



**Máster en Ciencia y Tecnología Químicas**  
**Facultad de Ciencias Químicas**  
**Universidad Complutense de Madrid**

**Guía docente**  
**ESTRUCTURA Y SÍNTESIS**  
**QUÍMICA: METALURGIA**

Código: 605198

**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**  
**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**CURSO 2022-2023**

**Nombre de la asignatura (Subject name)**

**Metalurgia**  
*Metallurgy*

**Duración**

**Primer semestre**

**Créditos ECTS /Carácter**

**6 ECTS / Optativo**

**Contenidos básicos (Subject knowledge)**

Aspectos avanzados sobre termodinámica y cinética en estado sólido. Diagramas y transformaciones de fase. Tratamientos térmicos. Endurecimiento de metales y aleaciones. Mecanismos de Corrosión: electroquímica y oxidación. Fenómenos de corrosión localizada. Formas de protección. Descriptiva de aleaciones: Aleaciones férricas, ligeras y otras aleaciones.

*Advanced aspects of thermodynamics and kinetics of solid state. Phase diagrams and transformations of phases. Heat treatments. Hardening of metals and alloys. Corrosion mechanisms: electrochemical and oxidation. Localized corrosion phenomena. Protection methods. Descriptive of alloys: ferrous, light and other alloys.*

**Profesores y ubicación**

<b>Profesores Teoría</b> (e-mail - despacho)	Raúl Arrabal (rarrabal@ucm.es - QA131H)
<b>Profesor Laboratorio</b> (e-mail - despacho)	Raúl Arrabal (rarrabal@ucm.es - QA131H)
<b>Departamento</b>	Ingeniería Química y de Materiales

## Objetivos y competencias (Abilities and Skills)

### OBJETIVOS

1. Proporcionar una base sólida y equilibrada de conocimientos sobre metalurgia.
2. Desarrollar en los estudiantes capacidades que les permitan aplicar los conocimientos, tanto teóricos como prácticos, a la resolución de problemas en entornos nuevos o dentro de contextos poco conocidos tanto de la ciencia de materiales como multidisciplinarios.
3. Generar en el estudiante, mediante la educación en ciencia de materiales, la sensibilidad necesaria para formular juicios, a partir de una información incompleta o limitada, que incluyan reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos.
4. Desarrollar herramientas de aprendizaje, mediante la educación en ciencia de materiales que permitan a los estudiantes continuar su formación de un modo autodirigido o autónomo.
5. Generar en el estudiante el gusto por la investigación científica.

### ABILITIES

1. *To provide to the students with the proper basis of knowledge on metallurgy.*
2. *To promote the development of abilities in students in order to deal with and to solve theoretical and practical questions in new fields of materials science and related areas.*
3. *To promote in students, through materials science education, sensitivity for giving opinions, having an incomplete or limited information, including thoughts on social and ethic liabilities related to the knowledge acquired.*
4. *To develop learning tools in students, through materials science education, to continue their educational formation in an autonomous way.*
5. *To promote in students enjoyment for research.*

### COMPETENCIAS GENERALES

- CG1.- Integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de problemas relacionados con la metalurgia.
- CG2.- Desarrollar habilidades teórico-prácticas para resolver problemas de interés científico y social en el contexto de la metalurgia.

- CG4.- Reconocer y evaluar la calidad de los resultados teóricos y prácticos utilizando las herramientas adecuadas.
- CG5.- Utilizar y reconocer la tecnología de los materiales para poder resolver problemas en el entorno de los mismos.
- CG6.- Conocer y comprender los fundamentos científicos del mundo de los materiales y sus interrelaciones entre la estructura, propiedades, procesado y aplicaciones.
- CG7.- Correlacionar la composición con la estructura y propiedades de los materiales.

### **GENERAL SKILLS**

- CG1.- To integrate knowledge on metallurgy in order to deal with complex related questions.*
- CG2.- To develop abilities on theory and practice in order to solve scientific and social questions of interest in metallurgy.*
- CG4.- To recognize and evaluate qualitatively theoretical and practical results using the proper tools.*
- CG5.- To use and recognize the technology of materials in order to solve real problems.*
- CG6.- To know and understand the scientific basis of the materials and the relationship between structure, properties, processing and applications.*
- CG7.- To establish the relationship between materials composition and their structure and properties.*

### **COMPETENCIAS ESPECÍFICAS**

- CE4.- Desarrollar habilidades teórico-prácticas para la caracterización y análisis de diferentes materiales metálicos.
- CE5.- Desarrollar habilidades teórico-prácticas para relacionar la estructura con las propiedades de los materiales metálicos.
- CE9.- Discutir e investigar la influencia de la microestructura en las propiedades de los materiales metálicos y relacionarla con leyes físicas adecuadas.

### **SPECIFIC SKILLS**

- SS4.- To develop abilities on theory and practice in order to characterize and analyse different metallic materials.*
- SS5.- To develop abilities on theory and practice in order to establish the relationship between structure and properties of metallic materials.*
- SS9.- To discuss and investigate the influence of microstructure on the properties of metallic materials and its relation with physical laws.*

### **COMPETENCIAS TRANSVERSALES**

- CT1.- Elaborar, escribir y defender informes de carácter científico y técnico.
- CT2.- Trabajar en equipo.
- CT3.- Valorar la importancia de la sostenibilidad y el respeto al medio ambiente.
- CT4.- Demostrar capacidad de auto-aprendizaje.
- CT5.- Demostrar compromiso ético.
- CT6.- Comunicar resultados de forma oral/escrita.
- CT7.- Trabajar con seguridad en laboratorios de investigación.
- CT8.- Demostrar motivación por la investigación científica.

### **GENERIC COMPETENCES**

- GC1.- To elaborate, write and defend scientific and technical reports.*
- GC2.- To work in multidisciplinary teams.*
- GC3.- To assess the importance of sustainability and respect for the environment.*
- GC4.- To demonstrate self-learning ability.*
- GC5.- To show ethical commitment.*
- GC6.- To communicate results orally and in writing.*
- GC7.- To work safely in research labs.*

GC8.- *To show motivation for scientific research.*

## Contextualización en el Máster

La asignatura 1.2.3: “Metalurgia” se oferta en la Materia optativa 1.2: “Estructura y síntesis química” que se encuadra dentro del módulo obligatorio Módulo 1: “Métodos teóricos y experimentales en Química”.

## Programa de la asignatura

### **BLOQUE I. METALURGIA FÍSICA**

Tema 1. Estructuras, defectos, deslizamiento, difusión, solidificación y recristalización en metales

Tema 2. Diagramas y Transformaciones de Fase

Tema 3. Endurecimiento de metales y aleaciones

Tema 4. Metalurgia y tratamientos térmicos de aleaciones férricas

Tema 5. Metalurgia y tratamientos térmicos de aleaciones ligeras

### **BLOQUE II. METALURGIA QUÍMICA**

Tema 6. Termodinámica de la corrosión

Tema 7. Cinética de la corrosión. Ensayos electroquímicos

Tema 8. Formas de corrosión

Tema 9. Protección contra la corrosión

Tema 10. Corrosión a alta temperatura

## Resultados del aprendizaje (*learning outcomes*)

1. Reconocer e interpretar la importancia de los defectos cristalinos para obtener información razonada y coherente del comportamiento de los materiales metálicos.

2. Identificar los procesos de difusión en las transformaciones en estado sólido.
3. Conocer las características intrínsecas de las transformaciones adifusionales en estado sólido.
4. Reconocer la importancia de las dislocaciones en los fenómenos de deslizamiento.
5. Identificar los distintos efectos que inducen el endurecimiento de metales y aleaciones.
6. Conocer e interpretar los ensayos mecánicos que permitan la selección y uso de los materiales en función de sus aplicaciones.
7. Utilizar los diagramas de equilibrio como base de conocimiento para la comprensión de los cambios microestructurales que se producen en las aleaciones cuando son tratadas térmicamente.
8. Saber clasificar y utilizar distintas aleaciones metálicas de uso industrial.
9. Distinguir aspectos termodinámicos y cinéticos de la corrosión.
10. Conocer los distintos tipos de corrosión y oxidación que sufren las aleaciones metálicas cuando están en servicio.
11. Distinguir técnicas de protección frente a la corrosión para aumentar la durabilidad en servicio de las aleaciones.

1. *To recognise and interpret the role of crystal defects in order to achieve useful information on the behaviour of metallic materials.*
2. *To identify diffusional processes in solid-state phase transformations.*
3. *To reach knowledge on the intrinsic characteristics of diffusionless solid-state phase transformations.*
4. *To recognise the role of dislocations in slip phenomena.*
5. *To identify different crystal defects able to induce hardening in metals and alloys.*
6. *To be aware of mechanical testing allowing the selection and use of materials for specific applications.*
7. *To make use of the equilibrium phase diagrams to understand the microstructural changes operating in alloys during heat treatment.*
8. *To be able to classify and use different metal alloys employed by industry.*
9. *To understand thermodynamics and kinetics in corrosion phenomena.*
10. *To recognise different types of corrosion and oxidation morphologies in metal alloys under service conditions.*
11. *To be aware of protection techniques against corrosion to extend the service life of metal alloys.*

## Metodología y programación docente

### METODOLOGIA

Las actividades presenciales de la asignatura se estructuran en clases de teoría y seminarios.

En las clases de teoría los profesores darán a conocer al alumno el contenido de la asignatura. Se presentarán los conceptos teóricos y algunos hechos experimentales que permitan al alumno obtener una visión global y comprensiva de la asignatura. En cada tema se expondrán el contenido y objetivos principales. Como apoyo a las explicaciones teóricas, se proporcionará a los alumnos material docente apropiado, bien en fotocopias o bien en el Campus Virtual.

Las clases de seminarios y tutorías tendrán como objetivo aplicar los conocimientos adquiridos a un conjunto de cuestiones y/o ejercicios. Se propondrán trabajos para la realización por parte de los alumnos, trabajos que serán presentados mediante una exposición oral y/o escrita.

Se desarrollarán las prácticas de laboratorio con contenidos relacionados con la parte teórica.

### PROGRAMACIÓN DOCENTE

Actividad	Presencial (hrs)	Trabajo autónomo (hrs)	Créditos ECTS
Clases teóricas/Theory classes	38	57	3,8
Seminarios/Seminars	5	7,5	0,5
Tutorías/ Tutorials	2	3	0,2
Laboratorio/ Lab	9	6,75	0,63
Preparación de trabajos y exámenes	3	18,75	0,87
<b>Total</b>	<b>57</b>	<b>93</b>	<b>6</b>

## **Evaluación del aprendizaje**

El rendimiento académico del estudiante se computará atendiendo a la calificación del examen final oral o escrito (50%), y la evaluación del trabajo personal en el laboratorio, ejercicios y revisiones científicas (30%), así como la participación en tutorías y seminarios (20%).

Para poder ser evaluado el estudiante deberá haber participado, al menos, en el 70% de las actividades presenciales.

Las calificaciones estarán basadas en la puntuación absoluta sobre 10 puntos y de acuerdo con la escala establecida en el RD 1125/2003.

## **Idioma o idiomas en que se imparte**

Castellano (se incluirá terminología en inglés).

## **Bibliografía y recursos complementarios**

- Campbell, F. (2008). "Elements of Metallurgy and Engineering Alloys". ASM International, Materials Park, Ohio.
- Reed-Hill, R.E. y Abbaschian, R. (1994). "Physical Metallurgy Principles". PWS Publishing Company, Boston.
- Porter, D.A. y Easterling, K.E. (1987). "Phase Transformations in Metals and Alloys". Van Nostrand Reinhold, UK.
- Prince, A. (1966). "Alloy Phase Equilibria". Elsevier, Amsterdam.
- Budinski, K.G. (1996). "Engineering Materials. Properties and Selection". Prentice Hall, USA.
- <https://www.ucm.es/atlasmetalografico>
- Apraiz, J. (1978). "Fabricación de Hierro, Aceros y Fundiciones". Tomos I y II. Ed. Urmo, S.A.
- Polmear, I.J. (2017) "Light Alloys: metallurgy of the light metals". Oxford: Butterworth-Heinemann, Londres.

- Otero, E. (1998). “Corrosión y Degradación de Materiales”. Ed. Síntesis, Madrid.
- Jones, D.A. “Principles and Prevention of Corrosion”. 2<sup>nd</sup> Edition. Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ, 1996.
- Ahmad, Z. (2006). “Principles of Corrosion Engineering and Corrosion Control”. Butterworth-Heinemann, Amsterdam.