

Apuntes históricos sobre la siderurgia

Gabriel Esteller Lores

Desde el descubrimiento del hierro y el desarrollo de las primeras fundiciones hasta la invención de los altos hornos

No conocemos exactamente quién descubrió el hierro (Fe), pero su historia así como su descendiente el *acero* transcurre pareja a la historia de la civilización.

Con la excepción del aluminio (Al), el hierro se encuentra en la corteza terrestre en cantidades mayores que cualquier otro metal, se explota con medios sencillos y se trabaja y transforma con suma facilidad.

Los metales inician su historia cuando el hombre se siente atraído por su brillo y aprende a fabricar utensilios y puntas de lanza, golpeando y conformándolos en una incipiente deformación plástica.

La humanidad se sucede en edades a las que se ha dado el nombre de los metales predominantes, cuando terminan las del *cobre* y *bronce* con una duración entre 500 y 1.000 años, nos situamos justo en el inicio de la edad del *hierro*.

Pero realmente mucho antes este metal había entrado en la historia, el pri-

mer contacto del hombre con el hierro fue a través de su presencia en los abundantes meteoritos, evidencian ésta teoría el análisis de numerosos ejemplares arqueológicos de hierro, que han mostrado altos contenidos en níquel (Ni) al igual que las muestras obtenidas de los meteoritos estudiados. El hierro obtenido por el hombre con las tecnologías primitivas, estaba exento de níquel.

Todos los nombres atribuidos al hierro en la antigüedad, tenían significados como *pedra del cielo*, *metal de las estrellas*, que indicaban que el metal procedía del exterior, así se comprende que en aquellas épocas se le atribuyese un valor superior al oro, con el hierro se premiaba a los atletas de la antigua Grecia como cuenta Homero en *La Iliada*, también entre las joyas de Tutankamon se encontró un amuleto de hierro.

Etimológicamente la palabra *siderurgia* (industria del acero) viene de *sidus* que significa estrella o astro en latín.

Pero aparte de este hierro casual, la verdadera edad del hierro comienza cuando nuestros antepasados aprenden a extraerlo de los minerales que lo contienen. La razón del retraso en su aparición respecto al bronce, hay que buscarla en el elevado punto de fusión del hierro, que hacía prácticamente imposible fundirlo suficientemente y separarle la escoria.

No obstante desde el principio, nuestros antepasados metalúrgicos fueron ingeniando la forma de producir una reducción directa del material liberando el O_2 del mineral, rodeándolo de carbón de leña y provocando la combustión del mismo.



Los métodos rudimentarios para activar la combustión, no permitían la temperatura suficiente para fundir el metal y se obtenía una masa esponjosa-pastosa



mezcla de hierro + escoria, que había que martillar repetidamente al rojo vivo para eliminar esta escoria y otras impurezas, y endurecer el metal, obteniéndose barras de hierro forjado resistente y maleable, había nacido el primitivo acero. La primera industria del hierro apareció al sur del Cáucaso unos 1.700 años a. C., fueron los hititas quienes primero probaron estos procesos metalúrgicos, la deformación plástica primitiva que utilizaron les proporcionó una superior dureza en sus espadas y lanzas.

El hierro fue apareciendo en Egipto y Grecia siglo XI a. C.; en Italia siglo VI a. C. y también en Francia, España y Suiza en el siglo V a. C. El hierro fue utilizándose con fines militares en la fabricación de espadas, lanzas, flechas, cascos, escudos, etc., pero también como objeto ornamental en joyería y para útiles de labranza.

Los procesos de obtención del hierro fueron mejorando y se ampliaron

los pequeños hogares, se utilizaron los fuelles para activar la combustión y la rueda hidráulica que ayudó a accionar los martinets que batían la masa semi-fundida.

Los esfuerzos de los antiguos siderúrgicos estaban encaminados a activar la combustión en hornos con mineral de hierro + carbón, para aumentar la producción y economizar el sistema. Cuando estos hornos se calentaban en exceso el mineral pasaba de forma pastosa a líquida, contenía alto % de C y no se podía forjar con lo que se despreciaba al considerarlo "impuro". Estaban en la antesala del afino, más adelante descubrieron que éste producto que rechazaban, era la mejor materia prima para la obtención futura del acero.

El combustible básico en el desarrollo de esta industria durante los siglos XVII y XVIII fue el carbón vegetal, por ello este tipo de industrias se desplazó hacia las zonas de bosques, donde

se pudiera obtener con facilidad el carbón necesario que se obtenía de la tala de árboles, cuando se agotó el carbón vegetal se empezó a utilizar la hulla como combustible y finalmente el coque.

Se empezaron a aumentar las alturas de los hornos, dado la resistencia del coque se podía aumentar las cargas del horno y en consecuencia la producción, luego las mejoras en la ventilación de los hornos, calentamiento del aire soplado, etc. todas estas técnicas cristalizaron en los modernos altos hornos.

Finalmente se produce en 1855 un invento trascendental, se trata del convertidor ideado por Henry Bessemer, que marca el paso decisivo en la elaboración del acero a partir del hierro producido en el alto horno, al conseguir afinar y eliminar los altos contenidos de C, Mn y Si mediante una corriente de aire por el fondo.

Todo ello fue completado por Thomas en 1873 al conseguir convertir el

hierro colado de alto contenido en fósforo, en un acero de alta calidad mediante un convertidor con recubrimiento básico.

Los hermanos Siemens desarrollaron la idea de calentar previamente el aire de combustión, con el aire caliente y utilizando gas de carbón lograron temperaturas superiores a los 1525°C necesarios para fundir el acero.

Paralelamente los hermanos Martin consiguieron mejorar el sistema fundiendo mezcla de arrabio y chatarra.

La idea de aplicar oxígeno puro en lugar de aire pasó por las mentes de estos metalurgistas, pero fue imposible por los altos costes. En las ciudades austríacas de Linz y Donawitz, fue donde se empleó por primera vez, en 1952, la aplicación directa de oxígeno puro en los convertidores, por ello este procedimiento moderno hoy con muchas variantes, se le conoce por las siglas L.D. iniciales de las ciudades mencionadas.

La siderurgia en España

Desde que aprox. en el 1700 a. C. el pueblo Hitita, primeros siderúrgicos de los que se tiene noticia, fue invadido, lo que permitió que sus conocimientos metalúrgicos se difundieran por todo el Oriente Próximo, llegando a Europa en el siglo X a. C.

En la península Ibérica los lígures primero, celtas y romanos después, descubrieron riquezas en mineral de hierro e implantaron sus rudimentarias industrias siderúrgicas.

El mineral más apreciado se extraía de las minas celtibéricas del Moncayo, en la actual Calatayud y Turiasson (Tarazona), adquiriendo justa fama entre los romanos por la alta calidad y temple de las espadas allí fabricadas.

Más tarde los árabes trajeron a España el acero de Damasco, acero con propiedades mecánicas excelentes de alto contenido en C y forjado entre los 650° y 850°C, templado en aguas con distintas soluciones, confería una excelente resistencia al desgaste y alto poder cortante.

El despegue espectacular de la siderurgia española se produce en la Edad Media, especialmente en dos regiones Cataluña y País Vasco, zonas donde el agua motriz, el mineral y el combustible hicieron posible la instalación de las fargas catalanas y las ferrerías vascas, que llegaron a convertirse en centros metalúrgicos de fama mundial.

Las maseras obtenidas en las fargas y sus productos resultantes forjados, fue-

ron exportados a puntos tan distantes como Turquía y Finlandia, la técnica de la forja catalana se extendió por todo el mundo, perdurando en muchos países hasta los inicios del siglo XX.

Otro tanto ocurría con las agoias obtenidas en las ferrerías mayores vascas, de la calidad de sus productos forjados, habla el comercio floreciente y la exportación que se hacía a países como Francia, Inglaterra y Holanda.

Para conocer la importancia de esta primitiva industria metalúrgica, basta saber que en el siglo XV existían en Vizcaya y Guipúzcoa más de 300 ferrerías y en Cataluña más de 150 fargas.

El primer alto horno construido en España fue en la Serranía de Ronda (Málaga) por el año 1726, consumía carbón vegetal produciendo unas 2 t. diarias en barras que se estiraban y afinaban con ayuda de fraguas.

Posteriormente se construyeron altos hornos en Santander, Sagardelos en Lugo y Trubia en Asturias 1793-1796 que incorporaban coque para sustituir el carbón vegetal.

Entre 1832 y 1840 se construyeron hornos más modernos que trabajaban con aire caliente cerca de Marbella y con una superior productividad.

Las instalaciones más satisfactorias no se completaron hasta 1848 en Trubia

(Asturias) y 1855 Baracaldo donde se empleó coque con lo que se superó el nº de cargas y la altura de los hornos.

En 1882 se crea "Altos hornos de Bilbao" que instaló un convertidor Bessemer equipándose poco después con tres baterías de coque y tres altos hornos de 100 t. de capacidad cada uno.

Finalmente en 1903 se fusionaron varias sociedades para explotar las fábricas de hierro, acero y hojalata de Baracaldo y Sestao, así nació la gran compañía Altos hornos de Vizcaya.

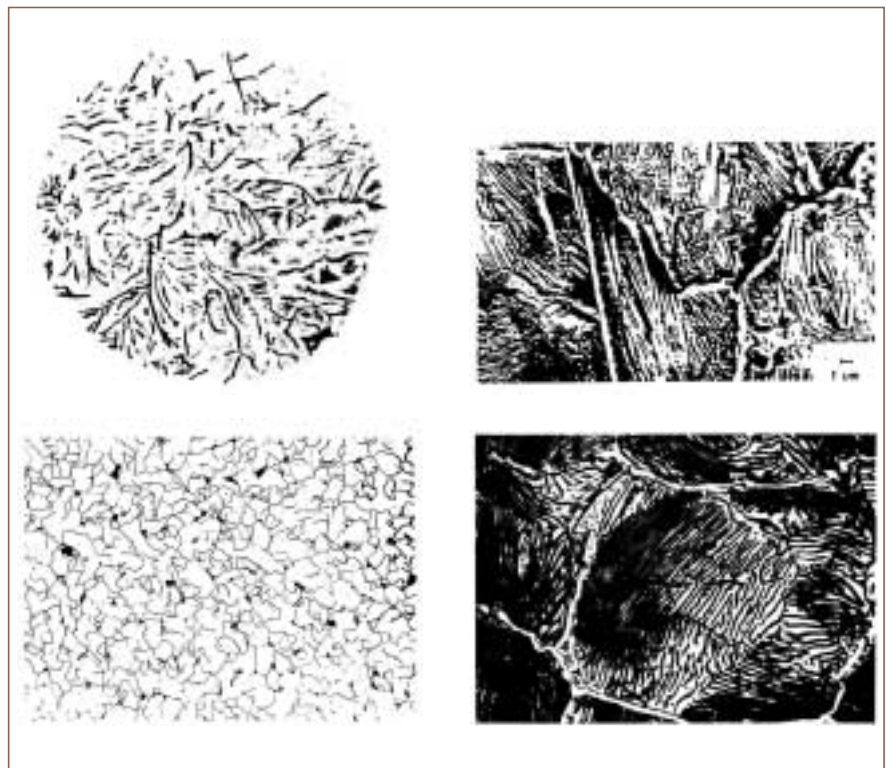
Los actuales convertidores alcanzan fácilmente los 2500°C que facilita el afino, la aplicación de productos desulfurantes y desoxidantes mejora la calidad del acero y facilita una escoria fluida.

Actualmente se utiliza con preferencia el horno eléctrico para fundir, dejando las operaciones de afino y de control fuera del horno en las instalaciones de metalurgia secundaria.

El grupo Sidenor en Basauri dispone de un horno eléctrico capaz de fundir 106 t. año, con cargas de aprox. 130 t. cada 4 horas.

Estructura del hierro

Posiblemente uno de los primeros pasos en el conocimiento de la estructura la realiza Widmanstätten en 1802, al establecer un modelo geométrico a través de



Fundición gris de A. Martens 1878 Primeras micrografías. Estructura acero de Damasco cementita acicular "Widmanstätten" atacada. Estructura de ferrita con algo de perlita acero muy bajo en C 0.08%. Matriz perlítica con red de cementita acero ligeramente hipereutectoide de 0.95% C

observar la estructura de la superficie pulida y atacada de un meteorito.

Hasta 1871 no se estableció completamente la naturaleza cristalina de los metales, lo que caracteriza a un cristal es su forma geométrica, planos y ángulos regulares, que se corresponden con la ordenación de las partículas elementales de la materia. La alotropía del hierro había sido demostrada años antes.

En 1863 Sorby fue el iniciador en la contemplación de la estructura mediante el microscopio, nació la técnica metalográfica y la forma para la preparación, pulido y ataque de las muestras, que culminó con el descubrimiento de la estructura perlítica a unos 600 aumentos, estructura que le atribuye un papel principal en el endurecimiento del acero.

Frederik Abel en 1883 determinó la composición del carburo de hierro y estableció que no se podía aislar químicamente todo el carbono presente.

Poco después J.A. Brinell demostró que con las operaciones de forja, laminación y temple las texturas y estructuras se afinaban y el grado de resistencia aumentaba.

Osmond y Werth determinaron los puntos críticos del hierro y acero. Con la ayuda de un pirómetro ideado por Chatelier, Osmond examinó directamente el comportamiento a alta temperatura y marcando las posiciones críticas dentro del diagrama Fe - C.

En 1893 Osmond adoptó los nombres de la ferrita, perlita y cementita para designar a los constituyentes de los aceros ordinarios, también incorporó los de austenita y martensita.

La técnica metalográfica permite identificar la microestructura de los materiales así como los procedimientos que lo facilitan.

Puede definirse a la metalografía como la técnica que revela la organización espacial de fases y compuestos que conforman un material metálico.

Finalmente el hierro es un metal importante en la historia de la humanidad, dio nombre a una era geológica y participó en el descubrimiento y desarrollo de los metales.

El hierro junto a la madre tecnología crea el acero, aleación noble y dúctil capaz de amoldarse a las formas requeridas, muestra una alta resistencia y aleado con otros metales, consi-

gue aumentar sus cualidades y prestaciones, sus aleaciones siguen en vanguardia.

Bibliografía

La Siderurgia Española UNESID Clarión SA 1987.
(Reproducción de ciertos aspectos sobre la historia del hierro.)

La Metalurgia desde su historia ATEF por Felipe A. Calvo y José M. Guilemany (1970).

Antecedentes en la obtención del hierro. Arqueología industrial de Sagunto.

AUTOR

Gabriel Esteller Lores

gestelle@mcm.upv.es

Ingeniero técnico en química industrial. Ingeniero Metalúrgico. Profesor de fundamentos y tratamientos de los materiales en ciclos formativos; profesor de Ciencia de los materiales en la Universidad Politécnica de Valencia, colaborador metalúrgico de Aleaciones Estampadas SA. Durante 30 años se ha dedicado profesionalmente al tratamiento térmico y al estudio de los aceros especiales para herramientas, autor de varias publicaciones, cursos y ponencias en congresos sobre los materiales féreos y sus tratamientos. Pendiente de edición del libro *Principios básicos de Metalurgia Industrial*.



SOFTWARE

LA MAYOR TIENDA DE SOFTWARE
TÉCNICO ESPECIALIZADO

60 programas de muy fácil manejo. Sin limitaciones operativas para cálculo. Con los mejores entornos gráficos 3D existentes. 3 licencias de uso por aplicación, con todas las garantías técnicas y legales, así como actualizaciones y nuevas versiones. Además: Consultoría técnica e informática gratuita.

HARDWARE

LA TIENDA MÁS CÓMODA Y
COMPLETA GAMA DE PRODUCTO

Especializada en arquitectura e ingeniería. Las mejores marcas, precios muy competitivos y financiación a su medida. Entrega en 48 h. Asesoramiento técnico con más de 10 años de experiencia. Total garantía. Más de 8.000 Clientes. 5.000 visitas diarias.

arqui.com



procedimientos

Procedimientos-Uno, S.L.
Juan López Peñalver 8, E29590 Málaga, España
telf. +34 952020165 fax +34 952020157