

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

BOLETÍN

AÑO DE 1895.

Madrid 20 de Febrero.

Núm. 5.º

DISCURSO

DEL ILMO. SR. D. MANUEL PARDO

EN EL ACTO DE SU RECEPCIÓN EN LA REAL ACADEMIA
DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

(Continuación.)

No hay conformidad entre los hombres de ciencia respecto á las sustancias que comunican al hierro las propiedades que pueden llamarse *acerantes*, ni á si forman ó no con el metal verdaderas combinaciones químicas. Al paso que la hipótesis más corriente sigue siendo que los aceros son carburos de hierro con dosis variables de carbono, Chevreul no admitía tal combinación, y si que el carbono no hacía más que modificar las propiedades físicas del hierro, aunque al fin y al cabo juzgaba aquel cuerpo como esencial para los fenómenos de la *aceración*. Más tarde Fremy, fijándose en los pormenores para obtener el acero cementado, establece que el hierro no se *acera* sólo por la acción del carbono, que ha de intervenir también el *ázoe*, y que el cuerpo resultante no es un carburo, sino un nitrocarburo de hierro; teoría que tuvo gran boga, pues la admitió el célebre químico Dumas, y no fué combatida rudamente más que por Caron, adversario decidido de Fremy, quien, en su obra ya clásica de Química, dió mayor amplitud á su pensamiento, exponiendo un

principio fecundo, confirmado en parte por la experiencia, y que ha de ser fuente de notorios adelantos si sale del período de incubación y se convierte en verdad reconocida. Retractándose algún tanto de su opinión sobre la influencia decisiva del *ázoe*, afirma que cuasi todos los cuerpos simples, al actuar en el hierro, dan sucesivamente, conforme la dosis en que se empleen, aceros, hierros colados y compuestos definidos. Como comprobación de que el carbono no es el único cuerpo *acerante*, os recordaré algunos hechos; en 1867, la fábrica de Neuberg (Austria) preparó un acero que, con tres milésimas tan sólo de carbono y 10 de silicio, resultaba de análogas propiedades al acero duro ordinario con 10 milésimas de carbón; trabajos más recientes, hechos en Seraing (Bélgica), muestran que el acero puede recibir hasta 14 milésimas de silicio, rebajando á 16 diezmilésimas la dosis de carbono; en Brooklyn se liga al hierro una corta cantidad de cromo, y resultan aceros de excelentes condiciones y tenacidad cuasi doble que la común, con los cuales se ha construído sobre el Mississippi el soberbio puente de San Luis; el tungsteno acrece, como el cromo, la resistencia del metal; y en la fábrica de Terrenoire (Francia) se ha logrado, sin perjudicar las propiedades del acero, poder dejar hasta cuatro mi-

lésimas de fósforo en la masa, reduciendo á una la proporción de carbono, recurso que ponían en práctica desde 1869 dos establecimientos alemanes, poco menos que como falsificación inocente, para el suministro de carriles.

Aun ciñéndose al acero que proviene de la modificación del hierro por cortas dosis de carbono (0,50 á 1,25 por 100), se han emitido en estos últimos años nuevas y autorizadas opiniones. Refiérome, en primer lugar, á la teoría llamada *celular*, expuesta por Osmond y Werth, como fruto de sus notabilísimos trabajos en el Creusot, y basada en la Termoquímica y en ensayos microscópicos: admiten que el acero está constituido por granulaciones de hierro cubiertas de una cutícula de carburo, cuyo espesor varía con la dureza del metal y las condiciones físicas que determinan la agrupación molecular, y establecen que el acero se compone de hierro en exceso, carburo y carbono libre. Curiosas son asimismo la hipótesis de Karsten, que juzga que en los hierros carburados se halla el carbono parcialmente combinado, mezclado y disuelto; la de Jullien, que defiende la disolución total del metaloide; y la teoría del *temple*, preconizada por el ruso Tchernoff, según la cual las transformaciones moleculares dependen de las temperaturas y del enfriamiento, llegando el autor á marcar las condiciones para templar un acero de composición conocida con la eficacia máxima y la temperatura que no conviene exceder.

Fáltame espacio para resumir siquiera tantos y tan variados trabajos acerca de la constitución íntima de los aceros, y prescindiendo ya de lucubraciones teóricas para considerar la fabricación industrial, pasman los progresos

conseguidos, que se traducen en una reducción en los gastos y una rapidez en los procedimientos que rayan en lo inverosímil. Así se explica el vuelo tomado por el uso del acero en la construcción, que tiende de día en día á reemplazar al hierro maleable: cierto que aún es inferior el coste de producción de éste al de aquél; mas la diferencia decrece gradualmente, y como, á causa de las condiciones de resistencia del acero, puede disminuirse el peso de las piezas, se concibe bien que la sustitución de un metal por otro se imponga de manera decisiva en innumerables casos. Concretándome á los puentes, os citaré las conclusiones á que se ha llegado, pocos años há, con motivo de la construcción de un ferrocarril en Rumania, que había de salvar el Danubio con siete tramos independientes de 165 metros de luz cada uno y 52 de 50 metros. Era dudoso si convenía emplear el hierro laminado ó el acero fabricado por el sistema de Martin-Siemens: no se pusieron de acuerdo los ingenieros rumanos, y hubo de acudirse á una comisión de sabios extranjeros, la cual, después de pedir numerosos datos á los establecimientos franceses más acreditados, como Batignolles, Fives-Lille, el Creusot, Cail, Terrenoire, etc., y de estudiar minuciosamente los pliegos de condiciones de la Marina francesa y del Almirantazgo inglés, opinó que los grandes vanos debían salvarse con vigas de acero, y dejar en libertad á las fábricas que se presentaban al concurso para elegir el metal que hubiera de emplearse en los pequeños. En las actuales circunstancias, y á reserva de las modificaciones que introduzcan futuros adelantos, los constructores aceptan, por lo común, el mismo límite: concep-

túan más económico el hierro para lúces inferiores á 40 metros, el acero para las que exceden de 50, y para las comprendidas entre estos dos guarismos consideran que viene á compensarse la disminución de peso que permite el acero con el mayor coste de este último metal.

Desde los hornos establecidos en Sheffield, á mediados del siglo anterior, por Huntsman para fundir los aceros previamente preparados por cementación del hierro dulce ó afino del colado—que se usaron y usan todavía para obtener el metal con que se fabrica la famosa cuchillería, y sólo funden de una vez 30 kilogramos cada uno,—á los procedimientos que ahora se siguen en los vastos centros industriales, hay inmensa distancia. No describiré la fábrica de Krupp, donde se ha llegado á obtener el lingote de 52 $\frac{1}{2}$ toneladas que figuró en la Exposición de Viena; ni el método, muy seguido en Inglaterra, de agregar mena de hierro á un baño de este último metal fundido, el cual método se conoce con el nombre británico de *ore process* y fué entrevisto por Bréant hace setenta años; ni otros medios que no han adquirido aún gran desarrollo, ó que se han abandonado por imperfectos: sólo os recordaré brevemente los dos sistemas en uso para la preparación del acero que se aplica á la Ingeniería, el de Bessemer y el de Martín-Siemens, que tienen la condición común de obtener directamente el acero fundido.

En el primero se inyecta una corriente de aire en el baño de hierro colado, contenido en el aparato llamado *convertidor*, especie de retorta truncada de palastro, vestida interiormente con una camisa de arena arcillosa de 25 á 30 centímetros de espesor, provis-

ta de toberas, también de arcilla, y que puede girar alrededor de un eje horizontal: no necesito entrar en pormenores bien conocidos de todos vosotros. Las reacciones que se efectúan dentro de la retorta son, en resumen, las mismas que determinan el afino de los hierros impuros; pero Bessemer ha sabido aprovechar la acción del aire, que, lejos de enfriar el baño metálico, aumenta su temperatura y le hace entrar en una especie de ebullición, gracias á ser marcadamente exotérmicas las reacciones, y al ingeniosísimo recipiente ideado por el autor. Al principiar el trabajo salta el silicio oxidado, desparrándose en lucientes chispas, al tiempo que el carbono libre del hierro, combinándose con el metal, transforma en hierro blanco el colado gris; luego, en el segundo período, ilumina la boca del convertidor la llama brillante producida por la rápida oxidación del carbono, reemplazada en el tercero y último con los humos del manganeso, rojizos como celajes del sol saliente: agrégase entonces al baño hierro colado manganeso en estado líquido ó en barras candentes, para que parte de este manganeso reduzca el hierro oxidado. Veinte minutos no más dura la operación, y el aspecto de la llama y de los humos da á conocer su término. Para proceder con entero rigor, llamas y humos se analizan, pero no en eudiómetros ni en retortas, sino con la simple observación del espectroscopio, ese maravilloso instrumento con el cual se descubre la composición de los astros y se mide la velocidad con que algunas estrellas se apartan en sentido radial del centro de nuestro sistema, prodigios sin disputa superiores á los muchos con que se envanece nuestra época. La espectrosco-

pia permite seguir paso á paso la marcha de las reacciones en el convertidor de Bessemer, observando los productos que de él se escapan, y los silicatos fusibles, que formando escorias sobrenadan en el baño metálico, completan el examen, por el color de las muestras que de tiempo en tiempo se sacan.

(Se continuará.)

Teniendo en cuenta que es en los actuales momentos interesante todo cuanto se refiere á las tarifas de los ferrocarriles, insertamos á continuación una conferencia dada por el *Profesor L. Loria* en el *Colegio de Ingenieros y Arquitectos de Milán*, inserta en la publicación italiana *Il Politecnico* del mes de Enero último.

REFORMA Y SIMPLIFICACIÓN

DE LAS TARIFAS DE FERROCARRILES PARA
EL TRANSPORTE DE VIAJEROS

Los ferrocarriles constituyen parte tan esencial en la vida de las naciones, que todo lo que á ellos se refiere es de público é inmediato interés, y cualquiera alteración que se introduzca, por pequeña que sea, en su modo de funcionar, puede tener gran influencia sobre la economía general y el bienestar del país. El servicio más importante que prestan los ferrocarriles es el transporte de viajeros, y como entre nosotros no satisface á las necesidades por completo, se siente la conveniencia de introducir sustanciales reformas y modificaciones; pero nada positivo se desenvuelve, los años pasan y se produce el doloroso fenómeno de que los productos van continuamente decreciendo.

I

Desde el origen de los ferrocarriles están en vigor para el transporte de viajeros las tarifas kilométricas, es decir, de precio unitario para las diversas clases, aplicable al número de kilómetros del recorrido, siendo este sistema de percepción el que está todavía en vigor en la mayor parte de las naciones. Las compañías de ferrocarriles, para transportar un viajero, tienen que hacer gastos, de los cuales unos son independientes de la longitud del trayecto y otros son función del mismo. Las tarifas deben, pues, racionalmente determinarse sobre la base de una cantidad constante y de una cantidad proporcional, decreciente con el aumento de recorrido. Este concepto de las tarifas diferenciales, que ha encontrado admisible la Comisión de Información sobre nuestros ferrocarriles, se aplicó en Bélgica en el año 1866; pero fué abandonado en 1871 por no haber dado buenos resultados, debido á que se llevó demasiado lejos la diferencia de las tarifas con relación al recorrido, y porque la configuración de aquel país no se prestaba á recorrer trayectos de gran longitud. En algún ferrocarril francés ha estado en vigor, aunque con grandes limitaciones, hasta el año 1892, y su adopción es de cuando en cuando propuesta y discutida.

La tarifa kilométrica se demostró bien pronto que era insuficiente para satisfacer las exigencias de las necesidades públicas, y todas las empresas de ferrocarriles han tenido que escogitar y acordar ventajas bajo formas diversas, con objeto de desarrollar el tráfico, y las más usadas se refieren generalmente á los billetes de ida y vuelta para recorridos más ó menos largos