



## Máster en Química Sostenible 66200 - Biotransformaciones y procesos avanzados en la industria

Guía docente para el curso 2010 - 2011

Curso: 1, Semestre: 0, Créditos: 6.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

- **María Teresa Bes Fustero** tbes@unizar.es
- **Miriam Oliva Alcubierre** miroliva@unizar.es
- **Carlos Gómez-Moreno Calera** gomezcm@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

La docencia de la asignatura está dividida en dos bloques temáticos: *Biotransformaciones* (M. Teresa Bes, Carlos Gómez-Moreno) y *Procesos Avanzados en la Industria* (Miriam Oliva). Se recomienda trabajar desde el primer día de docencia.

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

A modo de indicación, se recogen las fechas más significativas del curso 2009-2010:

- 23 de noviembre - 22 de enero: docencia de la asignatura
  - 28 de enero: Prueba escrita del bloque temático de *Procesos Avanzados en la Industria*
  - 19 de enero: Presentación pública de un tema de *Procesos Avanzados en la Industria*
  - 4 de febrero: Prueba escrita del bloque temático de *Biotransformaciones*
- 

### Inicio

---

#### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

- 1:** Identifica los obstáculos técnicos y económicos para la implantación de la Química Sostenible en la Industria.
- 2:** Conoce técnicas para la disminución del impacto ambiental de procesos industriales comunes.
- 3:**

Identifica condiciones operativas (tipo de catalizador, condiciones de reacción, etc.) para llevar a cabo reacciones químicas mediante biocatálisis.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

La inmensa mayoría de plantas industriales en funcionamiento en la actualidad han sido diseñadas para la optimización de la eficiencia económica. Sin embargo, la creciente presión social y legislativa está conduciendo a las industrias a introducir modificaciones en los procesos para disminuir su impacto ambiental. Está claro que para realizar estas mejoras, es necesario contar con especialistas formados en estos temas.

Un importante tipo de procesos con un impacto ambiental muy bajo corresponde a las biotransformaciones, basadas en el uso de catalizadores biológicos, como enzimas y células, de forma tanto aislada como inmovilizada. En la mayoría de los casos, las biotransformaciones permiten obtener productos de reacción con altas regio y estereoselectividades en condiciones suaves de temperatura, presión y pH, usando agua como disolvente.

Los contenidos de la asignatura están divididos en dos bloques temáticos, correspondientes a *Biotransformaciones* y *Procesos Avanzados en la Industria*.

## Contenido

### Temario

#### *Bloque temático de Procesos Avanzados en la Industria*

1. Tipos de emisiones industriales.
2. Estrategias de reducción en origen de la contaminación.
3. Técnicas de corrección de la contaminación.
4. Introducción a las mejores tecnologías disponibles.
5. Procesos industriales.

#### *Bloque temático de Biotransformaciones*

6. Uso de enzimas para la preparación de compuestos orgánicos de alto valor añadido.
7. Biocatálisis en el desarrollo de nuevos procesos no contaminantes.
8. Tipos de biocatalizadores.
9. Enzimas hidrolíticas para la preparación de compuestos enantiopuros.
10. Aplicación a la producción de fármacos.
11. Oxido-reductasas y liasas.
12. Inmovilización de células y aplicación a la Síntesis Orgánica.
13. Aplicaciones industriales.
14. Procesos fermentativos.
15. Procesos Biotecnológicos.
16. Aplicaciones industriales. Biorreactores.

---

## Contexto y competencias

---

### Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

#### La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

La docencia de la asignatura de *Biotransformaciones y procesos avanzados en la Industria* permite el desarrollo de numerosas competencias específicas del máster, entre las que pueden destacarse las siguientes:

-Utilizar el vocabulario y la terminología específica de la Química Sostenible.

- Evaluar el grado de riesgo de un proceso o reacción química y la toxicidad de los compuestos implicados.
- Evaluar el grado de sostenibilidad de un proceso químico o reacción química.
- Identificar los principales obstáculos a la implantación de las distintas técnicas de Química Sostenible.

La asignatura de *Biotransformaciones y procesos avanzados en la Industria* se imparte en el segundo trimestre (es decir, la segunda mitad del primer semestre), lo que permite apoyarse en las competencias adquiridas durante el primer trimestre sobre generalidades de la Química Sostenible en la asignatura de *Fundamentos de la Sostenibilidad y de la Química Sostenible*.

Las actividades docentes programadas permiten desarrollar diferentes competencias básicas, entre las que pueden destacarse las siguientes:

- Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas con entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a sus conocimientos y juicios.

Las actividades docentes de la asignatura *Biotransformaciones y procesos avanzados en la Industria* permitirán el desarrollo de numerosas competencias transversales del máster, entre las que pueden destacarse las siguientes:

- Obtener información de distintos tipos de fuentes y evaluar su fiabilidad
- Ordenar, analizar críticamente y sintetizar información
- Formular, analizar, evaluar y comparar soluciones nuevas o alternativas para distintos problemas
- Usar de forma efectiva las tecnologías de la información y de las comunicaciones
- Gestionar de forma adecuada los recursos y el tiempo disponibles
- Transmitir información de forma oral, escrita o gráfica usando herramientas de presentación adecuadas

## **Contexto y sentido de la asignatura en la titulación**

Para la formación de un especialista en Química Sostenible, es necesario adquirir y desarrollar las competencias relacionadas con las técnicas más avanzadas en la Industria Química. En particular, se presta especial atención a las relacionadas con las Biotransformaciones.

## **Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...**

- 1:** Argumentar la importancia de la biocatálisis como método de reacción sostenible.
- 2:** Proponer estrategias de reducción en origen de la contaminación.
- 3:** Clasificar los principales tipos de enzimas y sus aplicaciones industriales.
- 3:** Identificar los procesos fermentativos y biotecnológicos más importantes y sus aplicaciones industriales.
- 3:** Reconocer los principales tipos de emisiones industriales.
- 3:** Realizar cálculos de costes/beneficios de una innovación industrial.

## **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

El *Máster en Química Sostenible* está enfocado a la formación de titulados dotados de la comprensión, los conocimientos y las competencias para la introducción de técnicas de sostenibilidad en un distintos tipos de actividades (Industria Química, industrias del sector del medioambiente, otras industrias afines, consultoría, investigación, docencia universitaria) mediante un enfoque multidisciplinar, con un pleno conocimiento de los aspectos científicos, técnicos, sanitarios y legales implicados.

Resulta evidente que es necesario dotar a los estudiantes del máster de los conocimientos sobre los procesos industriales actuales para poder introducir mejoras en los mismos. Especial atención debe prestarse a las biotransformaciones por su

impacto ambiental particularmente bajo, que las convierte en una excelente alternativa a los procedimientos industriales tradicionales.

---

## Evaluación

---

### Actividades de evaluación

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

**2:**  
**Presentación oral y escrita de un informe sobre un tema desarrollado en el bloque temático de *Procesos avanzados en la Industria***

Cada estudiante deberá presentar en público un tema previamente asignado, con la ayuda de herramientas de presentación y contestar a las preguntas del profesor sobre el mismo. Esta actividad está ponderada con un 25% de la calificación total.

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

**El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

Las clases magistrales constituyen un importante método de transmisión del conocimiento y permiten comunicar rápidamente una gran cantidad de información. En esta asignatura, se emplearán clases expositivas-interactivas (conocidas como socráticas), que contemplan la participación de los estudiantes en el conocimiento impartido.

La resolución de problemas constituye una eficaz herramienta para la asimilación de los conocimientos y el desarrollo de competencias superiores. Los problemas se abordan en orden creciente de dificultad para evitar el desánimo o la frustración innecesaria de los estudiantes. Los enunciados de los problemas se entregan con la suficiente antelación para permitir su respuesta en un tiempo razonable. Las sesiones de resolución de los problemas discurren con un cierto retraso respecto a las correspondientes clases teóricas, para permitir la asimilación de los fundamentos implicados.

La preparación de un informe escrito permite comprender los aspectos abordados y relacionar los conceptos implicados. Además, la presentación oral permite desarrollar las competencias relacionadas con las presentaciones públicas (hablar en público, usar herramientas audiovisuales, etc.).

### Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

**1:**  
**Visitas organizadas a plantas industriales**

En esta actividad podrá adquirir información de primera mano sobre la implantación de las técnicas de la Química Sostenible en la Industria.

**2:**  
**Ciclos de clases impartidas por un profesor invitado**

Esta actividad consistirá en la impartición de un ciclo de 5 clases de 2 horas cada una para profundizar en la formación en la asignatura. Esta actividad tiene carácter complementario a la docencia prevista en la memoria de la titulación y su realización dependerá de la obtención de financiación del Programa de movilidad de profesores en másteres oficiales.

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

A modo de indicación, se recogen las fechas más significativas del curso 2009-2010:

23 de noviembre - 22 de enero: docencia de la asignatura

4 de febrero: Prueba escrita del bloque temático de *Biotransformaciones*

28 de enero: Prueba escrita del bloque temático de *Procesos Avanzados en la Industria*

19 de enero: Presentación pública de un tema de *Procesos Avanzados en la Industria*

## Bibliografía

### Bibliografía de referencia

Las referencias marcadas en azul están disponibles en la Biblioteca de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza. Puedes consultar su situación actual pinchando directamente sobre los títulos.

[BOMMARIUS, A. S. \*Biocatalysis\*. Wiley-VCH, 2004.](#)

[GRUNWALD, P. \*Biocatalysis: Biochemical Fundamentals and Applications\*. Imperial College, 2009.](#)

*Guías de Mejores Técnicas Disponibles en España*. Ministerio de Medio Ambiente, 2006.

[HARMSSEN, J.; POWELL, J. B. \*Sustainable Development in the Process Industries: Cases and Impact\*. Wiley, 2010.](#)

[HOU, C. T.; SHAW, J. F. \*Biocatalysis and Bioenergy\*. Wiley, 2008.](#)

[KIELY, G. \*Ingeniería ambiental: Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión\*. McGraw-Hill, 1999.](#)

[OROZCO BARRENETXEA, C. et al. \*Contaminación Ambiental. Una visión desde la Química\*. Thomson, 2002.](#)

[RENNEBERG, R. \*Biotecnología para principiantes\*. Reverté, 2008.](#)

[SMITH, J. E. \*Biotecnología\*. Acribia, 2006.](#)

*Registro estatal de emisiones y fuentes contaminantes*.

## Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Bommarius, Andreas Sebastian. *Biocatalysis* / A. S. Bommarius, B. R. Riebel. 2nd repr. Weinheim : Wiley-VCH, 2008
- Bornscheuer, Uwe Theo. *Hydrolases in organic synthesis : regio- and stereoselective biotransformations* / Uwe T. Bornscheuer and Romas J. Kazlauskas. 2nd ed. Weinheim : Wiley-VCH, cop. 2006
- *Enzymes in industry : production and applications* / edited by Wolfgang Ahle. 3rd completely rev. ed. Weinheim : Wiley-VCH, cop. 2007
- Faber, Kurt. *Biotransformations in organic chemistry : a textbook* / Kurt Faber. 5th rev. and corr. ed.
- Fernández García, Ricardo. *Principales obligaciones medioambientales para la pequeña y mediana empresa* / Ricardo Fernández García Alicante : Editorial Club Universitario, 2006
- Fernández García, Ricardo. *Sistemas de gestión de la calidad, ambiente y prevención de riesgos laborales : su integración* / Ricardo Fernández García Alicante : Club Universitario, D.L. 2005
- Fessner, W.D.. *Modern Biocatalysis. Stereoselective and Environmentally Friendly Reactions*
- *Industrial biotransformations* / edited by A. Liese, K. Seelbach, C. Wandrey. 2nd completely rev. and extended ed. Weinheim : Wiley-VCH, 2006
- Renneberg, Reinhard. *Biotecnología para principiantes* / Reinhard Renneberg ; Darja Süßbier (ilustraciones) ; [versión española por Josep Joan Centelles Serra y Magdalena Ferrer Peralta] . Barcelona [etc.] : Reverté, 2008
- Smith, John E.. *Biotecnología* / John E. Smith ; traducción a cargo de Fernando Escrivá Pons... [et al.] . [1a. ed.] Zaragoza : Acribia, D.L. 2006
- *Sustainable development in the process industries : cases and impact* / edited by Jan Harmsen, Joseph B. Powell. Hoboken, N.J. : Wiley, c2010