva en el British Museum; el cual tiene por título: "*Elevacion del agua por toda clase de máquinas, etc.*" En él se habla de la potencia del vapor y de la posibilidad de emplearlo como fuerza motriz; pero no se propone ningun aparato.

Hemos llegado al que si no inventó la verdadera máquina de vapor moderna, á lo menos descubrió uno de sus principios mas útiles, y construyó un aparato, que perfeccionado, ha conducido al sistema actual. *Denys Papin*, médico frances, na-

(1) Véanse las obras inglesas de Tredgold, Nicholson y Stuart, sobre las máquinas de vapor.

cido en Blois el 22 de Agosto de 1647, y desterrado de Francia cuando Luis XIV revocó el edicto de Nantes que favorecia á los protestantes, fué el primero en aplicar al vapor, el principio de la condensacion. Su aparato se halla claramente explicado en una carta que dirigió al conde de Sintzendorff que lo llamaba á Bohemia para desaguar unas minas, y se encuentra en una obra que posee la biblioteca imperial de Paris, núm. 2,620, serie V. (1) Haremos brevemente la descripcion de este aparato. Él consistia en un tubo ó cilindro vertical cerrado en la parte inferior, y dentro del cual podia moverse fácilmente, pero bien ajustado, un émbolo de metal que tenia un pequeño agujero por donde podia escaparse el aire inferior, cuando el émbolo bajaba hasta el fondo del tubo. Echando un poco de agua dentro del tubo, haciendo bajar el émbolo hasta tocar con ella, tapando bien el agujerito del aire, y poniendo el aparato sobre el fuego; el agua se convertia en vapor cuya fuerza elástica hacia subir el émbolo. Cuando este habia llegado á la parte superior del tubo, se le sujetaba por medio de una clavija; retirando entonces el fuego, el tubo se enfriaba y se condensaba el vapor; quitando en ese momento la clavi-

(1) *Recueil de diverses pièces touchant quelques nouvelles machines, par le Dr. Papin.* Imprimé à Cassel par Jacob Etienne, 1695.

ja, el émbolo impulsado por la presion atmosférica, se arrojaba hácia la parte inferior del tubo, y podia comunicar este vivo esfuerzo á cualquiera pieza de maquinaria que se ligase con él; al mango de una bomba por ejemplo. Calentando de nuevo el tubo, y dejándolo enfriar, el movimiento del émbolo y de las piezas ligadas con él, se repetia. El tubo productor del vapor tenia una válvula de seguridad, para evitar que la presion excediese la resistencia del tubo. Como se vé, Papin inventó una verdadera máquina de vapor con émbolo y condensacion, y ademas, la válvula de seguridad.

La misma carta de donde hemos extractado lo que antecede, prueba tambien que quiso aplicar su aparato á la navegacion; lo cual se encuentra confirmado en otra carta posterior dirigida á Leibnitz, que el profesor Kühlman, de la universidad de Hanover, comunicó á la academia de ciencias de Paris, en su sesion del 29 de Marzo de 1852. En ella dice Papin, que el buque de vapor que habia construido en 1707, fué destruido por los marineros del Wesser, que no quisieron que entrara en el rio.

Los admirables trabajos y escritos de todo género de este hombre extraordinario; verdadero genio universal, que no habia hecho arrasar ciudades ni derramado á torrentes la sangre de sus seme-

jantes, no impidieron que muriera en pais extranjero, abandonado de todos, y en la mas completa miseria.

Al inglés *Thomas Savary*, tocó la suerte de ver empleado útilmente por primera vez, un aparato de vapor, y la gloria de ser su inventor. En él, habia reunido la accion directa del vapor sobre el agua que debia elevarse como lo habia descubierto Salomon de Caus, y la condensacion inventada por Papin. Su descripcion existe en un folleto intitulado "*El amigo del minero, (The miner's friend)*" publicado en Lóndres en 1699. Savary que habia empezado como simple operario en las minas, fué mas tarde capitan de marina é ingeniero distinguido. (1)

Dos humildes artesanos ingleses Thomas Newcomen y Jhon Cawley, el uno herrero y el otro vidriero, lograron ver un dia funcionar el aparato de Savary, y habiendo concebido desde luego, la idea de mejorarlo, comunicaron su pensamiento á

(1) Cuéntase que la invencion de Savary se debe á la ocurrencia siguiente: Un dia que el capitan habia tomado vino en una taberna, arrojó al fuego la botella vacía, y pidió agua para lavarse las manos. No bien hubo el fuego calentado algun resto de vino que quedaria en la botella, cuando éste empezó á emitir vapor. Ocurriósele á Savary meter la boca de la botella dentro del agua en que se estaba lavando, y repentinamente, condensándose el vapor, el agua se lanzó en el interior del frasco, hasta llenarlo casi, dejando admirado á Savary, quien supo aprovecharse de un descubrimiento tan fortuito.

Robert Hooke, uno de los que mas habian atacado la invencion de Papin. Entonces, sin embargo, se la dió á conocer á nuestros artesanos, aconsejándoles que procuraran hacer súbita, la condensacion que Papin verificaba lentamente. Bastó esto para que de allí á pocos dias, Newcomen tuviese construida *en el rincon de su fragua*, como dice Mr. Figuier, una máquina de vapor en la que se descubren ya los principales elementos de la máquina moderna. Los dos asociados sacaron su patente en 1705, y en 1712 pudieron aplicarla al desagüe de una mina, no tardando su máquina en generalizarse. Ella se componia de una caldera productora del vapor, con su válvula de seguridad; un cilindro con émbolo sobre el cual obraba la fuerza elástica del vapor, efectuándose la condensacion por medio de un chorro de agua fria que se inyectaba oportunamente; y por último de un *balancin*, cuyos brazos se ligaban por medio de cadenas, uno de ellos con el émbolo, y el otro con la vara de la bomba de desagüe. Dos tubos hacian comunicar la caldera de vapor y un recipiente de agua fria con la parte inferior del cilindro; y esta comunicacion podia establecerse ó suprimirse alternativamente, abriendo ó cerrando unas llaves de que los tubos estaban provistos. La máquina tenia al principio, el grave inconveniente de nece-

sitar una persona exclusivamente dedicada á manejar las llaves, sin lo cual no hubiera podido andar. Tócale un dia hacer esta fastidiosa maniobra al niño *Enrique Potter* á la sazon que sus traviesos camaradas retozaban por allí cerca; el niño se impacienta, apodérase de unos cordeles, amárralos á las llaves y á los brazos del balancin; y escoge sus puntos de ligadura con tanto acierto, que al movimiento de sube y baja del balancin, estirándose unos cordeles y aflojándose otros alternativamente, la máquina abre y cierra las llaves por sí sola, á tiempo, y con toda perfeccion. (1) A los cordeles del jóven Potter, sustituyéronse primero, unas barras de fierro y despues otras combinaciones.

El aleman *Leupold* es citado, como uno de los inventores de las máquinas de vapor de alta presion sin condensacion; aquellas en donde el vapor á una presion muy superior á la de la atmósfera, obra sobre el émbolo, y sin ser condensado, se escapa directamente en la atmósfera. Publicó una descripcion de su aparato, en un extenso tratado de máquinas en 1724. (2)

James Watt, bien pudiera decirse, inventó de nuevo la máquina de vapor, por tantos y tan importantes perfeccionamientos como le hizo. Empezó por hacer en un vaso separado, la condensacion que hasta entonces se hacia en el mismo cilindro, con gran pérdida de vapor y gasto inútil de combustible, causados por el enfriamiento del cilindro; y para evitar tambien el enfriamiento ocasionado por el contacto del aire, forró el cilindro poniéndole una doble pared. Reemplazó la accion de la presion atmosférica, la única que obraba útilmente en los sistemas de Papin y Newcomen, por la del vapor, haciendo que este llegara por la parte superior del cilindro, y empujara el émbolo hácia abajo. Cambió el movimiento rectilíneo alternativo, que producia la barra del émbolo, en movimiento de rotacion continuo, adoptando el *manubrio ó cigüeñuela* propuesto por Washborough. Regularizó el movimiento, valiéndose de la rueda *volante*, indicada en 1757 por el ingeniero Keane Fitzgerald, de la Sociedad Real inglesa. Inventó algun tiempo despues, las máquinas de *doble efecto*, las mas usadas hoy dia, y en las que el vapor se introduce y obra alternativamente de uno y otro lado del émbolo. Arregló la distribucion del vapor, por medio de la *péndola cónica automotriz;* y logró economizarlo, haciendo que obrara por *expansion*, como un resorte, durante una parte de la marcha del émbolo. Inventó, por último, el *Paralelógra-*

(1) Arago. *Biographie de James Watt.* Dr. Lardner, *On steam engine.*
(2) *Theatrum machinarum hydraulicarum.* Leipsick, 1724.

mo articulado que lleva su nombre, y que conserva á la barra del émbolo la verticalidad perfecta en su movimiento.

Más notables todavía son los estudios que este ilustre ingeniero hizo, de todas las piezas de la máquina de vapor, y las leyes al mismo tiempo científicas y prácticas que estableció para construirlas, y que aun se siguen en nuestros dias. Con la cooperacion de su célebre y digno socio *Boulton*, formó en Soho los magníficos talleres de maquinaria, de donde han salido multitud de máquinas de toda clase.

James Watt nació en Greenock de Escocia, el 19 de Enero de 1736. Manifestó desde su niñez una inteligencia superior, y extraordinaria aficion al trabajo. Profundamente instruido, y de una habilidad sin igual para las obras mecánicas, á los 21 años era ya el ingeniero de la universidad de Glasgow, y encargado de la conservacion de su coleccion de modelos. Componiendo un modelo de la máquina de Newcomen, fué cuando concibió las mejoras que podian hacérsele, y que él mismo despues realizó. Murió el 25 de Agosto de 1819. (1)

Despues de Watt, es fácil concebir que las innovaciones se sucedieran frecuentemente; pues ya

(1) Léase su interesantísima biografía escrita por Arago. *Œuvres complètes d'Arago. Biographies, vol. III.*

solo se trataba de perfeccionar un motor muy adelantado, y cuya importancia industrial aumentaba cada dia.

Hornblower en 1781, y *Woolf* en 1804, imaginaron la máquina de dos cilindros, que permite emplear ventajosamente el vapor por expansion. En este sistema, hay un primer cilindro en el que el vapor trabaja con toda la presion; y otro mas grande adonde pasa y obra por expansion, antes de entrar al condensador. (1)

En el año de 1802, *Trewithick* y *Vivian* construyeron la primera máquina de vapor de alta presion; y en 1804, fabricaron la primera locomotiva que se haya visto sobre los ferrocarriles. Esta se ensayó, en la línea de Merthyr-Tydwil, en el principado de Gales; la carga ó peso útil que remolcaba, era solamente de 10 toneladas, y su velocidad de 8 kilómetros por hora.

No acertando á construir locomotivas de mas potencia, porque las ruedas no encontraban suficiente adherencia en el carril, *Blenkinsop* imaginó en 1811, poner en el centro de la locomotiva, una rueda dentada que se encajaba en unas muescas colocadas entre los dos carriles. *Brunton* inventó despues, adaptar á la locomotiva, una especie de piernas que ella misma arrastraba tras sí, y que

(1) Traité des machines á Vapeur, par Armengaud, *aîné.*

afirmándose en el suelo, podian servir de apoyo á las barras de los émbolos de los cilindros de vapor, y hacian avanzar la máquina, del mismo modo que en el agua se hace mover una lancha con las palancas. En 1823, *Blakett* probó que con tal que las ruedas tuviesen sobre sí bastante peso, podian, aunque fueran lisas, encontrar en los carriles lisos tambien, la adherencia suficiente.

En esos tiempos, las calderas que se usaban en las locomotivas, eran iguales ó muy parecidas á las de las máquinas fijas; con hornilla interior y una alta chimenea, para activar la combustion; no podian por consiguiente, producir sino muy poco vapor, ni remolcar trenes pesados, ni pasar de una velocidad de 8 á 10 kilómetros por hora.

El 6 de Octubre del año de 1829, época para siempre memorable en los anales de los ferrocarriles; la compañía del de Manchester á Liverpool, abrió un concurso entre todos los fabricantes de máquinas para la adopcion de la mejor locomotiva que se presentase. En esta célebre lucha, *George Stephenson* obtuvo el premio (1). Su locomotiva "The Rocket," construida en los talleres de su hijo Roberto, tenia una *caldera tubular*, inventada antes por *Seguin*, y en la cual los productos de la

(1) *Historia de las locomotivas*, por Nicholson; *Guide du mecanicien conducteur*, par Lechatellier, Flachat, Petiet et Polonçeau. Paris.

combustion antes de salir á la chimenea, atravesaban el interior de la caldera por una multitud de tubos rodeados de agua, que absorbia la mayor parte de su calórico; el fuego se mantenia muy vivo, lanzando intermitentemente dentro de la chimenea, y con gran violencia, el vapor que salia de los cilindros despues de haber obrado como fuerza motriz. "La Rocket," aunque mas ligera que sus competidoras (solo pesaba 4½ toneladas), producia mucho mayor cantidad de vapor, arrastró trenes mas pesados, y corrió con una velocidad hasta entonces increible; 25 kilómetros por hora.

Desde ese dia, la locomotiva solo ha sido perfeccionada en sus detalles; y en su fabricacion ha sido considerablemente mejorada por los ingenieros europeos: Georges Stephenson, Hackworth, Nicholas Wood, Marc Seguin, Booth, Robert Stephenson, Sharp Robert, Crampton y Engerth, distinguiéndose entre todos, *Roberto Stephenson*, digno hijo de Georges, y el mas esclarecido ingeniero que ha existido.

Georges Stephenson nació en Wylam cerca de Newcastle, en el año de 1781; era hijo de un operario, y empezó su carrera como su padre, trabajando en las minas de carbon de piedra; pero supo distinguirse por su celo, inteligencia y buena conducta, y se ganó la confianza de sus gefes, quienes lo

sacaron de la baja condicion en que se encontraba, y lo emplearon como ingeniero. Georges pudo entonces desarrollar su genio en la mecánica; inventó varios aparatos útiles; y al mismo tiempo que Sir Humphry Davy, *la lámpara de seguridad*, con la cual se alumbran los mineros, sin correr el peligro de las terribles y desastrosas explosiones, que anteriormente se producian con tanta frecuencia en el interior de las minas de carbon de piedra, cuando el gas, que en esas profundidades abunda, se encontraba en contacto con una llama. Fué el primero que empleó el fierro laminado para los carriles, y que estableció un ferrocarril de gran velocidad, el de Manchester á Liverpool. Murió en el año de 1848.

Roberto Stephenson, perfeccionó en todos sentidos la obra de su padre, cuya habilidad mecánica poseia, y ademas una profunda instruccion teórica. Su nombre jamas se olvidará donde quiera que haya ferrocarriles, y mientras subsistan los soberbios puentes "*Britannia*" y "*Victoria*" que él construyó ó proyectó. Murió en el año de 1860. La Inglaterra, digna patria de tantos hombres ilustres, colocó los restos del hijo del operario minero al lado de los de Telford, en la abadía de Westminster, panteon de sus reyes.

Descripcion de la locomotiva. Hablando de los carriles, dijimos que sus dimensiones debian calcularse tales que pudiesen resistir largo tiempo al tráfico que sobre ellos debia efectuarse con locomotivas y wagones de un peso determinado. Recíprocamente, para una via existente, es necesario proporcionar el peso de las locomotivas y de los wagones cargados, á la solidez de los carriles, con el objeto de que estos no se deterioren rápidamente, y que las exigencias del tráfico queden, lo mas económicamente posible, satisfechas. Unas veces se necesita correr con gran velocidad; y otras, se requiere mas que todo, mucha potencia en las locomotivas; y por eso, las hay de dos ó tres tipos distintos en la mayor parte de los ferrocarriles. Las locomotivas que se emplean en el tráfico veloz y poco pesado de pasajeros, son ligeras y pueden correr con mucha velocidad; las que se usan para el trasporte de mercancías, que pueden viajar mas lentamente, necesitan mucha potencia para arrastrar trenes que tienen que ser muy pesados; no solo por la naturaleza misma de los objetos que en ellos se trasportan, sino porque durando largo tiempo la operacion de cargarlos y arreglarlos en los wagones, y habiendo necesidad de dejar expedita la via para el tráfico mas frecuente de pasa-

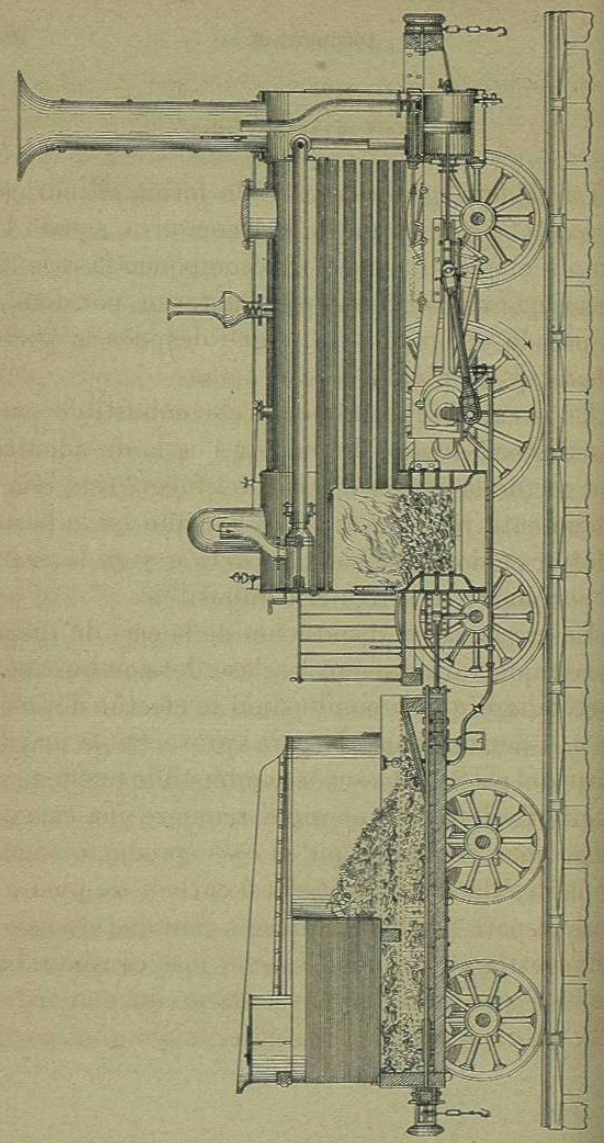
jeros, hay que reducir el número de dichos trenes, y aumentar por consiguiente su peso.

De algunos años á esta parte, se ha ido generalizando el uso de unas locomotivas que los ingleses llaman *tank-engines*, las cuales llevan consigo su provision de agua y combustible, y el aparato que ayuda á contener su marcha *(el freno ó garrote)*. Este sistema ha probado muy bien en las líneas cortas, en las grandes estaciones para las maniobras, y en los ferrocarriles que tienen tramos muy inclinados; pues entonces se necesita que las ruedas motrices tengan una adherencia considerable sobre los carriles. De Viena á Trieste, por ejemplo, se emplean para atravesar el Sœmmering las locomotivas del ingeniero Enguerth, algunas de las cuales pesan hasta 60 toneladas, y no son otra cosa sino enormes *tank-engines*. (1)

Las locomotivas mas comunmente usadas, llevan tras sí, en otro vehículo llamado *tender*, su provision de agua y combustible, y el aparato para dar garrote y contener su marcha. La locomotiva propiamente dicha, queda entonces aparte, y las diferentes piezas que la componen, pueden clasificarse en tres series principales, á saber: La caldera y sus accesorios; el mecanismo del movimiento y la armadura; las ruedas.

(1) De Viena á Trieste se encuentran pendientes de mas de 3 centímetros por metro.

Lám. VI.



CORTE DE LOCOMOTIVA INGLESA.

Tomado de la obra de Perdonnet

Lit. de Decaen, México

I.—Caldera y sus accesorios.

La caldera, generalmente de forma cilíndrica, ocupa la parte central de la locomotiva, siendo lo que en ella abulta mas. La componen la *caja de fuego*, que se halla en la parte anterior, por donde va parado el maquinista; sigue despues la *parte tubular*, y termina la *caja de humo*.

En la caja de fuego se echa el combustible; sus paredes son dobles, de manera que la de adentro que recibe la accion directa del fuego, está completamente rodeada de agua, excepto en la parte inferior en donde se halla la *parrilla*, y en la *puerta* por donde se arroja el combustible.

La capacidad y disposicion de la caja de fuego tienen que variar segun la clase del combustible, si se quiere que la combustion se efectúe del modo mas perfecto posible, para aprovechar la mayor parte del calórico que cada combustible puede producir. La leña, por ejemplo, requiere una caja de fuego mas espaciosa que el *coke* (producto sólido de la destilacion de la *hulla* ó carbon de piedra); porque para producir la misma cantidad de calor, se necesita un volúmen mucho mas considerable de leña que de coke. La hulla produce al arder, una enorme cantidad de gases, cuyo gran poder

calorífico quedaria sin aprovecharse, si la caja de fuego no estuviese dispuesta de tal modo, que todo el aire necesario para quemar dichos gases, pueda penetrar, y encuentre localidad en donde mezclarse perfectamente con ellos. El coke, que en su combustion produce comparativamente pocos gases, no necesita tanta capacidad en la caja de fuego.

La economía mas importante que puede hacerse en la explotacion de un ferrocarril, es la del combustible, y esta depende mucho de las buenas proporciones, y adecuada disposicion de la caja de fuego. Por tanto, cuando se tenga que pedir las locomotivas al extranjero, es necesario tener buen cuidado de especificar la clase de combustible que en ellas se ha de usar, no indicando solamente su nombre, sino tambien alguna de sus cualidades distintivas como, por ejemplo: *leña de madera dura sin resina, leña de madera resinosa, hulla grasa, hulla antracitosa, coke de hulla grasa, coke de hulla seca ó antracitosa, etc., etc.;* y si es posible, su composicion química (1).

Los productos gaseosos de la combustion, al pasar de la caja de fuego á la caja de humo, atra-

(1) Ninguna obra puede consultarse con mas provecho, sobre la construccion de las calderas, que la de Mr. A. Holley, intitulada *Railway practice. New York* 1861.

viesan el interior de la caldera por una porcion de tubos (en inglés *flues*), rodeados de agua, la cual absorbe una gran parte de su calor para trasformarse en vapor.

La *caja de humo*, está situada en la parte posterior de la caldera, ó sea el frente de la locomotiva; tiene una puerta, que está herméticamente cerrada mientras la locomotiva trabaja; y que se abre para limpiar los tubos y la chimenea, y sacar el hollin, la ceniza y las partículas de combustible que los gases arrastran y dejan en su camino.

Para evitar el incendio que podrian producir las chispas, ó pedacitos de combustible inflamado, que la fuerza del *tiraje* (la que hace subir el humo en las chimeneas) arranca de la hornilla, y que arrojaria en abundancia por la chimenea, sobre todo, cuando se usa leña; se pone una placa agujereada ó una redecilla de fierro galvanizado, que divide la caja de humo á la altura de la última hilada superior de tubos, y que ataja toda partícula sólida. Otras veces se usan con el mismo objeto, las chimeneas del sistema Klein, que aunque dan á las locomotivas esa vista desagradable que tienen las americanas del ferrocarril de México á Guadalupe, llenan completamente su objeto.

Las piezas accesorias de la caldera son las siguientes: