



## Hierro y acero

Casi todo trabajo de herrería se hace con hierro y acero. Ningún uno de los metales comunes puede ser trabajado por medio de golpes de martillo después de haber sido calentado. El hierro es el metal base del cual se deriva el acero.

Es muy poco el hierro que se encuentra en estado natural. Es posible que el hombre de la antigüedad haya encontrado algunos metales que podía utilizar sin tratamientos especiales. Los meteoritos pueden ser de hierro puro y algún afortunado puede haber hallado y usado alguno. Sin embargo, los meteoritos nunca han abundado, y el hierro tiene que obtenerse del mineral en bruto, por medio de calor. Afortunadamente el hierro se encuentra en casi todo el mundo y, según se supone, gran parte de la tierra está compuesta de hierro. Sólo conjeturas pueden hacerse acerca del modo en que se descubrió cómo extraer el hierro de los minerales. Una sencilla fogata no sería suficiente, pues tendría que haber forzosamente un sople de aire para intensificar el calor. Tal vez el incendio de algún bosque produjo el calor suficiente que revelara cómo extraer el hierro de los minerales.

En algunas partes se ha utilizado el mejor mineral, pero con los nuevos métodos el hierro se obtiene de materiales de calidad inferior, y no existe temor alguno de que pudiese disminuir la producción de hierro por causa de escasez de fuentes de abastecimiento. Parece que las reservas mundiales de mineral son inagotables.

Es muy posible que, cuando el hombre de la Edad de Hierro descubrió lo superior que era el hierro sobre el bronce y la piedra, que anteriormente le servían para fabricar armas, herramientas e implementos haya tratado varias maneras de aumentar el calor a una intensidad suficiente para poder extraer el hierro de los materiales que encontraba excavando la tierra o dragando los pantanos. Es posible que el aire haya sido dirigido por medio de canales en la ladera de una colina hasta una fosa en que hubiera un fuego y materiales. Donde no hubiera una colina cerca, es posible que se construyese una torre de piedra y tierra para contener el fuego y el material, con un agujero para que el aire entrase continuamente. Es posible que los fuegos iniciales fuesen alimentados con leña, y después con carbón de leña. Se desarrollaron los fuelles para producir aire y eliminar la dependencia de una corriente inestable. Al final del proceso el fuego era rastreado y el hierro era extraído del fondo del fogón. Su calidad no estaba controlada, y la pura suerte decidía cuál podría usarse para hacer herramientas y cuál descartarse o usarse en su forma fundida.

El hierro producido en esta forma contenía muchas impurezas. El hierro tiene que estar razonablemente puro para poder ser trabajado en herrería. Un exceso de impurezas causaría fragilidad y otros problemas.

La metalurgia y la historia de la fabricación del hierro no tienen lugar en un libro práctico, pero el herrero encontrará útil tener algún conocimiento sobre el material que está manejando. Actualmente, el hierro se produce en hornos que han convertido esos fuegos primitivos en enormes industrias. Lo primero que sale de un alto horno es conocido como hierro colado en barras (en inglés este hierro se conoce como "hierro de coque", por la forma que tienen los canales en los cuales se vierte el metal fundido, que asemejan una lechona con sus cochinitos junto a ella). Este hierro tiene muchas impurezas, aunque en pequeñas cantidades. Puede ser 95% hierro y hasta un 4% de carbono, y el resto incluirá silicio, azufre, fósforo y manganeso. Las impurezas tienen un efecto considerable en la calidad y características del hierro.

## HIERRO COLADO

El hierro colado es hecho con lingotes de hierro que son fundidos de nuevo, y que se vierten en moldes. Su calidad puede ser controlada variando su contenido, y por su enfriamiento: rápido o lento. Es posible hacer hierro colado dúctil mediante un proceso especial, aun-

que éste no es todavía adecuado para la herrería. El hierro colado, en sus distintas formas, es utilizado en forma extensiva como partes para maquinaria, muchos artículos domésticos y cualquier cosa en la cual sean acoplables o desmontables su peso y tamaño. Su forma no puede alterarse mediante calor o martillado. El hierro colado dúctil puede ser maquinado, y es el material que se utiliza para partes que deben ser torneadas o trabajadas en alguna otra forma por medio de herramientas de corte. Cuarto trabajo decorativo es hecho en hierro colado y un herrero puede hacer forjados a partir de algo que haya sido hecho con hierro fundido, como una cabeza, flores esculpidas o decoraciones clásicas. El hierro colado contiene del 2 al 4% de carbono, aparte de cualesquiera otros elementos, presentes en cantidades pequeñas.

## HIERRO FORJADO

Durante casi toda la historia de la herrería, el hierro forjado ha sido mejor favorecido por los herreros. Este hierro se produce refinando y laminando el hierro colado en lingotes después de calentarlo de nuevo, con el fin de reducir el contenido de carbono -no mayor del 0.3%, y remover casi toda impureza. El hierro resultante que ha sido laminado para producir tiras, tiene una naturaleza fibrosa que lo hace ser el más apropiado para ser moldeado a golpes. Es el tipo de hierro más resistente, dúctil y maleable, y tiene una gran resistencia a la corrosión, superior a otros. Su primera oxidación ligera forma una película protectora que impide una mayor corrosión.

Desafortunadamente ya no se consigue fácilmente el hierro forjado, y su lugar ha sido ocupado por el acero dulce. Se trata de un hierro que contiene una mínima cantidad de carbono. Es un material de calidad superior para trabajos estructurales, maquinado e ingeniería en general, aunque no es tan adecuado para la herrería. Tuvo que pasar cierto tiempo para que el acero dulce llegase a ocupar el lugar del hierro forjado, pero a fines del siglo XIX se fue imponiendo gradualmente; en la actualidad se produce muy poco hierro forjado, y cualquiera que se dedique a la herrería tiene que trabajar con acero dulce. La mayor parte del trabajo puede efectuarse con acero dulce, a pesar de no ser dócil para trabajos finos, y más difícil de soldar por el método común de herrería.

El contenido de carbono del acero dulce no afecta su dureza, y no hay ningún tratamiento a base de calor que llegue a tener un efecto en cuanto a suavizarlo o endurecerlo. Si la proporción del carbono

se reduce o aumenta, las características del acero se ven alteradas. Si el contenido de carbono es del 2%, se tratará de acero al alto carbono, o acero para herramientas. El acero al alto carbono puede endurecerse calentándolo y entfriéndolo en el proceso de endurecimiento y templado que se describe más adelante. Otro tratamiento de calor elimina su dureza; con este acero se fabrican las herramientas, sirve para hacer resortes, y fue empleado para partes de armaduras.

El herrero tradicional descubrió que el hierro forjado y el acero para herramientas cubren sus necesidades. El herrero moderno tiene que usar acero dulce en lugar de hierro forjado para gran parte de sus trabajos. A pesar de que actualmente hay muchos aceros especiales, sigue siendo mejor utilizar únicamente acero al alto carbono cuando se trata de herramientas. Algunos de los otros aceros, que han sido amalgamados con pequeñas cantidades de otros metales para adquirir cualidades especiales, y que se usan para las herramientas de producción masiva, requieren tratamientos especiales y precisos de calor, con equipo que generalmente no está a disposición del herrero común.

## ACEROS DE ALEACION

Con frecuencia se describe al acero como una aleación de hierro y carbono, pero esto no es estrictamente correcto pues la palabra aleación se aplica a una mezcla de dos o más metales, y el carbono no es un metal. Algunos tipos de aceros especiales son denominados *aceros de aleación*, indicando que al acero se le han agregado otros metales. Con las técnicas modernas, se pueden controlar cuidadosamente las proporciones de estos metales. Cantidades muy pequeñas de otros metales pueden significar diferencias considerables en el acero. El níquel, el cromo, el cobre y el tungsteno son algunos de los metales que se agregan al acero en cantidades pequeñas, para darle cualidades especiales. Con un 18% de cromo y un 8% de níquel agregados al acero, se aumenta su resistencia a la corrosión y se produce el acero inoxidable. Por supuesto, se trata de un término relativo, pues ningún acero puede ser totalmente anticorrosivo. La inclusión de silicio puede producir resistencia a los ácidos. Se produce *acero de alta velocidad* para fabricar herramientas de corte, que mantienen su dureza y resistencia aun cuando se calientan. Los aceros de alta velocidad varían, pero pueden ser amalgamados con uno o más de los metales siguientes: tungsteno, cromo, molibdeno o vanadio. El colbato agre-

gado al **acero mejora sus** cualidades magnéticas. Hoy en día parece que el rango de **aceros especiales** no tiene casi límites. El herrero que obtiene **acero para calentarlo y martillar** para convertirlo en herramientas, y después endurecerlo y templarlo por medio del calor, debe dedicarse a usar acero de alto carbono, sin amalgama de ningún otro metal.

Hoy en día es común que el hierro, el acero dulce y el acero para herramientas sean adquiridos, en forma de láminas o en tiras de sección redonda, cuadrada, rectangular, hexagonal y muchas otras. Para producciones en serie ésta era la forma de adquirir material, pero muchos antiguos herreros tenían en sus patios grandes cantidades de materiales de desecho, y de ellos obtenían el hierro o el acero para hacer nuevos artículos. El hierro y el acero pueden utilizarse repetidas veces, y una pieza nueva puede no parecerse en nada a la pieza vieja de la cual se obtuvo. Una de las atracciones de la herrería es la habilidad para calentar el metal y utilizar el martillo para darle una nueva forma. También es posible soldar piezas para formar otras más grandes. En la época de los pioneros, en que era difícil conseguir hierro o acero nuevos, se usaban muchas piezas pequeñas de desperdicio para hacer una pieza más grande. Es posible que esa labor tomara mucho tiempo, pero no había otra forma al no contar con hierro nuevo disponible.

Un herrero moderno podría encontrar conveniente coleccionar partes viejas y desechadas de hierro y de acero, adecuadas para sus fines, para un posible uso futuro. El hierro fundido puede no ser de utilidad para fabricar otras cosas, pero puede servir como un yunque especial o para ciertos casos de moldeo. Cosas muy viejas hechas de tiras de metal, como los cerchados y las verjas, pueden ser de hierro forjado y ser consideradas como el mejor material para nuevas formas y soldaduras. Hasta el acero dulce de esas partes antiguas y de otros conjuntos pueden servir como materiales para nuevos trabajos.

Cualquier herramienta tiene posibilidades de ser trabajada de nuevo en otra herramienta, aunque la original se haya desgastado. Un vehículo con muelles es una buena fuente de acero al alto carbono. Los resortes de espiral proporcionan buen acero al alto carbono, adecuados para hacer herramientas. Los muelles de resorte tienen esta clase de acero, y aunque pueden no tener tantos usos, endurezados y cortados sirven para hacer herramientas. Cualquier cosa que haya formado parte de una estructura sólida, posiblemente es de acero dulce, sobre todo en el caso de no ser muy antigua. Si se sabe que es muy

antigua, y en especial si se le ha dado una forma ornamental a sus extremos, probablemente se trate de hierro forjado.

En su mayor parte, los aceros de aleación especiales se utilizan en piezas pequeñas para herramientas de maquinaria. Las herramientas mayores, como las de jardinería, la mayor parte de las herramientas de corte en carpintería y la mayor parte de las grandes hojas de corte, lo mismo que las partes de corte de muchos implementos agrícolas, probablemente sean de acero de alto carbono que puede utilizarse de nuevo.

Algunas veces, entre los materiales de desecho, se encontrarán otros metales que no son adecuados para la herrería. Cuando son viejos y están oxidados pueden tener una apariencia similar a la del hierro y el acero. Si se les aplica una lima o papel lija, cualquier diferencia será evidente. El cobre, el latón, el aluminio, el plomo y otros metales no ferrosos, no son útiles para la herrería, a pesar de que puedan tener otras posibilidades en la metalurgia. *Hierroso* y *férico* son términos derivados del latín *ferrum*, que significa hierro, y son empleados cuando es necesario distinguir metales y aleaciones que pudieran contener hierro.

## Fragua y yunque



La herrería consistió en el moldeo del hierro y el acero calientes, generalmente mediante el uso del martillo. Un medio de calentamiento y algo sobre el cual golpear con el martillo, forman la base del equipo necesario.

Es posible que los primeros herreros calentasen su hierro con fogatas de madera, pero muy pronto descubrieron que la intensidad del calor se podía aumentar por medio de una corriente de aire, y también descubrieron que la madera reducida a carbón producía un mejor fuego para sus propósitos. En su forma más simple la corriente de aire se producía por medio de aire soplado por un tubo. Podía haber sido logrado por medio de viento que soplaba a través de un agujero en la base del fuego, o empleando un abanico cuando no había viento. Se idearon bombas rudimentarias del tipo pistón, generalmente en parejas, de modo que el ayudante que subía y bajaba los pistones producía un soplo de aire bastante paucio. Los fuelles aparecieron en la antigüedad. Se empleaban piezas de madera, trozos de pieles y sencillas válvulas de tiras de cuero sobre unas perforaciones, para controlar el flujo del aire. Se utilizaban en parejas pequeños fuelles sencillos para poder mantener un flujo constante y razonable de aire. Algunos de estos fuelles eran pequeños y podían operarse utilizando los pies. Otros tenían que ser operados por dos ayudantes.

## FUELLES

En la Edad Media alguien diseñó el fuelle de doble acción. Tenía dos partes, una operada a mano o con el pie y otra que tomaba aire