

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA INORGÁNICA

Tutorial sobre el curso interactivo de “*Metalografía práctica de aceros y fundiciones*” creado por los profesores *Fernando Martín Pedrosa y Cristina García, de la Universidad de Valladolid*
<https://www.eii.uva.es/metalo/>

Venancio Rodríguez Hernández y José Manuel Palazón Espinosa

El curso contiene una aplicación, de libre uso, que permite observar metalografías de probetas de distintos materiales férreos con diferentes aumentos, simulando lo que el estudiante haría en unas prácticas de metalografía. La aplicación contiene también preguntas sobre la imagen observada y las respuestas correctas.

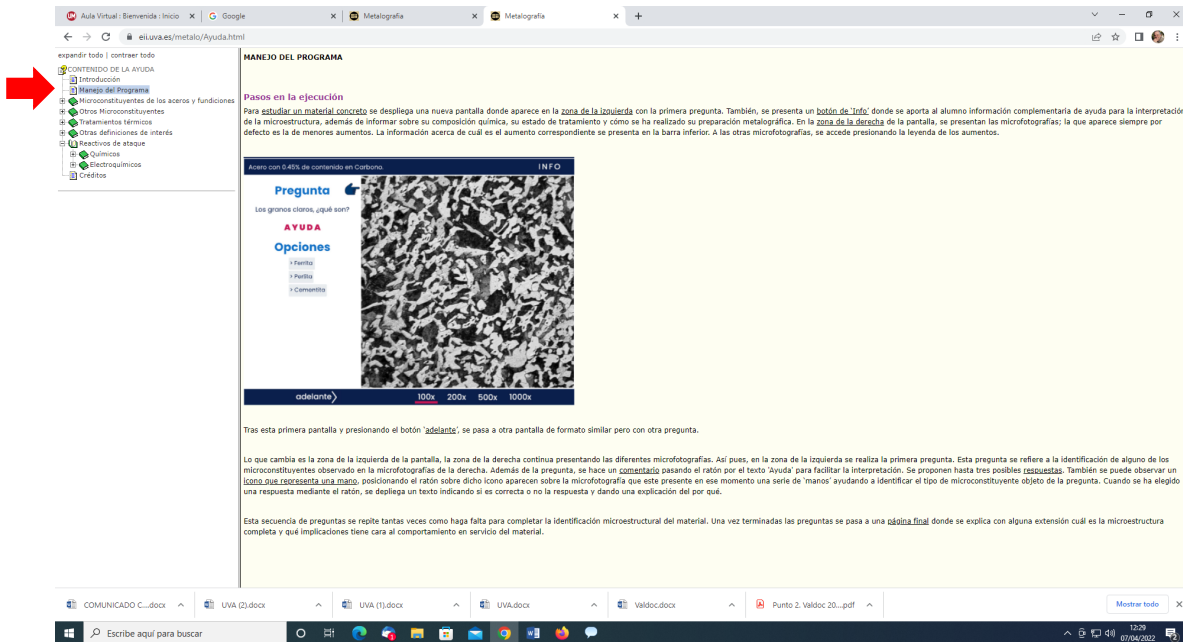
Por otra parte, es muy interesante el apartado que desarrolla las nociones básicas necesarias para conocer las diversas fases de una preparación metalográfica o para comprender la naturaleza de los microconstituyentes que se pueden encontrar en aceros o fundiciones, incluyendo microfotografías de materiales de los que forman parte.

En palabras de sus autores:

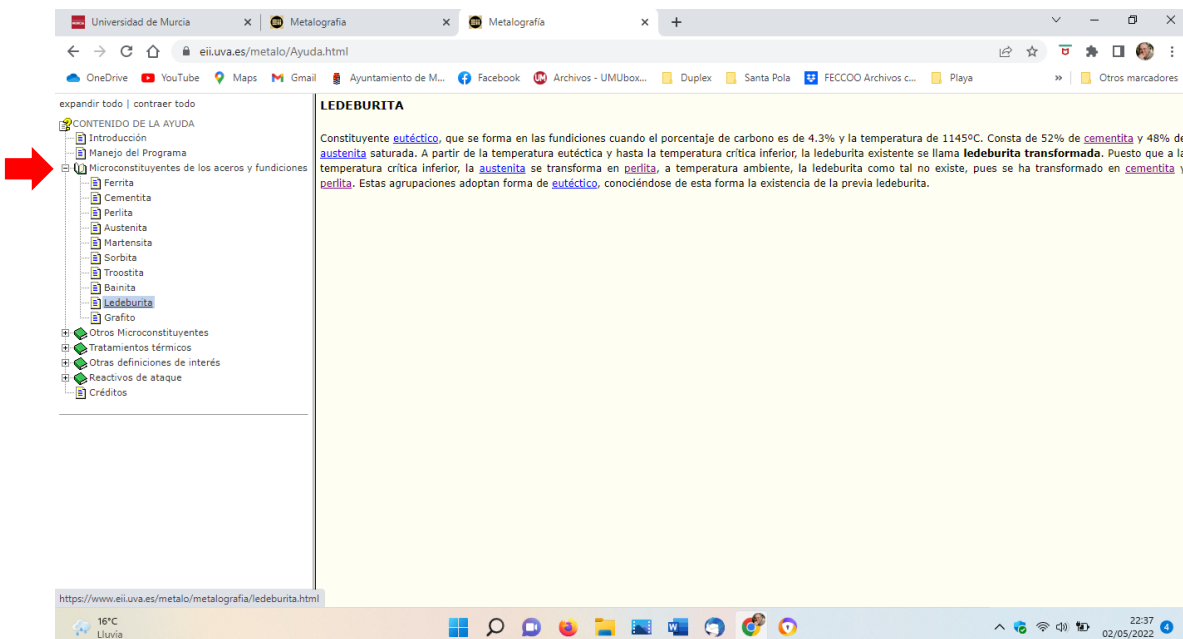
“se pretende que facilitar la adquisición de unos conocimientos prácticos sobre la metalografía de los aceros y fundiciones. No se busca describir las microestructuras de todos los aceros y fundiciones posibles, antes bien, el trabajo está enfocado a que el estudiante aprenda a manejar las herramientas y la información para así identificar cada uno de los microconstituyentes que pueden presentarse en aceros y fundiciones. Se presenta para ello un conjunto bastante amplio de microfotografías. Se resaltarán las peculiaridades estructurales de cada material objeto de estudio, en función fundamentalmente de su composición química y tratamiento.

En aras a conseguir el objetivo propuesto, la estrategia de actuación será la de presentar la identificación microestructural a partir de una serie de cuestiones guiadas que permitirán al estudiante fomentar su capacidad de raciocinio en este campo de la Ingeniería de Materiales.”

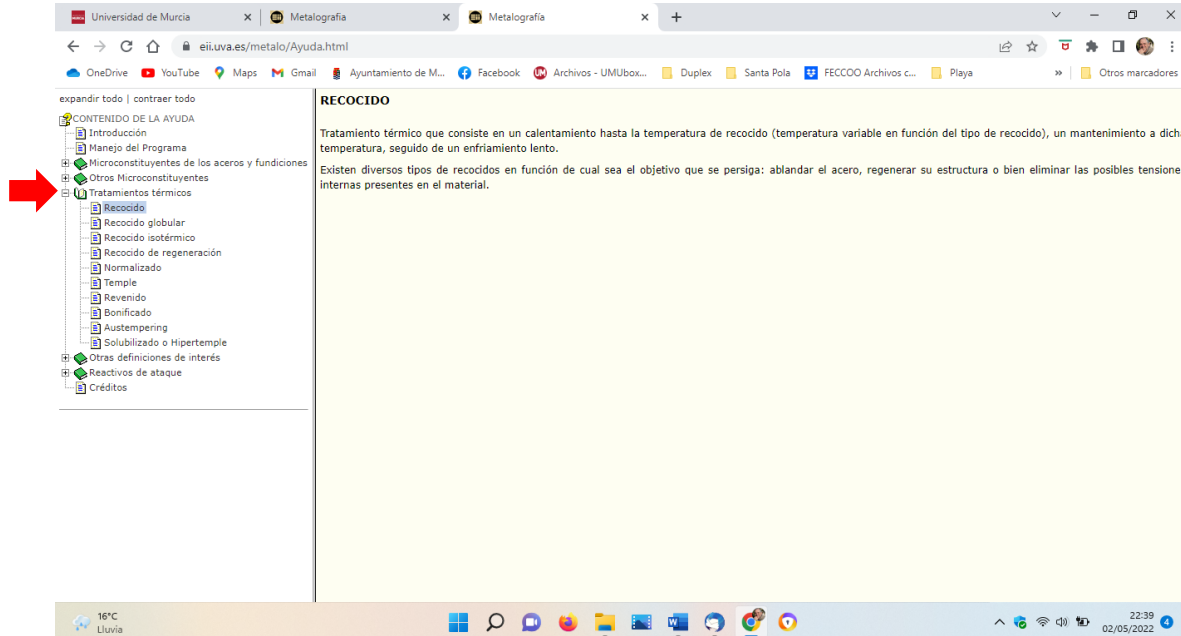
En el apartado de **AYUDA**, se incluyen unas instrucciones para el manejo del programa y una explicación de las informaciones a las que se puede acceder. A continuación, se reproduce la pantalla en que se explica el manejo del programa:



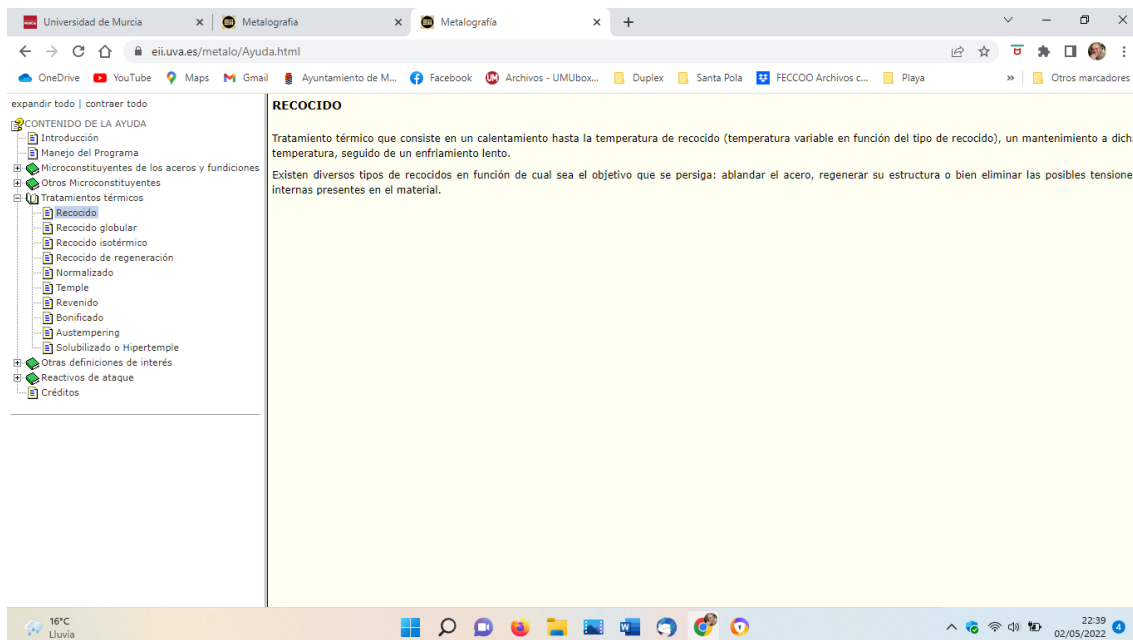
Entre esas informaciones de la **AYUDA** se incluye un apartado de **Microconstituyentes de los aceros y fundiciones**, en el que se describen brevemente las características fundamentales de ferrita, cementita, perlita, austenita, martensita, sorbita, troostita, bainita, ledeburita y grafito o de otros microconstituyentes como ferrita delta, ferrita Widmanstätten, cementita terciaria, perlita globular, austenita secundaria, martensita revenida, martensita inducida por deformación plástica en frío, carburos, carburos de cromo, tipos de grafito, inclusiones no metálicas, sulfuros de manganeso, esteadita o fase sigma. Como ejemplo reproducimos la breve información sobre la **Ledeburita**.



También se describen brevemente los tratamientos térmicos más importantes como recocido, recocido globular, recocido isotérmico, recocido de regeneración, normalizado, temple, revenido, bonificado, austempering y solubilizado o hipertemple. Reproducimos a continuación la información sobre el **Recocido**.



La ayuda incluye también otras definiciones de interés (aleación hipereutética, aleación hipereutectoide, aleación hipoeutética, acero inoxidable austenítico, bandas de deslizamiento, etc.).



En último lugar se incluye un apartado en el que se describen brevemente diversos reactivos de ataque tanto químico como electroquímico, utilizados en la preparación de probetas. Reproducimos a continuación la información sobre un

reactivo como el **Nital** utilizado para el ataque de aceros o fundiciones y la correspondiente al ataque electrofítico con **ácido nítrico** que se utiliza en los aceros.

NITAL X

Composición
x ml HNO_3 (típicamente x =1 hasta 7) y el resto hasta 100 ml de etanol o metanol.

Procedimiento de ataque
Por inmersión, desde unos pocos segundos a 1 minuto.
En los aceros austeníticos de alto contenido en manganeso, si la superficie se recubre de una película marrón amarillenta, eliminarla frotando con un algodón impregnado de una solución de 10% de HCl o sumergiéndola en la misma.

Material objeto de ataque
Aceros y fundiciones.

Resultado del ataque
Delinea los bordes de grano de **ferrita**. En aceros al carbono da máximo contraste entre la **perlita** y la **ferrita** o **cementita** reticular, diferencia **ferrita** de **martensita**.
Revela la estructura y profundidad de la capa en aceros nitrados.
En los aceros austeníticos de alto contenido en manganeso ataca los bordes de grano donde hay presencia de **carburos**, incluso revela las colonias de **perlita** si están presentes.

Observaciones
No es tan efectivo como el **picral** para conseguir alta resolución con estructuras tratadas térmicamente.

ACIDO NÍTRICO (Ataque electrofítico)

Composición
60 ml de HNO_3 y 40 ml de H_2O

Procedimiento de ataque
Con cátodo de acero inoxidable 1.1 V dc, 0.075-0.14A/cm² y 120 s. Con cátodo de platino 0.4 V dc, 0.055- 0.066 A/cm², 45 s.

Material objeto de ataque
Aceros

Resultado del ataque
Revela el borde de grano de la **austenita**, pero no los límites de **macla**. Revela también los bordes de grano de **austenita** que origina la **martensita** en las aleaciones endurecibles por precipitación antes del envejecimiento.

En las asignaturas que estamos impartiendo en la Facultad de Química de la Universidad de Murcia se estudian esos microconstituyentes principales con excepción de la sorbita y la troostita. Entre los microconstituyentes menos habituales sólo se estudian la ferrita delta, la cementita terciaria (le llamamos segregada), la perlita globular (le llamamos esferoidita) y la martensita revenida. También se estudian todos los tratamientos térmicos con excepción del solubilizado o hipertemple.

Los autores han organizado este trabajo en tres capítulos:

- **Capítulo I. Introducción.** Se hace una breve reseña de qué es la Metalografía y cuál ha sido su proceso histórico.

The screenshot shows a web browser window with the URL eii.uva.es/metal/. The page title is "Aceros y Fundiciones" and the subtitle is "Introducción general sobre la Metalografía como ciencia aplicada." The main content area contains the following text:

La metalografía es la ciencia que estudia las características estructurales de un metal o una aleación y relaciona estas con las propiedades físicas, químicas y mecánicas. La metalografía se basa en observaciones visuales bien a escala macroscópica bien a escala microscópica. Mediante el análisis macroscópico es posible observar los detalles más gruesos de la estructura, que resultan relevantes en el caso, por ejemplo, de estudiar la homogeneidad de un material.

Este estudio se completa con un análisis a nivel microscópico de una probeta debidamente preparada y observada entre los 50 y los 1000 aumentos.

Así, es posible definir características estructurales, tales como: el tamaño de grano, la forma y la distribución de las fases que componen una aleación; o la cantidad, morfología y distribución de las inclusiones no metálicas, o la presencia de heterogeneidades y segregaciones que modifican las propiedades mecánicas y el comportamiento general del metal. Mediante el análisis microscópico va a ser posible la determinación de estas y otras características constitucionales, siendo posible predecir el comportamiento del metal cuando se le utilice para un fin específico. Importancia

- **Capítulo II. Nociones Básicas.** Se subdivide a su vez en dos secciones. En la primera, se explica por pasos como se debe realizar una preparación metalográfica (corte metalográfico, empastillado, desbaste, pulido, ataque y observación metalográfica). Reproducimos la información sobre el corte metalográfico que incluye imágenes de cortes defectuosos.

The screenshot shows the "El corte metalográfico" section of the website. The main text reads:

El primer paso en la preparación metalográfica, consiste en separar de la pieza mediante un medio físico, aquellas zonas que se desean observar.

Si la sección que ha de ser observada y tomada como probeta, es relativamente blanda, la separación puede hacerse mediante una sierra manual.

Las probetas de metales de dureza media o alta, se pueden cortar con seguridad mediante el empleo de discos abrasivos, que están montados sobre ...

There are four images showing metallographic cutting equipment and processes. At the bottom of the page, there are three tabs: "Equipos", "Corte defectuoso", and "Corte defectuoso (en azul)".

En la segunda se identifican los microconstituyentes básicos de los aceros y fundiciones (Ferrita, Cementita, Perlita, Austenita, Martensita Sorbita, Troostita, Bainita, Grafito y Ledeburita). Reproducimos, a continuación, la de la ferrita.

- **Capítulo III. Microconstituyentes.** Es la esencia de este trabajo. Consiste en una amplia colección de microfotografías de diferentes aceros y fundiciones. El capítulo se inicia con dos posibles clasificaciones para realizar el estudio.

En la primera se han clasificado todas las microfotografías en base a cada posible microconstituyente (ferrita, ferrita Widmanstätten, ferrita delta, ferrita reticular, ferrita eutectoide, cementita retícula, cementita, cementita globular, cementita terciaria, cementita primaria, perlita, perlita globular, austenita, austenita segregada, austenita retenida, martensita, martensita revenida, sorbita, troostita, bainita superior, bainita inferior, grafito laminar, grafito laminar interdendrítico, grafito esferoidal, grafito vermicular, grafito nodular, grafito Widmanstätten, ledeburita transformada, steadita, carburos, carburos de cromo, sulfuros de manganeso, silicatos, maclas, bandas de deslizamiento y algunos defectos microestructurales) una vez elegido un microconstituyente se proponen los distintos materiales estudiados en este trabajo y que presentan dicho microconstituyente. Así, en el caso de la ferrita se estudian probetas de los siguientes materiales: acero al carbono, 0.1%C, acero al carbono, 0.17%C, recocido, acero al carbono, 0.38%C, recocido, acero al carbono, 0.45%C, normalizado, fundición gris ferrítico-perlítica, fundición dúctil ferrítica, fundición dúctil ferrítica-perlítica, fundición dúctil incompleta, fundición maleable de corazón negro ferrítica, fundición maleable de corazón

blanco, acero hipoeutético, baja aleación, revenida a 650°C, 4 días, fundición gris ferrítica y fundición gris ferrítica, zona periférica).

Para cada microconstituyente y cada material se proporcionan micrografías con distintos aumentos (50x, 100x, 500x y 1000x), preguntas interactivas y comentarios. Se reproduce la imagen correspondiente al acero con 0.1% de carbono a 500x.

Acero con 0.1% de contenido en Carbono. INFO

Pregunta

Los granos claros, ¿qué son?

AYUDA

Opciones

- > Ferrita
- > Perlita
- > Cementita

adelante 50x 100x 500x 1000x

15°C Nublado 23:06 02/05/2022

En la segunda clasificación no se hace referencia a los microconstituyentes específicos que se estudian en cada caso. Los materiales se han clasificado en los siguientes grupos: aceros (no aleados y aleados) y fundiciones (grises, blancas, atruchadas, maleables, dúctiles y austeníticas).

Tanto si se realiza el estudio de acuerdo con la primera o segunda clasificación, las microfotografías que se estudiarán son exactamente las mismas. Y en todos ellos la identificación microestructural se hará mediante el empleo de cuestiones guiadas.

A continuación, se reproduce la información interactiva sobre un acero del 0.38%C que incluye micrografías con distintos aumentos (50x, 100x, 500x y 1000x), preguntas interactivas y comentarios. La micrografía está tomada a 200x.

Universidad de Murcia x Metalografía x Metalografía x +

eii.uva.es/metal/

OneDrive YouTube Maps Gmail Ayuntamiento de M... Facebook Archivos - UMUbox... Duplex Santa Pola FECCOO Archivos c... Playa Otros marcadores

AYUDA

- Aceros
 - Aceros no aleados
 - Aceros al carbono
 - 0.05%C, laminado en caliente
 - Extraruave
 - Extraruave, laminado en caliente
 - 0.1%C
 - 0.17%C, recocido
 - 0.25%, estado bruto de colada
 - 0.35%C, templado
 - 0.38%C, recocido
 - 0.45%C, normalizado
 - Eutectoide, ZAT
 - 0.79%, normalizado
 - 0.79%, recocido
 - 0.79%, recocido isotérmico
 - 0.91%C, recocido de regeneración
 - 1.3%C, recocido de regeneración
 - 1.3%C, recocido de globulización (nital)
 - 1.3%, rec. de globulización (picrato)
 - 1.12%C, templado
 - 1.12%C, temple incompleto
 - Recocido defectuoso
 - Laminación defectuosa
 - Bruto de laminación
 - Aceros resulfurados
 - Aceros aleados
 - Aceros Inoxidables
 - Aceros Hadfield
 - Aceros de herramientas
 - Hipoeutectoide, baja aleación, templado

Acero con 0.38% de contenido en Carbono. INFO

Pregunta Los granos claros, ¿qué son?

AYUDA

Opciones

- > Ferrita
- > Perlita
- > Cementita

adelante > 100x 200x 500x 1000x

15°C Nublado 23:18 02/05/2022