



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Obtención e Transformación de Materiais Metálicos

Materia	Obtención e Transformación de Materiais Metálicos			
Código	V09M148V01103			
Titulación	Máster Universitario en Enxeñaría de Minas			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	6	OP	1	1c
Lingua de impartición	Castelán			
Departamento				
Coordinador/a	Cabeza Simo, Marta María			
Profesorado	Cabeza Simo, Marta María Feijoó Vázquez, Iria			
Correo-e	mcabeza@uvigo.es			
Web	<a href="http://moovi.uvigo.gal/">http://moovi.uvigo.gal/</a>			
Descrición xeral	Estúdanse neste curso os principios da obtención dos metais a partir das súas materias primas, dun modo sostible. Así mesmo estúdanse os fundamentos das operacións de transformación dos metais e aliaxes para obter as propiedades que se lles esixe en servizo			

## Resultados de Formación e Aprendizaxe

Código	
A2	Que os estudantes saiban aplicar os coñecementos adquiridos e a súa capacidade de resolución de problemas en contornos novos ou pouco coñecidos dentro de contextos máis amplos (ou multidisciplinares) relacionados coa súa área de estudo.
A3	Que os estudantes sexan capaces de integrar coñecementos e se enfrontar á complexidade de formular xuízos a partir dunha información que, sendo incompleta ou limitada, inclúa reflexións sobre as responsabilidades sociais e éticas vinculadas á aplicación dos seus coñecementos e xuízos.
A4	Que os estudantes saiban comunicar as súas conclusións, e os coñecementos e razóns últimas que as sustentan, a públicos especializados e non especializados dun xeito claro e sen ambigüidades.
A5	Que os estudantes posúan as habilidades de aprendizaxe que lles permitan continuar estudando dun xeito que terá que ser, en grande medida, autodirixido e autónomo.
C10	Capacidade para planificar, deseñar e xestionar instalacións de tratamentos de recursos minerais, plantas metalúrxicas, siderúrxicas e industrias de materiais de construción, incluíndo materiais metálicos, cerámicos, sinterizados, refractarios e outros.
C14	Capacidade para planificar, deseñar e xestionar instalacións de beneficio de recursos minerais e plantas metalúrxicas, siderúrxicas e industrias de materiais de construción.
C17	Capacidade para planificar, deseñar e xestionar plantas e instalacións de materiais metálicos, cerámicos, sinterizados, refractarios e outros.
D2	Ser capaz de predicir e controlar a evolución de situacións complexas mediante o desenvolvemento de novas e innovadoras metodoloxías de traballo adaptadas ao ámbito científico/investigador, tecnolóxico ou profesional concreto, en xeral multidisciplinar, no que se desenvolva a súa actividade.
D5	Ser capaz de asumir a responsabilidade do seu propio desenvolvemento profesional e da súa especialización nun ou máis campos de estudo.
D6	Concibir a Enxeñaría de Minas nun marco de desenvolvemento sostible.
D9	Favorecer o traballo cooperativo, as capacidades de comunicación, organización, planificación e aceptación de responsabilidades nun ambiente de traballo multilingüe e multidisciplinar, que favoreza a educación para a igualdade, para a paz e para o respecto dos dereitos fundamentais.

## Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Coñecer os principais sistemas de extracción metalúrxica e afino que permiten obter o material metálico coa calidade que esixe o cliente a partir das materias primas minerais ou/e chatarra.	A2 A3
Coñecer as distintas operacións metalúrxicas, desde o punto de vista termodinámico, cinético e económico. Saber calcular empregando métodos numéricos e analíticos a produción das instalacións e das distintas operacións das plantas, así como o seu rendemento, ademais da cantidade de residuos (escorias, gases de cheminea, licores de lixiviación e electrolitos esgotados, lodos residuais...). Avaliar en función do anterior a viabilidade do proceso desde o punto de vista económico e ambiental.	A4 C10 C14 D2 D5
Coñecer a normativa europea referente aos materiais metálicos e á súa nomenclatura de acordo á súa composición química.	D6 D9
Analizar as posibilidades de obter pezas metálicas nunha soa operación. Coñecer os problemas que presentan as aliaxes metálicas durante a solidificación e como inflúen no seu comportamento en servizo. Saber como minimizar devanditos problemas.	A2 A3 A4 A5 C10 C17 D2 D5 D6 D9
Seleccionar o tratamento térmico máis adecuado para obter as propiedades finais desexadas en aceiros ao carbono, fundicións e aliaxes non férreas. Ser capaz de establecer a serie de ensaios baixo norma que é necesario realizar para comprobar que o tratamento térmico é o correcto.	A2 A3 A4 C10 C14 D2 D5 D6 D9
Coñecer os fundamentos de conformado en frío, os seus efectos e limitacións. Valorar as condicións de recristalización para a xeración do material metálico tras deformación en frío.	A3 A5 C10 C17 D2 D5 D6 D9
Coñecer os fundamentos do conformado en quente e os seus efectos sobre a forma/propiedades do produto metálico obtido. Ser capaz de establecer a serie de ensaios baixo norma que hai que realizar para comprobar que o proceso foi o correcto.	A2 A3 C10 C14 C17 D2 D5 D6 D9

## Contidos

Tema	
Xeneralidades.	Menas e chatarra. Ensaos de caracterización mineralurxia e de composición. Metais e aliaxes. Aceiros: Clasificación e normativa. Aliaxes de Aluminio: Clasificación e normativa.
Operacións Concentración.	Químicas. Avaliación termodinámica: Diagramas de Kelloggs. Aglomeración. Balance de Materia de Operacións de Concentración.
Pirometalurxia.	Diagramas de Ellingham. Fusión reductora. Fusión oxidante. Escorias. Electrólise ignea.
Hidrometalurgia.	Diagramas de Pourbaix. Reaccións de lixiviación e reactivos. Concentración e purificación de licores. Recuperación do metal/composto. Recuperación electrolítica: Cálculo dos parámetros de operación.
Afino.	Térmico: oxidación, desulfuración, defosforación. Fusión de chatarras e a súa afino. Balance de materia en cada caso. Electrolítico: Cálculo dos parámetros de operación.
Coadá.	Semicontinua. Continua. Fundición. Defectos

Tratamentos Térmicos	Homoxeneización. Tratamentos térmicos de aceiros ao carbono e fundicións: recocidos, normalizado, amorne (ensaio Jominy), revenido, maleabilización. Tratamentos térmicos de aliaxes non férreas: hipertemple e envellecemento.
Conformado.	Conformado en frío y recristalización. Fundamentos e operacións do conformado en quente.

### Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Actividades introdutorias	1	0	1
Lección maxistral	16	16	32
Obradoiro	6	2	8
Seminario	5	3	8
Prácticas de laboratorio	8	2	10
Prácticas con apoio das TIC	0	2	2
Resolución de problemas	6	7	13
Presentación	2	2	4
Resolución de problemas de forma autónoma	2	10	12
Saídas de estudo	0	4	4
Eventos científicos	0	2	2
Resolución de problemas e/ou exercicios	0	10	10
Exame de preguntas obxectivas	1	10	11
Exame de preguntas de desenvolvemento	2	10	12
Estudo de casos	1	20	21

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

### Metodoloxía docente

	Descrición
Actividades introdutorias	Introdución do curso, temario, fonte bibliográfica, proba de coñecementos previos. Explicaranse as distintas actividades a realizar durante o curso. Sistema de avaliación.
Lección maxistral	Exposición por parte do profesorado dos contidos máis complexos da materia, así como as bases teóricas e directrices de estudo dos temas. Serán clases participativas para incidir nos aspectos de máis dificultade.
Obradoiro	Preparánsense algunhas actividades para realizar en grupos de tres estudantes, no laboratorio ou na aula. Realizaranse aplicando a metodoloxía de aprendizaxe colaborativo moi útil cando hai que resolver problemas complexos. Ao longo das sesións realizarán probas prácticas que deben entregar para a súa avaliación (parte de avaliación). Incluídos en Estudo de Casos
Seminario	Trataranse temas concretos en pequenos grupos de tres acodes como máximo. Os/as alumnos/as realizarán entregables en clase que se cualifican. A nota é para o grupo. Incluído en estudo de casos.
Prácticas de laboratorio	Prácticas realizadas no laboratorio experimental en grupos, con guión e atendendo á normativa aplicable pero o grupo será autónomo na realización da práctica. Prácticas no laboratorio informático no que se usan módulos dun programa de ordenador empregado por distintas empresas, con obxecto de estudar desde o punto de vista termodinámico os procesos metalúrxicos.
Prácticas con apoio das TIC	Propóñense cuestionarios (moodle) e actividades H5P (vídeos interactivos, actividades de rechea ocas e preguntas) para realizar de modo autónomo que lles permita nalgún caso lembrar conceptos necesarios de cursos anteriores e realízase previa aos seminarios talleres ou prácticas de laboratorio. Ademais utilízase para que o alumnado repase conceptos vistos en clase.
Resolución de problemas	Realizaranse unha serie de problemas de forma individual ou en grupo en clase con apoio do/da profesor/a para as partes máis complexas. Entregaranse para cualificación.
Presentación	Realizaranse presentacións dos exercicios, entregables e traballos en talleres, será a sorteo, un alumno por grupo e a nota será para todo o grupo
Resolución de problemas de forma autónoma	Unha serie de exercicios e problemas que o/o alumno/a resolverá en data e exame
Saídas de estudo	Realizarase polo menos unha visita a empresas metalúrxicas da zona co que se tenta que o alumnado entenda o carácter multidisciplinar desta enxeñaría: os seus aspectos económicos e sociais, así como as medidas de seguridade e saúde que se expoñen, sen esquecerse da súa problemática enerxética e ambiental.
Eventos científicos	Esta metodoloxía está orientada a traballar a perspectiva de xénero na materia. Os estudantes terán algunhas charlas en MOOVI para visionar e logo contestar cuestións. Ditas charlas están relacionadas con temas de actualidade na Enxeñaría de Minerais e Materiais. Os aspectos que se tratan poden estar relacionados coa sustentabilidade da industria mineralúrxica e metalúrxica, novos materiais, novas tecnoloxías... As charlas serán impartidas por mulleres expertas nestes temas con obxecto de visibilizar a súa presenza neste ámbito.

## Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	Resolverase en titorías e vía correo electrónico calquera dúbida que xurda do temario de clase expositiva. As sesións de titorización poderán realizarse por medios telemáticos (correo electrónico, videoconferencia, foros de MOOVI, ...) baixo a modalidade de concertación previa.
Resolución de problemas	Durante os seminarios, en titorías e vía correo electrónico daranse indicacións e proporcionarase axuda puntual para axudar a resolver os problemas. Non se resolven en titorías. As sesións de titorización poderán realizarse por medios telemáticos (correo electrónico, videoconferencia, foros de MOOVI, ...) baixo a modalidade de concertación previa.
Obradoiro	Resolverase en titorías e vía correo electrónico calquera dúbida que xurda no período de preparación do obradoiro e as que xurdan posteriormente. As sesións de titorización poderán realizarse por medios telemáticos (correo electrónico, videoconferencia, foros de MOOVI, ...) baixo a modalidade de concertación previa.
Seminario	Resolverase en titorías e vía correo electrónico calquera dúbida que xurda no período de preparación do seminario e as que xurdan posteriormente. As sesións de titorización poderán realizarse por medios telemáticos (correo electrónico, videoconferencia, foros de MOOVI, ...) baixo a modalidade de concertación previa.
Resolución de problemas de forma autónoma	Durante os seminarios, en titorías e vía correo electrónico daranse indicacións e proporcionarase axuda puntual para axudar a resolver os problemas. Non se resolven en titorías.
Presentación	Daranse indicacións de como realizar de mellor modo a presentación. As sesións de titorización poderán realizarse por medios telemáticos (correo electrónico, videoconferencia, foros de MOOVI,...) baixo a modalidade de concertación previa.

## Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe		
Prácticas de laboratorio	Informe de práctica de laboratorio. A práctica de laboratorio realizarase en grupo ou individual segundo o caso. Cada práctica debe realizar informe ou encher cuestionarios sobre a mesma. Todos os estudantes terán a información previa para realizar a práctica. Ao finalizar o laboratorio entregáense os informes ou cuestionarios de modo grupal ou individual segundo o caso. Corríxese e devólvese aos/as alumnos/as. A nota en todos os casos é a mesma para todo o grupo.	10	A2	C10	D2
			A3	C14	D5
			A5	C17	D9
Presentación	Será avaliada polos compañeiros e o profesor a modo de rúbrica, tendo en conta o apoio visual (vídeo, transparencias) e a competencia comunicativa. Resultados de aprendizaxe: Ser capaz de sintetizar todos os coñecementos alcanzados nas distintas partes do curso. A nota é grupal	5	A3	C10	D5
			A4	C14	D9
				C17	
Resolución de problemas de forma autónoma	En data de exame o alumno/á modo individual resolverá uns problemas e/ou exercicios. Resultados de aprendizaxe: Comprender as operacións básicas de obtención de metais e compostos metálicos. Saber calcular empregando métodos numéricos e analíticos a produción das instalacións e das distintas operacións das plantas, así como o seu rendemento, ademais da cantidade de residuos (escorias, gases de cheminea, licores de lixiviación e electrolitos esgotados, lodos residuais...). Avaliar en función do anterior a viabilidade do proceso desde o punto de vista económico e ambiental. Avaliar desde o punto de vista termodinámico. Saber calcular os parámetros característicos do proceso electrometalúrgicos. Coñecer as propiedades das aliaxes metálicas, como se avalían e saber deseñar procesos de modificación en estado sólido con obxecto de mellorar o comportamento en servizo.	20	A2	C10	D2
			A3	C14	D6
				C17	

Resolución de problemas e/ou exercicios	<p>En as clases de problemas resolverase algún de modo individual ou grupal que se entregarán para a súa avaliación.</p> <p>Resultados de aprendizaxe:</p> <p>Comprender as operacións básicas de obtención de metais e compostos metálicos. Saber calcular empregando métodos numéricos e analíticos a produción das instalacións e das distintas operacións das plantas, así como o seu rendemento, ademais da cantidade de residuos (escorias, gases de cheminea, licores de lixiviación e electrolitos esgotados, lodos residuais...). Avaliar en función do anterior a viabilidade do proceso desde o punto de vista económico e ambiental. Avaliar desde o punto de vista termodinámico.</p> <p>Saber calcular os parámetros característicos do proceso electrometalúrgicos.</p> <p>Coñecer as propiedades das aliaxes metálicas, como se avalían e saber deseñar procesos de modificación en estado sólido con obxecto de mellorar o comportamento en servizo.</p>	10	A2 A3	C10 C14 C17	D2 D5 D6 D9
Exame de preguntas obxectivas	<p>Realizaranse 2 probas curtas ao longo do curso. Non serán eliminatorias para a proba final a non ser que se obteña un 8 ou unha nota superior. Incluiranse preguntas obxectivas relativas aos coñecementos adquiridos polo alumnado até o día da realización das probas. Resultados de aprendizaxe:</p> <p>Comprender as operacións básicas de obtención de metais e compostos metálicos. Avaliar desde o punto de vista termodinámico.</p> <p>Coñecer os principais sistemas de afino que permiten obter o material metálico coa calidade que se esixe en servizo.</p> <p>Analizar as posibilidades de obter pezas metálicas nunha soa operación</p> <p>Seleccionar o tratamento térmico máis adecuado para obter as propiedades finais desexadas en aceiros ao carbono, fundiciones e aliaxes non férreas.</p> <p>Coñecer os fundamentos de conformado en frío, os seus efectos e limitacións. Valorar as condicións de recristalización para a xeración do material metálico tras deformación en frío.</p> <p>Coñecer os fundamentos do conformado en quente e os seus efectos sobre forma/propiedades do produto metálico obtido.</p>	20	A2 A3 A4	C10 C14 C17	D5
Exame de preguntas de desenvolvemento	<p>En data de exame realizarase unha proba de preguntas curtas, que integrará os coñecementos adquiridos ao longo do curso.</p> <p>Resultados de aprendizaxe:</p> <p>Comprender as operacións básicas de obtención de metais e compostos metálicos. Avaliar desde o punto de vista termodinámico.</p> <p>Coñecer os principais sistemas de afino que permiten obter o material metálico coa calidade que se esixe en servizo.</p> <p>Analizar as posibilidades de obter pezas metálicas nunha soa operación</p> <p>Seleccionar o tratamento térmico máis adecuado para obter as propiedades finais desexadas en aceiros ao carbono, fundiciones e aliaxes non férreas.</p> <p>Coñecer os fundamentos de conformado en frío, os seus efectos e limitacións. Valorar as condicións de recristalización para a xeración do material metálico tras deformación en frío.</p> <p>Coñecer os fundamentos do conformado en quente e os seus efectos sobre forma/propiedades do produto metálico obtido.</p>	20	A2 A3 A4	C10 C14 C17	D5
Estudo de casos	<p>Ao longo das sesións de talleres e seminarios realizaranse probas prácticas que se entregan ao finalizar a mesma para a súa avaliación. Poderán proporse para a realización en grupos e a avaliación será a mesma para todos os membros do grupo. Disporán de toda a información necesaria para realización das actividades.</p> <p>Resultados de aprendizaxe</p> <p>Coñecer os procesos mediante os cales se pode extraer, con beneficio económico, das menas os metais útiles, con aproveitamento dos subproductos. Ser capaz de redactar textos coa estrutura adecuada.</p> <p>Adquirir capacidade de traballo en equipo.</p>	15	A2 A3	C10 C14 C17	D2 D5 D6 D9

### Outros comentarios sobre a Avaliación

#### Avaliación continua (2ª Oportunidade):

Na segunda oportunidade manteríase o 10% do informe de prácticas+ 15% do estudo de casos + 5% de presentación.

O resto obterase de: Proba de preguntas de teoría a desenvolver (35%) -Día do exame Preguntas curtas na que se avaliarán os coñecementos adquiridos ao longo do curso. Proba de exercicios e problemas (35%)- Día do exame

## **AVALIACIÓN GLOBAL (1 e 2 oportunidade)**

Proba de preguntas de teoría a desenvolver e exercicios (100%)-Día do exame.

Será distinto, en calquera caso, do da avaliación continua. Inclúranse nesta proba os coñecementos adquiridos con documentación proporcionada en MOOVI e a bibliografía obrigatoria. Inclúe preguntas sobre o software utilizado (manual en Moovi).

Para renunciar á Avaliación Continua dase un prazo de 2 meses.

Calendario de exámenes. Verificar/consultar de forma actualizada na páxina web do centro:

<http://minaseenerxia.uvigo.es>

---

### **Bibliografía. Fontes de información**

#### **Bibliografía Básica**

Ballester, **Metalurgia Extractiva vol 1**, Síntesis, 2000

Pero Sanz, **Ciencia e ingeniería de materiais**, Dossat, 2006

Pero Sanz, **Aceros**, Dossat, 2004

#### **Bibliografía Complementaria**

Rosenqvist, **Principles of extractive metallurgy**, Tepir Academic press, 2004

Ashby, **Materiales para Ingeniería 2**, Reverte, 2008

Cambridge University, <https://www.doitpoms.ac.uk/>,

Vignes, A., **Extractive Metallurgy 2**, Wiley, 2011

World Steel Association, [steeluniversity.org](http://steeluniversity.org),

Charla UVIGO, **El papel de las materias primas minerales en la transición energética**

<https://tv.uvigo.es/video/61d81880a33c067af014ec22>,

---

### **Recomendacións**