

de minerales, pero Emprón perdió parte de su colección botánica.

Después de todo puede decirse que no lo escapamos del todo mal ; á pesar de lo cual, á no haber estado del lado americano del Atlántico, es posible que no me hubieran quedado ganas de volverme á embarcar. »

Después de recorrer rápidamente una parte de los Estados Unidos y Canadá, Roberto y su amigo tomaron pasaje para Liverpool, á donde llegaron á fines de Noviembre, poniéndose inmediatamente en camino para Newcastle. Como queda dicho, los talleres, no se hallaban en un estado floreciente. El tiempo que Roberto había permanecido en América, solo había causado quebrantos y Eduardo Pease, completamente desalentado, deseaba retirarse del negocio, pero como Jorge Stephenson no se hallara en situación de poder encontrar el dinero necesario para comprarle su parte, fué necesario que la empresa siguiera adelante, hasta que la locomotora se abriera camino, conquistando la opinión pública y lograr que ésta la considerara como una máquina tan útil como necesaria.

En cuanto llegó Roberto procedió inmediatamente a una severa investigación respecto al modo de funcionar del establecimiento, reconstituyendo la contabilidad, que había sido muy descuidada durante el tiempo que su padre estuvo ausente en Liverpool, consiguiendo en breve plazo ponerla al día. Esta meritoria conducta mereció la aprobación de su padre, así como la de los demás miembros de la compañía.

Las obras del ferrocarril de Liverpool a Mán-

chester se hallaban próximas á su terminación y aunque parezca extraño, hay que decir que los directores aún no se habían pronunciado por la clase de tracción que se emplearía en la línea, próxima á abrirse al público. Las diferencias de opinión entre ellos, eran tan marcadas, que parecía difícil se pudiera llegar á un acuerdo, el cual no obstante se hacía cada vez más necesario. A causa de esto, las sesiones del comité directivo, encaminadas á discutir el asunto, se sucedían sin interrupción. El antiguo y conocido sistema de la tracción animal no dejaba de tener sus partidarios ; pero teniendo en cuenta lo importante del tráfico y las probables dilaciones en el tránsito de estación á estación, si era ésta la que se adoptaba, los directores, después de visitar los ferrocarriles de Northumberland y Durham en 1828, llegaron á la conclusión de que el empleo de la tracción animal era inadmisibile.

Las máquinas fijas tenían muchos partidarios ; la locomotora muy pocos ; y si se dijera que sólo uno, Jorge Stephenson, acaso estaríamos en lo cierto. Lejos de disminuir las prevenciones contra el uso de la última, habían aumentado desde que el proyecto de ley, referente á la línea de Liverpool a Mánchester, fué aprobado por primera vez en la Cámara de los Comunes. En comprobación de esto, puede mencionarse que la ley del ferrocarril de Newcastle a Carlisle fué promulgada el año 29, con la expresa condición de que no se usaran en ella locomotoras, sino caballos.

Las dudas que aún existían respecto á la posibilidad de explotar un gran tráfico por medio de máquinas movibles eran muchísimas. Los más cé-



lebres ingenieros se mostraban reservados sobre este particular. Por lo general no creían en la eficacia de la locomotora, ni querían dedicarse á estudiarla. El ridículo con que los togados habían atacado á Jorge Stephenson ante la Asamblea parlamentaria, no les había hecho mella alguna. Es muy probable que no podían admitir la idea de que un hombre que sólo debía sus conocimientos á lo que había practicado en las minas de carbón de Newcastle se hubiera atrevido á presentarse ante al Parlamento, proponiendo establecer, un nuevo sistema de comunicación terrestre.

Por su parte los directores no podían desentenderse de las contrarias y opuestas opiniones de los hombres profesionales a quienes habían consultado. Sin embargo tales fueron los esfuerzos hechos por Stephenson para convencerles que probaran la locomotora antes de tomar contra ella acuerdo alguno, que por último consiguió lo autorizaran para construir una como ensayo. En su memoria anual, leída ante los accionistas el 27 de Marzo de 1828, hacían constar que después de maduro examen, habían autorizado al ingeniero « á preparar una máquina locomotora que, según su opinión, dada la naturaleza de su construcción y los experimentos realizados, podrá responder á las necesidades de la compañía, sin causar molestias al público ». La locomotora « de ensayo » fué colocada en la línea en 1829, prestando mucho servicio en el arrastre de los vagones cargados de material, extraídos de las dos grandes trincheras que se estaban haciendo.

No por ello cesó la discusión referente á la trac-

ción permanente que habría de emplearse en la explotación del ferrocarril. Los directores se veían asediados con toda clase de proyectos, destinados á facilitar la locomoción. Los inventores de Inglaterra, Francia y los Estados Unidos parecían haberse puesto de acuerdo para caer á un mismo tiempo sobre ella. Había quien proponía arrastrar los vagones por medio de la fuerza hidráulica, en tanto que otros daban la preferencia al hidrógeno ó al ácido carbónico. La presión atmosférica tenía también sus decididos partidarios, indicándose varias clases de máquinas fijas y locomotoras. Tomás Gray defendía un plan de caminos engrasados con rieles dentados; y los señores Vignolles y Eriesson recomendaban la adopción de un riel de frotación central contra el que dos rodillos horizontales colocados bajo la locomotora, haciendo presión sobre los lados de dichos rieles, tenían por misión facilitar el ascenso por los planos inclinados.

Como es natural, los directores no estaban en disposición de poder elegir entre esta multitud de proyectos diferentes, en tanto que su ingeniero continuaba defendiendo con la misma insistencia su opinión á favor de rieles lisos y máquinas locomotoras, lo cual, en su concepto, era lo más económico, y lo más provechoso que podía hacerse. Aprovechando la oportunidad de estar funcionando el ferrocarril de Stockton a Darlington, otra comisión fué allí con el encargo de inspeccionar personalmente las máquinas fijas y locomotoras de la línea, debiendo hacer otro tanto en Hetton y Killingworth. A su vuelta trajeron á Liverpool una can-



tividad enorme de información ; pero su testimonio respecto al mérito relativo de las dos clases de máquinas era tan contradictorio, que los directores no pudieron salir de la dificultad.

Así las cosas, resolvieron llamar en su ayuda á dos ingenieros profesionales de gran reputación, quienes visitarían los ferrocarriles de Darlington y Newcastle, examinando detenidamente los dos medios de locomoción — la máquina fija y la locomotora — redactando un razonado informe sobre el particular. Los ingenieros elegidos fueron Walker de Limehouse y Rastrick de Stourbridge, quienes después de un maduro examen del funcionamiento de las líneas del Norte, presentaron su memoria á la junta directiva en la primavera del año 1829. Ambos convenían en que el establecer máquinas fijas costaría bastante más que si se recurriera á la locomotora para hacer el mismo trabajo ; pero en su concepto, el gasto anual sería menor si se adoptaban las primeras ; calculando que el costo de transportar una tonelada de peso á una distancia de treinta millas, sería, por máquinas fijas, de seis chelines y cuarenta penikes y por locomotoras, de ocho con treinta y seis. De todos modos afirmaron que cualquiera de los dos sistemas que se adoptara sería provechoso para el tráfico.

Cabe observar además, que se reconocía la idea de que, según todas las probabilidades, había más motivo para esperar reformas en la construcción y funcionamiento de locomotoras, que en lo referente á máquinas fijas. « Hechas no obstante todas las consideraciones y teniendo especialmente en cuenta el gasto anual de explotación de la línea por

los dos sistemas empleados en gran escala, los ingenieros referidos eran de opinión que debía darse la preferencia á las máquinas fijas, y así lo recomendaban á los directores de la compañía. » Con objeto de llevar á la práctica el sistema que recomendaban, propusieron dividir la vía entre Liverpool y Manchester en diez y nueve secciones de milla y media cada una, con veintiuna máquina fija, colocadas en puntos diferentes para hacer arrastrar los trenes.

Hemos visto hasta aquí los resultados obtenidos con el trabajo de Jorge Stephenson : los dos ingenieros más experimentados y mejores de la época, convenían en informar decididamente á favor de las máquinas fijas, no encontrándose ni un solo profesional de algún crédito, que coincidiera con el ingeniero del ferrocarril en la preferencia que daba á la locomotora sobre las otras máquinas. Sus partidarios escasos y el sistema por él defendido parecía muy próximo a ser abandonado ; pero no por eso se desesperó. Con todos los profesionales — en contra suya y la opinión pública también — porque circulaban con profusión los cuentos más ridículos, respecto á los peligros ó inconvenientes de todo género, que la locomotora traería consigo — Stephenson se mantuvo firme en su puesto ; y aún en aquella, al parecer la hora más sombría de la locomotora, no vaciló en afirmar que los ferrocarriles que las usaran antes de muchos años se extenderían rápidamente por el mundo.

Stephenson defendió ante el comité directivo sus puntos de vista de todos los modos posibles. Los sostuvo con oportunidad y hasta sin ella, como algunos de los miembros de aquel pensaban.



Llamó la atención sobre la mayor comodidad de una fuerza locomotriz para la aplicación á una gran arteria de comunicación pública, comparándola á una serie de cadenas cortas y desarticuladas, cualquiera de las cuales pudiera removerse y ser sustituida por otra sin que se interrumpiera el tráfico ; en tanto que el sistema de máquina fija podía ser considerado como una cadena continua, extendida entre los dos extremos del camino, y en que la falta de un solo eslabón podía ser causa de que se desarreglara todo el sistema.

Sin embargo el partido de la máquina fija era muy numeroso en el seno del comité, y dirigido por el señor Cropper, arguyó sobre la conveniencia de adoptar en seguida lo propuesto en la memoria de los señores Walker y Rastrick. Por su parte, los señores Sandars y Rathbone deseaban que, ante todo, se hiciera un ensayo de la locomotora, oponiéndose, y con razón, á que se gastara el gran capital necesario en la instalación de un sistema, sin haber antes ensayado el otro, que el mismo ingeniero de la compañía recomendaba.

Entretanto Jorge Stephenson continuó inmovible su persistente labor, haciéndoles ver que la locomotora era aún susceptible de grandes mejoras, á poco que se estimulara algo á los inventores y á los mecánicos. Además se comprometió a construir, si se le daba tiempo, una máquina que respondiera á todas sus exigencias y fuera capaz de arrastrar pesados trenes, sin peligro y con rapidez y regularidad.

Su sincera persistencia, no menos que sus argumentos, influyeron al fin en el ánimo de la junta

directiva, que por indicación del señor Harrison, determinó ofrecer un premio de quinientas libras a la mejor locomotora que en un día determinado se presentara sobre la vía, realizando de un modo satisfactorio lo especificado en las condiciones siguientes :

1.º La máquina debe de un modo efectivo consumir su propio humo.

2.º La máquina, si es de peso de seis toneladas, ha de poder arrastrar diariamente otras veinte (incluyendo el tender y el depósito de agua) á la velocidad de diez millas por hora, con una presión en la caldera que no exceda de cincuenta libras por pulgada cuadrada.

3.º La caldera debe tener dos válvulas de seguridad, ninguna de las cuales pueda asegurarse por completo, estando una de ellas fuera del alcance del maquinista.

4.º La máquina y la caldera deben estar montadas sobre muelles, descansando sobre seis ruedas, no debiendo pasar la altura total de quince pies hasta el tope de la chimenea.

5.º La máquina, incluyendo el agua, no debe pesar más de seis toneladas ; pero se daría la preferencia á otra de menos peso, que arrastrara una carga en proporción con él, pudiendo montarse solo en cuatro ruedas, si el peso no pasara de cuatro toneladas y media. La compañía se reserva la libertad de probar la caldera con una presión de 150 libras por pulgada cuadrada.

6.º Un manómetro mercurial debe ir fijo á la máquina para señalar la presión de vapor cuando pase de 45 libras por pulgada cuadrada.



7.º La máquina debe entregarse completa y lista para trabajar en la terminación del ferrocarril en Liverpool, en fecha que no pase del 1.º de Octubre de 1829.

8.º El precio de la máquina no debe exceder de 550 libras esterlinas.

Muchas personas de influencia calificaron de quiméricas, las condiciones publicadas por los directores del ferrocarril. Una persona de cierta importancia en Liverpool, el señor P. Ewart, que después desempeñó un cargo oficial de bastante representación, declaró que sólo una banda de charlatanes se hubiera atrevido á proponer cosa semejante, porque estaba probado que era imposible hacer marchar una locomotora á tal velocidad. Ewart añadió que si tal cosa se llevaba á cabo, se comprometía á comerse guisada una de las ruedas de la máquina, para almorzar.

No obstante las exigencias de los directores respecto á velocidad no eran excesivas ; todo lo que pedían era que se mantuviera la de diez millas por hora, influyendo tal vez en esto la animadversión de la « Quarterly Review », que había calificado de absurdo el viajar á mayor velocidad, así como las observaciones publicadas por Nicolás Wood respecto al mismo asunto, quien, no obstante, fué nombrado miembro del jurado en unión de Rastick, de Stourbridge, y Kennedy, de Mánchester.

Así las cosas, se comprendía muy bien que el porvenir de los ferrocarriles dependía en gran parte de las consecuencias de este llamamiento al genio mecánico de Inglaterra. Cuando se publicó el anuncio del premio ofrecido por la mejor loco-

motora, los hombres de ciencia empezaron de modo más asiduo á dirigir su atención á la nueva fuerza que luchaba por crearse una existencia. Mientras tanto, la opinión pública quedaba en suspenso respecto al modo de explotar los ferrocarriles, y la marcha del negocio era vigilada con vivo interés.

Durante el proceso de esta importante controversia, referente á la clase de energía que había de emplearse en el funcionamiento del ferrocarril, Jorge Stephenson estuvo en comunicación constante con su hijo, quien hizo frecuentes visitas á Liverpool, con objeto de ayudar á su padre en la preparación de los informes que tenía que presentar á la compañía.

El señor Swanwick recuerda el vivo interés de las discusiones nocturnas que tuvieron lugar entre padre é hijo, respecto al mejor modo de aumentar la potencia y perfeccionar el mecanismo de la locomotora. El testigo se maravillaba de la viveza de percepción y rapidez de juicio que ambos mostraban al ocuparse de las dificultades mecánicas que preveían, y trataban de zanjar combinando la disposición práctica de la máquina ; hablando de estas veladas decía que en ellas se ponían de manifiesto dos inteligencias poderosas, activas y enérgicas, estimulándose mutuamente á fin de llevar á cabo el invento mecánico, por el cual quedó establecido que la máquina locomotora viniera á ser lo que es actualmente. Estas discusiones se hicieron más frecuentes é interesantes después de ofrecerse el premio referido, y al combinarse los planos de la locomotora que se proponían construir.



Una de las consideraciones más importantes respecto á la nueva máquina, era la disposición de la caldera y la extensión que debía darse á su superficie de calefacción, á fin de poder generar vapor bastante, de modo rápido y continuo, con objeto de alcanzar grandes velocidades; comprendiéndose que el efecto de las máquinas de alta presión depende principalmente de la cantidad de vapor que pueda generar la caldera y de su grado de elasticidad. La cantidad de vapor generado, como es fácil comprender, depende principalmente de la cantidad de combustible consumido en el hogar, y, como consecuencia necesaria, del alto grado de temperatura que en el se mantenga.

Se recordará que en las primeras máquinas de Stephenson para Killingworth, inventó y luego aplicó el modo ingenioso de estimular la combustión en el hogar, lanzando en la chimenea el vapor sobrante, después que éste había cumplido su misión en los cilindros, acelerando así la ascensión de la corriente de aire, aumentando grandemente el tiro y en la misma proporción, la intensidad del fuego, en virtud de lógica consecuencia. Este plan lo adoptó ya en 1815, dando tan felices resultados, que á él atribuía Stephenson la superioridad económica de la locomotora, comparada con la tracción animal.

Si bien la adopción del recurso referido hacía mucho más viva la combustión y contribuía á la rápida producción de vapor á alta presión, la cantidad limitada de superficie de calefacción presentada al fuego, continuaba siendo visiblemente un obstáculo para el éxito final de la locomotora

Stephenson intentó vencer esta dificultad alargando las calderas y aumentando la superficie presentada por los tubos expuestos directamente al fuego. « La Maga del condado de Lancaster » que construyó para el ferrocarril de Botton y Leigh, y que utilizó al formar los terraplenes del de Liverpool á Manchester, fué construída con dos tubos, cada uno de los cuales tenía su correspondiente hogar y pasaba longitudinalmente á travéz de la caldera. Pero esta disposición conducía necesariamente á aumentar de un modo considerable el peso de la máquina, que se elevaba de este modo á doce toneladas, y como el límite de lo marcado á las máquinas que hubieran de presentarse á competir por el premio que se había ofrecido en Liverpool, era de seis, resultaba evidente que había llegado el momento en que la máquina de Killingworth debía recibir una nueva é importante modificación.

Muchos años antes de que esto sucediera, hábiles mecánicos trataban con ahinco de resolver el problema de averiguar cuál era la caldera mejor y más barata que podía emplearse en la producción de vapor á alta presión.

Se conocía desde muy antiguo el empleo de tubos en las calderas para alimentar la superficie de calefacción. Ya por los años de 1780, Mateo Boutton hizo uso de tubos longitudinales de cobre en la caldera de la máquina que hizo en Cornwell, por los cuales pasaba el fuego, con lo cual la producción del vapor aumentó de modo considerable. La experiencia dió lugar á que se generalizara allí el uso de calderas tubulares.

En 1803, el ingeniero Wolf sacó patente de



una caldera con tubos que tenían también por objeto aumentar la superficie de calefacción, acudiendo otros inventores á recursos similares ó muy parecidos.

En 1815, Trevitick inventó la caldera ligera de alta presión destinada á un transporte fácil, en la cual, á fin de presentar mayor superficie al fuego, construyó la caldera con una cantidad de pequeños tubos perpendiculares que comunicaban con un receptor común, situado sobre ellos.

En 1823, W. H. James construyó una caldera compuesta de una serie de tubos anulares de hierro forjado, colocados unos junto a otros y asegurados en esa posición, formando con su unión una larga caldera cilíndrica, en cuyo centro se hallaba colocado el hogar, envolviendo el fuego á los tubos que contenían el agua.

En 1826, Jaime Neville sacó otra patente para una caldera con tubos verticales rodeados de agua. Por ellos pasaba el aire caldeado del hogar, explicando en la exposición del proyecto, que los tubos podían ser horizontales ó inclinados, según lo aconsejaran las circunstancias.

Goldsworthy Gurney, el perseverante partidario de la tracción de vapor aplicada á las carreteras, hizo uso de este principio en la caldera de su máquina, en que el vapor se generaba dentro de los tubos. Por su parte la caldera inventada por los señores Summers y Ogle para su carruaje de vapor, consistía en una serie de tubos colocados verticalmente sobre el hogar, por los que pasaba el aire caliente antes de llegar á la chimenea.

Jorge Stephenson probaba, entretanto, el efecto

producido por la introducción de pequeños tubos en la caldera de su locomotora, con objeto de aumentar sus facultades de evaporación. En 1829, mandó á Francia dos máquinas construídas según este modo en los talleres de Newcastle para el ferrocarril de Lyon a Saint-Etienne, en cuyas calderas se colocaron tubos que contenían agua. De esta manera la superficie referida aumentó considerablemente, pero el recurso no dió resultado, porque los tubos, viéndose obstruídos, se quemaron pronto y hubo necesidad de retirarlos. Entonces fué cuando el señor Seguin, el ingeniero de la línea, persiguiendo la misma idea, se dice que adoptó el sistema de emplear tubos horizontales, por los cuales el aire caldeado pasaba formando arroyuelos, y por el que sacó una patente francesa.

Al mismo tiempo Enrique Booth, secretario del ferrocarril de Liverpool a Mánchester, cuya atención se había fijado en este asunto con motivo del premio ofrecido por la compañía, sin saberlo, propuso el mismo sistema que Mateo Boulton empleó en 1870 y Jaime Neville había patentado, aunque sin darle aplicación, en 1826, y que en definitiva fué llevado á efecto por Roberto Stephenson en la construcción de « El Cohete », que ganó el premio en Rainhill en Octubre del 29. De este acontecimiento da cuenta Booth en la siguiente carta, dirigida al autor :

« En aquella época yo estaba casi en comunicación diaria con Stephenson, á pesar de lo cual no tuve conocimiento de que se dispusiera á disputar el premio hasta que le comuniqué mi proyecto de caldera multitubular. Este nuevo sistema de