

Templado diferencial: katanas, hachas y herramientas con filo duro y cuerpo tenaz

Autor: EA4IPV

Fecha: 23/03/2026

Categoría: Orientación y Navegación

Etiquetas: Sin etiquetas

Templado diferencial: katanas, hachas y herramientas con filo duro y cuerpo tenaz

El templado diferencial es una técnica metalúrgica que permite obtener durezas distintas en diferentes zonas de una misma pieza de acero. El principio es sencillo: proteger las zonas que deben permanecer blandas y tenaces durante el enfriamiento rápido del temple, de modo que solo las zonas expuestas (típicamente el filo) se endurezcan. Los herreros japoneses perfeccionaron esta técnica hace más de mil años en la fabricación de katanas, usando una mezcla de arcilla (yakiba-tsuchi) para aislar el lomo de la hoja. Pero la técnica es universal y se aplicaba también en Europa para hachas, guadañas, espadas vikingas y herramientas agrícolas. En supervivencia, el templado diferencial permite fabricar herramientas que combinan un filo duro (58-63 HRC) con un cuerpo capaz de absorber impactos sin romperse (35-45 HRC), superando en rendimiento tanto al temple completo (duro pero frágil) como al acero sin temprar (tenaz pero blando).

Fundamento metalúrgico

Cuando el acero al carbono se calienta por encima de su temperatura crítica (generalmente 780-830 °C para aceros con 0,40-0,80 % C), su estructura cristalina cambia de ferrita y perlita a austenita, una fase en la que el carbono se disuelve uniformemente en la red cristalina del hierro. Si se enfría lentamente, la austenita se transforma de vuelta en ferrita y perlita (acero blando). Pero si se enfría rápidamente (en agua o aceite), la austenita no tiene tiempo de reorganizarse y se transforma en martensita, una estructura cristalina distorsionada, extremadamente dura pero frágil.

El templado diferencial explota esta transformación controlando qué zonas se enfrían rápido (y forman martensita) y cuáles se enfrían lento (y forman perlita/bainita). La línea de transición entre ambas zonas es visible en la hoja pulida como una línea ondulada llamada hamon en la tradición japonesa. Esta línea no es decorativa sino funcional: marca exactamente dónde termina el filo duro y empieza el cuerpo tenaz.

Método clásico japonés: recubrimiento de arcilla

La técnica japonesa de templado diferencial con arcilla (tsuchioki) es la más conocida y la más fácil de replicar con materiales disponibles.

Preparación de la mezcla de arcilla: La receta tradicional varía entre escuelas, pero los componentes básicos son: arcilla refractaria (50-60 %), carbón vegetal molido fino (20-30 %) y arena de sílice fina (10-20 %). El carbón aísla térmicamente y la arena previene que la arcilla se agriete al secarse. Mezclar con agua hasta consistencia de pasta de dientes espesa. Algunas recetas añaden ceniza de paja de arroz o polvo de piedra arenisca. En emergencia, una mezcla de arcilla de río con ceniza de madera y arena funciona

razonablemente.

Aplicación sobre la hoja: La hoja debe estar completamente limpia y desengrasada. Aplicar una capa fina (1-2 mm) sobre el filo y una capa gruesa (5-8 mm) sobre el lomo y los laterales. La capa gruesa actúa como aislante térmico: durante el enfriamiento en agua, el filo (capa fina o sin capa) se enfría rápidamente formando martensita, mientras que el lomo (capa gruesa) se enfría lentamente formando perlita. El perfil de la línea de arcilla (recto, ondulado, irregular) determina la forma del hamon.

Secado: Dejar secar la arcilla completamente antes de calentar. Si quedan zonas húmedas, el vapor puede hacer explotar la arcilla durante el calentamiento y dejar el metal desprotegido. Secar al aire durante 2-4 horas o acelerar con calor suave de la fragua a distancia. La arcilla seca debe ser firme pero no desprenderse al manipular la pieza.

Proceso de calentamiento y temple

Calentamiento uniforme: Calentar la hoja en la fragua con la arcilla ya seca. La llama debe ser suave y envolvente, no concentrada en un punto. Calentar lentamente para que la temperatura sea uniforme en toda la longitud de la hoja (diferencias de temperatura causan deformación). El objetivo es alcanzar 780-830 °C en toda la pieza. Verificar con imán: cuando la hoja completa pierde el magnetismo, está lista. Trabajar con luz tenue para apreciar los colores: rojo cereza uniforme en toda la hoja.

Enfriamiento (quench): Sumergir la hoja verticalmente en el medio de temple (agua para aceros de 0,60-0,80 % C, o aceite para aceros de mayor carbono). Insertar con el filo hacia abajo y mover ligeramente en línea recta (nunca en arco). El filo, con su capa fina de arcilla o sin protección, se enfría en 1-2 segundos y forma martensita. El lomo, bajo su capa gruesa de arcilla, tarda 5-15 segundos en enfriarse y forma perlita o bainita. La diferencia de velocidad de enfriamiento es lo que crea la dualidad duro-tenaz.

Curvatura natural (sori): La transformación martensítica expande el metal un 2-4 % en volumen. Como solo el filo forma martensita, este se expande mientras el lomo no, causando que la hoja se curve hacia el lomo. Esta es la curvatura natural de la katana (sori) y no es un defecto sino una consecuencia física inevitable del templado diferencial. En hachas y herramientas, la curvatura es mínima porque la zona templada es pequeña en relación al cuerpo total.

Templado diferencial en hachas y herramientas

El mismo principio se aplica a herramientas donde se necesita un filo cortante y un cuerpo resistente al impacto. La técnica se simplifica porque solo una zona pequeña necesita temple.

Hacha: Calentar toda la cabeza del hacha a temperatura de temple. Sumergir solo los primeros 20-30 mm del filo en agua o aceite, manteniendo el ojo y el cuerpo fuera del líquido. El filo se temple a 58-62 HRC mientras el cuerpo permanece blando (30-40 HRC). Alternativa: sumergir toda la cabeza pero retirar rápidamente y dejar que el calor residual del cuerpo reviene el filo parcialmente (temple y revenido simultáneo por calor residual).

Cinzel: Templar solo los 15-20 mm del filo de corte. Calentar el cinzel completo, sumergir solo la punta en

agua y observar los colores de revenido que avanzan desde la zona caliente hacia la fría. Cuando el color púrpura-azul alcanza el filo, sumergir completamente para detener el revenido. Esto da un gradiente: punta dura (amarillo pajizo, 220 °C), zona intermedia (púrpura, 270 °C), cuerpo blando.

Guadaña y hoz: La hoja curvada se temple diferencialmente sumergiendo solo el filo mientras se sujeta el lomo con tenazas fuera del agua. La hoja delgada de la guadaña es especialmente propensa a deformarse y agrietarse, por lo que muchos herreros prefieren temprar en aceite (enfriamiento más lento y uniforme) y aceptar una dureza algo menor (55-58 HRC) a cambio de menor riesgo.

Cuchillo de supervivencia: Aplicar arcilla en el lomo (5-6 mm de espesor) dejando el filo expuesto o con capa mínima (1 mm). El perfil de dureza resultante permite afilar repetidamente el filo sin que se desportille, mientras el lomo resiste la torsión de hacer palanca y los golpes de batón (golpear el lomo con un palo para partir leña). Un buen templado diferencial en un cuchillo de 4-5 mm de espesor con acero 5160 o 1080 produce un filo de 60-62 HRC y un lomo de 38-42 HRC.

Revenido y acabado final

Tras el temple diferencial, la zona martensítica del filo necesita un revenido suave para aliviar tensiones internas sin perder dureza significativa.

Revenido del filo: Calentar la pieza en un horno o sobre carbones a 180-220 °C durante 1-2 horas. Esta temperatura reduce las tensiones internas de la martensita sin bajar significativamente la dureza (se pierde solo 1-2 puntos HRC). Si no se dispone de termómetro, calentar en un horno de cocina al mínimo o sobre arena caliente hasta que una gota de aceite humee levemente al tocar la superficie (aproximadamente 200 °C). Dejar enfriar al aire.

Revelado del hamon: En hojas japonesas y cuchillos, el hamon se hace visible puliendo la hoja progresivamente con piedras de grano fino (hasta grano 1000-2000) y luego aplicando una solución ácida suave. La solución tradicional es cloruro férrico diluido (1 parte de cloruro férrico por 4-5 partes de agua) o vinagre caliente. La martensita del filo es más resistente al ácido y permanece brillante, mientras la perlita del lomo se oscurece. El contraste revela la línea de transición.

Verificación de dureza: Sin durómetro, la dureza se comprueba empíricamente: una lima nueva (65 HRC) no debe morder el filo templado (si resbala, el filo supera los 60 HRC). El lomo debe dejarse limar fácilmente. Otra prueba: el filo templado debe poder rayar cristal. Si el filo se desportilla al cortar madera dura en ángulo, el revenido fue insuficiente. Si el filo se dobla en vez de cortar, el temple no fue efectivo.

El templado diferencial es la técnica que separa una herramienta funcional de una pieza de metal afilado. Un cuchillo de acero uniformemente duro se rompe; uno uniformemente blando se dobla. El templado diferencial produce una herramienta que corta como acero duro y resiste como acero blando, combinando lo mejor de ambos mundos en una sola pieza.

⚠ Advertencia: Esta información es orientativa y educativa. En situaciones de emergencia real, consulte a profesionales cualificados siempre que sea posible. No ponga en riesgo su vida ni la de otros sin la formación adecuada.