



Universidad
Politécnica
de Cartagena



Guía docente de la asignatura

Metalurgia

Titulación: Grado en Ingeniería Química Industrial

CSV:	muBthkpn45dIXYjqP8K9WAwRK		Fecha:	16/01/2019 13:07:12	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.				
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E				
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/muBthkpn45dIXYjqP8K9WAwRK		Página:	1/14	

1. Datos de la asignatura

Nombre	Metalurgia (Metallurgy)				
Materia*	Asignatura optativa específica				
Módulo*					
Código	509109017				
Titulación	Graduado/a en Ingeniería Química Industrial				
Plan de estudios	2009. Memoria de verificación del título: 2015				
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial				
Tipo	Optativa				
Periodo lectivo	Cuatrimestral	Cuatrimestre	2º	Curso	4º
Idioma	Castellano				
ECTS	3	Horas / ECTS	30	Carga total de trabajo (horas)	90

* Todos los términos marcados con un asterisco que aparecen en este documento están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos*:

<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>

2. Datos del profesorado

Profesor responsable	Diego José Alcaraz Lorente		
Departamento	Ingeniería de Materiales y Fabricación		
Área de conocimiento	Ciencia de Materiales e Ingeniería Metalúrgica		
Ubicación del despacho	Despacho 2.35, 2ª planta edif. ETSINO/EICM (Campus Pº Alfonso XIII)		
Teléfono	968 325501	Fax	968 325435
Correo electrónico	diego.alcaraz@upct.es		
URL / WEB			
Horario de atención / Tutorías	Martes y Jueves, 17 a 19 hrs.; Miércoles, 10 a 12 hrs.		
Ubicación durante las tutorías	Despacho 2.35, 2ª planta edif. ETSINO/EICM (Campus Pº Alfonso XIII)		

Titulación	Doctor en Ciencias Químicas por la Universidad de Murcia.
Vinculación con la UPCT	Profesor Titular de Universidad del área de Ciencia de Materiales e Ingeniería Metalúrgica.
Año de ingreso en la UPCT	1985
Nº de quinquenios (si procede)	6
Líneas de investigación (si procede)	Metalurgia No Férrea. Corrosión, Deterioro y Reciclado de Materiales.
Nº de sexenios (si procede)	1
Experiencia profesional (si procede)	Previamente a la docencia universitaria, experiencia profesional durante 2 años y medio como Analista del Laboratorio Regional del Medio Ambiente Industrial (Consejería de Industria, Comercio y Turismo, Comunidad Autónoma de Murcia).
Otros temas de interés	

3. Descripción de la asignatura

3.1. Descripción general de la asignatura

La Metalurgia es una disciplina científico-tecnológica tradicionalmente dividida en dos partes: Metalurgia Física y Metalurgia Química o Extractiva. La Metalurgia Física, dedicada al estudio y tratamiento de metales y aleaciones, se aborda en la asignatura Ciencia e Ingeniería de Materiales (2º curso, 2º cuatrimestre). La Metalurgia Extractiva, que se ocupa de los procedimientos necesarios para obtener metales, más o menos puros, o alguno de sus compuestos a partir de distintos materiales (minerales, subproductos, residuos...), es el objeto de estudio de la asignatura "Metalurgia".

Se trata de una materia optativa específica de especial relevancia en la formación de los graduados en Ingeniería Química Industrial.

3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

La Metalurgia Extractiva comprende el estudio de los fundamentos físico-químicos de las operaciones metalúrgicas, la descripción de las técnicas básicas para obtener metales, su refinado y reciclado, así como las implicaciones medioambientales de todos estos procedimientos. Con la asignatura se pretende proporcionar a los estudiantes una formación y habilidades básicas en metalurgia extractiva, uno de los campos de actuación de la Ingeniería Química Industrial.

3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

La Metalurgia Extractiva parte de conocimientos y habilidades adquiridos por los estudiantes en distintas materias, entre las que destacan las siguientes: "Química Física", "Operaciones de Separación" e "Ingeniería de la Reacción Química".

3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

No existen incompatibilidades.

3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Para un conveniente seguimiento de la materia, se recomienda haber superado las asignaturas "Química Física", "Operaciones de Separación" e "Ingeniería de la Reacción Química". También es recomendable poseer conocimientos de inglés.

3.6. Medidas especiales previstas

Se adoptarán medidas para facilitar el seguimiento de la asignatura a aquellos estudiantes con necesidad especial. En particular, se tendrán en cuenta los casos de discapacidad, alumnos extranjeros y alumnos que compatibilicen trabajo y estudios.

4. Competencias y resultados del aprendizaje

4.1. Competencias básicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

Según la memoria de verificación del título: CB1 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.

4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

4.3. Competencias específicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

Conocimientos de Metalurgia Extractiva y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería.

4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

4.5. Resultados** del aprendizaje de la asignatura

1. Describir y explicar los fundamentos físico-químicos de las operaciones metalúrgicas.
2. Describir y explicar las técnicas metalúrgicas básicas para la obtención de metales.
3. Experimentar, a escala de laboratorio, procesos pirometalúrgicos, hidrometalúrgicos y electrometalúrgicos.
4. Analizar los resultados obtenidos en ensayos experimentales.
5. Redactar informes y trabajos de cierta complejidad utilizando el lenguaje científico-técnico de una manera apropiada.
6. Aplicar los conocimientos adquiridos a casos prácticos.
7. Identificar los problemas medioambientales de las operaciones metalúrgicas. Comparar los tratamientos de efluentes y residuos de origen metalúrgico. Describir y valorar los procedimientos de reciclado de distintos metales.

**** Véase también la *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje*, de ANECA:**

http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf

5. Contenidos

5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Termodinámica y cinética metalúrgicas. Equilibrios en metalurgia extractiva. Disoluciones en fases fundidas. Sistemas de fases inmiscibles. Operaciones de separación de fases en metalurgia extractiva. Tratamientos previos de menas y procedimientos de aglomeración. Procesos pirometalúrgicos. Lixiviación. Tratamientos de lixiviados. Electrometalurgia. Procedimientos de refinado de metales. Problemas medioambientales en metalurgia extractiva. Reciclado de metales.

5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

PARTE I: FUNDAMENTOS QUÍMICO-FÍSICOS.

Tema 1: Termodinámica y cinética metalúrgicas. (T1)

Tema 2: Equilibrios en metalurgia extractiva. (T2)

Tema 3: Fases fundidas. Fases inmiscibles. Operaciones de separación de fases. (T3)

PARTE II: OPERACIONES Y PROCESOS METALÚRGICOS.

Tema 4: Operaciones previas. Procesos de aglomeración. (T4)

Tema 5: Procesos pirometalúrgicos. (T5)

Tema 6: Metalurgia por vía húmeda. Lixiviación. Tratamiento de lixiviados. (T6)

Tema 7: Electrometalurgia. Procedimientos de refinado de metales. (T7)

Tema 8: Problemas medioambientales en metalurgia extractiva. Reciclado de metales. (T8)

5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

Práctica 1: Caracterización de menas metálicas / Practice 1: Characterization of metal ores. (P1)

Utilización de distintas técnicas de análisis instrumental (análisis térmico, difracción de rayos X, fluorescencia de rayos X...) para la caracterización de diferentes menas metálicas.

Práctica 2: Calcinación de malaquita y azurita / Practice 2: Calcination of malachite and azurite. (P2)

Realización de procesos de calcinación de carbonatos. Análisis del producto sólido resultante de la calcinación.

Práctica 3: Lixiviación de matas cobrizas / Practice 3: Leaching of copper-lead mattes. (P3)

Realización de un proceso de lixiviación sobre un subproducto metalúrgico (mata cobre-plomo). Tratamiento del lixiviado resultante de la operación.

Práctica 4: Extracción con disolventes / Practice 4: Solvent extraction. (P4)

Realización de una operación de extracción con disolventes de metales. Re-extracción del metal contenido en la fase orgánica.

Práctica 5: Electrólisis de disoluciones acuosas / Practice 5: Electrolysis of aqueous solutions. (P5)

Extracción electroquímica de metales a partir de disoluciones acuosas. Obtención de recubrimientos electrolíticos.

Prevención de riesgos

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria.

Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes.

El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un "Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos" que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente.

En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

PART I: CHEMICAL-PHYSICAL FUNDAMENTALS

Unit 1: Thermodynamics and kinetics of metallurgical processes

Unit 2: Equilibria in extractive metallurgy

Unit 3: Molten phases. Immiscible phases. Methods of phase separation.

PART II: METALLURGICAL OPERATIONS AND PROCESSES

Unit 4: Preliminary operations. Agglomeration processes.

Unit 5: Pyrometallurgical processes.

Unit 6: Hydrometallurgy. Leaching. Treatments of leach solutions.

Unit 7: Electrometallurgy. Refining processes of metals.

Unit 8: Environmental problems in extractive metallurgy. Metals recycling.

5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

Los contenidos de la asignatura se han agrupado en dos partes:

PARTE I: FUNDAMENTOS QUÍMICO-FÍSICOS

Tema 1: Revisar las propiedades y relaciones termodinámicas significativas en metalurgia. Aplicar distintas relaciones termodinámicas al estudio de procesos metalúrgicos. Describir, explicar y utilizar los diagramas variación de energía libre estándar-temperatura para óxidos y otros compuestos metálicos. Describir y explicar los conceptos y relaciones fundamentales en cinética de reacciones heterogéneas no catalizadas (etapas controlantes de la velocidad, modelos cinéticos: núcleo sin reaccionar, conversión progresiva,...). Describir y analizar las variables que influyen sobre la cinética de una reacción heterogénea. Identificar la etapa controlante de la velocidad en varios casos prácticos.

Tema 2: Describir y explicar los distintos tipos de equilibrios implicados en procesos metalúrgicos. Describir y utilizar los diagramas presión parcial de oxígeno-pH. Describir y utilizar los diagramas potencial electroquímico-pH. Describir y explicar los conceptos y relaciones fundamentales en procesos electrometalúrgicos (voltaje teórico, fenómenos de polarización, potencial de descarga, voltaje de descomposición, leyes de Faraday, rendimiento de corriente,...).

Tema 3: Definir fase fundida. Describir y explicar la utilización de fases fundidas en metalurgia: escorias, fundentes, gases en metales en estado líquido, baños de sales fundidas. Describir y explicar las funciones y propiedades de las escorias. Clasificar los distintos tipos de escorias. Calcular la relación de basicidad de una escoria. Describir y explicar las funciones y propiedades de los fundentes. Describir y explicar la estructura de escorias y fundentes. Identificar el origen y las soluciones de los problemas ocasionados por los gases disueltos en metales líquidos. Describir y explicar la utilización de fases inmiscibles en metalurgia: extracción con disolventes, lixiviación. Describir y explicar las operaciones de separación de fases en metalurgia: sedimentación y filtración. Clasificar los procesos de sedimentación. Describir y explicar los equipos utilizados en sedimentación: espesadores y ciclones. Clasificar los tipos de filtros empleados en metalurgia y sus aplicaciones.

PARTE II: OPERACIONES Y PROCESOS METALÚRGICOS.


Tema 4: Clasificar y describir las operaciones previas al procesado metalúrgico de un concentrado metálico. Identificar las ventajas que supone la realización de procesos de aglomeración. Clasificar los procesos de aglomeración. Describir y explicar los procesos de aglomeración empleados en metalurgia y sus aplicaciones.

Tema 5: Describir y explicar los principales procesos pirometalúrgicos: calcinación, tostación y sus tipos, fusión para mata y fusión reductora, conversión de la mata, reducción de óxidos metálicos, metalurgia de haluros. Describir y explicar los equipos utilizados en procesos pirometalúrgicos. Identificar procesos pirometalúrgicos empleados en la obtención de distintos metales y justificar la utilización de estos procesos.

Tema 6: Analizar las ventajas e inconvenientes de los procesos hidrometalúrgicos frente a los pirometalúrgicos. Justificar la elección del reactivo de lixiviación en función de la mena a tratar. Describir y explicar los distintos tipos de procesos de lixiviación: en montones, por percolación, con agitación, bajo presión a temperaturas elevadas, lixiviación bacteriana. Describir y explicar las diferentes técnicas de tratamiento de lixiviados: técnicas de precipitación (por control de pH y presión parcial de oxígeno, reducción gaseosa, cementación) y técnicas de separación (extracción con disolventes, intercambio iónico, ósmosis inversa). Identificar procesos hidrometalúrgicos empleados en la obtención de distintos metales y justificar la utilización de estos procesos.

Tema 7: Describir y explicar los procesos de extracción electroquímica de metales a partir de disoluciones acuosas. Identificar y solucionar diferentes problemas que pueden surgir en estos procesos: desprendimiento de hidrógeno, codepósito en los cátodos de impurezas más nobles, iones metálicos con diferentes estados de oxidación... Describir y explicar los procesos de extracción electroquímica de metales a partir de baños de sales fundidas. Identificar procesos electrometalúrgicos empleados en la obtención de distintos metales y justificar la utilización de estos procesos. Clasificar, describir y explicar los procedimientos de refinado de metales (refinado electrolítico, refinado al fuego, destilación).

Tema 8: Identificar los problemas medioambientales de las operaciones metalúrgicas. Clasificar los distintos tipos de efluentes y residuos generados por las industrias metalúrgicas. Describir y explicar los tratamientos de efluentes y residuos de origen metalúrgico. Describir y explicar los procedimientos de reciclado de distintos metales. Analizar y valorar la importancia del reciclado de metales desde diferentes puntos de vista (económico, medioambiental, social...)

CSV:	muBthkpn45dIXYjqP8K9WAwRK		Fecha:	16/01/2019 13:07:12		
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.					
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E					
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/muBthkpn45dIXYjqP8K9WAwRK		Página:	9/14		

6. Metodología docente

6.1. Metodología docente*

Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clases de teoría	Clase expositiva empleando técnicas de aprendizaje cooperativo para fomentar la participación de los estudiantes. Resolución de dudas planteadas por los estudiantes.	Presencial: Toma de apuntes. Planteamiento de dudas.	15
		No presencial: Estudio de la materia.	27
Prácticas de pizarra: Problemas y resolución de casos prácticos	Resolución de problemas/ejercicios de distintos temas de teoría. Resolución de casos prácticos.	Presencial: Participación activa. Resolución de ejercicios y casos prácticos. Planteamiento de dudas.	6
		No presencial: Estudio de la materia. Resolución de ejercicios propuestos por el profesor.	6
Prácticas de laboratorio	Explicación de las prácticas, supervisión de su desarrollo y resolución de dudas. Discusión sobre los resultados obtenidos.	Presencial: Manejo de instrumentos y equipos. Obtención de resultados. Planteamiento de dudas.	9
		No presencial: Elaboración individual del informe de prácticas.	3
Seminarios	Se realizarán seminarios durante el cuatrimestre. En esta actividad, los estudiantes trabajan en grupo para aclarar dudas, profundizar en distintas cuestiones y resolver problemas o casos prácticos.	Presencial: Resolución de problemas y casos prácticos. Discusión sobre distintas cuestiones y dudas. Puesta en común del trabajo efectuado.	6
Trabajo individual	El profesor propondrá distintos temas para que los alumnos realicen un trabajo individual durante el cuatrimestre.	No presencial: Búsqueda de documentación de diversas fuentes. Elaboración del trabajo.	3
Trabajo en grupo	El profesor propondrá distintos temas para que los alumnos realicen un trabajo en grupo a lo largo del cuatrimestre.	Presencial: Planteamiento del trabajo y asistencia a tutorías. Exposición oral del trabajo.	3
		No presencial: Búsqueda de documentación de diversas fuentes. Elaboración del trabajo.	6
Tutorías (individuales y en grupo)	Resolución de dudas sobre teoría, prácticas, exámenes y asesoramiento para los trabajos individuales y en grupo. Se lleva a cabo en grupos reducidos con preparación previa por parte del alumno.	Presencial: Planteamiento de dudas en horario de tutorías.	3
Realización de exámenes oficiales	Evaluación escrita individual (Exámenes oficiales).	Presencial: Realización del examen.	3
			90

6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1)

	Resultados del aprendizaje (4.5)									
Actividades formativas (6.1)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Clases de teoría	X	X				X	X			
Prácticas de pizarra: Problemas y resolución de casos prácticos	X	X				X	X			
Prácticas de laboratorio	X	X	X	X	X	X	X			
Seminarios	X	X				X	X			
Trabajo individual	X	X			X	X	X			
Trabajo en grupo	X	X			X	X	X			
Tutorías (individuales y en grupo)	X	X		X	X	X				
Realización de exámenes oficiales	X	X				X	X			

7. Metodología de evaluación

7.1. Metodología de evaluación*


Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
Prueba escrita individual ^{1,2}	X		Seis preguntas, con varios apartados (conceptos, definiciones, algunas aplicaciones...) y con idéntica valoración. Evalúan, principalmente, conocimientos teóricos.	40	1,2,6,7
	X		Dos ejercicios con idéntica valoración. Evalúan, principalmente, habilidades.	20	1,2,6,7
Realización de las prácticas ³		X	Asistencia y participación activa	-	3,6
Informe Prácticas Laboratorio ³	X	X	Elaboración individual y presentación de un informe escrito sobre las prácticas de laboratorio realizadas.	20	1,2,3,4,5,6
Trabajo individual	X	X	El profesor propondrá distintos temas para que los alumnos realicen un trabajo individual durante el cuatrimestre.	10	1,2,5,6,7
Trabajo en grupo	X	X	El profesor propondrá distintos temas para que los alumnos realicen un trabajo en grupo a lo largo del cuatrimestre. Exposición oral del trabajo.	10	1,2,5,6,7

1. Para superar la asignatura, se debe obtener en la prueba escrita individual una calificación global (teoría + problemas) mínima de 4,5 sobre 10.
2. Los estudiantes que, por motivos de asistencia a reuniones de los órganos colegiados de representación universitaria, o por otra causa adecuadamente justificada no puedan examinarse en la fecha señalada al efecto, lo comunicarán al profesor responsable de la asignatura, con 5 días hábiles de anterioridad al examen, excepto en el caso de una causa sobrevenida. La realización del examen en fecha diferente se fijará de mutuo acuerdo y con la conformidad del Departamento. En caso de conflicto, el Director/Decano, oído el Departamento, y el Consejo de Estudiantes, resolverán al respecto (Art. 14 del Reglamento de las Pruebas de Evaluación de los Títulos Oficiales de Grado).
3. Las prácticas de laboratorio se realizan de acuerdo con una programación anunciada con antelación a los estudiantes (Aula Virtual y tablón de anuncios del Departamento) y en los horarios oficiales aprobados por el Centro. Son de asistencia obligatoria y, una vez aprobado el informe de prácticas, su calificación se conserva para convocatorias y cursos académicos posteriores.

Tal como prevé el artículo 5.4 del *Reglamento de las pruebas de evaluación de los títulos oficiales de grado y de máster con atribuciones profesionales* de la UPCT, el estudiante en el que se den las circunstancias especiales recogidas en el Reglamento, y previa solicitud justificada al Departamento y admitida por este, tendrá derecho a una prueba global de evaluación. Esto no le exime de realizar los trabajos obligatorios que estén recogidos en la guía docente de la asignatura.

7.2. Mecanismos de control y seguimiento (opcional)

- Cuestiones planteadas en clase.
- Participación de los estudiantes en la resolución de problemas en clase.
- Participación de los estudiantes y seguimiento de ésta en las sesiones de prácticas de laboratorio.
- Participación de los estudiantes y seguimiento de ésta en los seminarios.
- Tutorías individuales o en grupo.
- Seguimiento de la realización de los trabajos individuales y en grupo.
- Presentación de trabajos/informes individuales y en grupo.

CSV:	muBthkpn45dIXYjqP8K9WAwRK	Fecha:	16/01/2019 13:07:12	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/muBthkpn45dIXYjqP8K9WAwRK	Página:	13/14	

8 Bibliografía y recursos

8.1. Bibliografía básica*

- BALLESTER, A.; VERDEJA, L. F.; y J. SANCHO: "Metalurgia extractiva", vols. I y II. Ed. Síntesis: Temas 1 al 8.
- CHAUSSIN, C. y G. HILLY: "Metalurgia". Ed. Urmo: Temas 4 al 7.
- GILL, C. B.: "Metalurgia extractiva no ferrosa". Ed. Limusa: Temas 4 al 8.
- MOORE, J. J.: "Metalurgia química". Ed. Alhambra, S. A.: Temas 1 al 8.
- MORRAL, F. R.; JIMENO, E.; y P. MOLERA: "Metalurgia general". Ed. Reverté: Temas 4 al 7.
- PARRILLA, F.: "Curso de metalurgia extractiva". Ed. E.T.S. de Ing. de Minas. Univ. Pol. de Madrid: Temas 4 al 7.
- ROVIRA, A.: "Metalurgia general". Ed. Dossat: Temas 3 al 7.

8.2. Bibliografía complementaria*

- ASM: "ASM Materials Handbook". Ed. ASM: Temas 5 al 8.
- ROSENQVIST, T.: "Principles of extractive metallurgy". McGraw-Hill Series in Materials Science and Engineering. Ed. McGraw-Hill: Temas 1 al 3 y temas 5 al 7.

8.3. Recursos en red y otros recursos

- Aula Virtual de la asignatura
<https://aulavirtual.upct.es/user/index.php?id=1541>
- Diferentes páginas web de empresas e instituciones relacionadas con la Metalurgia Extractiva.