

## **Máster en Química Industrial**

### **60646 - Nuevos disolventes para la industria**

**Guía docente para el curso 2014 - 2015**

**Curso: 1, Semestre: 2, Créditos: 3.0**

---

## **Información básica**

---

### **Profesores**

- **Ana María Mainar Fernández** ammainar@unizar.es

### **Recomendaciones para cursar esta asignatura**

- Trabajar desde el primer día de forma continuada la resolución de problemas y casos prácticos.
- Poseer conocimientos básicos de inglés científico para un uso ágil de materiales y documentos de consulta.
- Tener conocimientos elementales del manejo de las herramientas TIC's para el desarrollo de las actividades programadas en el Anillo Digital Docente (<http://add.unizar.es/add/campusvirtual/>).

### **Actividades y fechas clave de la asignatura**

El calendario y horarios de impartición de la asignatura, así como las fechas de examen, pueden consultarse en la siguiente página web de la Facultad de Ciencias: <https://ciencias.unizar.es/web/horarios.do>

Fecha límite de entrega de trabajos y problemas: última semana del periodo de clases del segundo semestre.

---

## **Inicio**

---

### **Resultados de aprendizaje que definen la asignatura**

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

**1:**

Distinguir los parámetros más relevantes en la selección del disolvente más adecuado para procesos químicos y para la protección del medioambiente.

**2:**

Clasificar los principales tipos de disolventes verdes y sus propiedades.

**3:**

Explicar los beneficios de la sustitución de los disolventes habituales por otros más respetuosos con el medioambiente.

**4:**

Reconocer las propiedades físico-químicas de los fluidos supercríticos.

- 5: Identificar las principales aplicaciones industriales de los fluidos supercríticos.
- 6: Elaborar informes sobre los resultados de las actividades.
- 7: Realizar un trabajo escrito sobre un tema concreto relacionado con la asignatura y defenderlo de forma oral.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

Es bien conocida la gran importancia que los disolventes desempeñan en los procesos químicos industriales. Entre sus funciones se encuentran la de facilitar la mezcla de [reactivos](#), proporcionar [concentraciones](#) adecuadas, controlar la temperatura de reacción, etc. Sin embargo, también presentan inconvenientes derivados del gran impacto tanto a nivel ambiental como para la salud de los seres humanos, riesgos de [toxicidad](#), [incendio](#) o [explosión](#), [emisiones](#) a la atmósfera, [vertidos](#), uso en cantidades mucho mayores a las del producto, aumento de costes y riesgos de producción, requerimiento de una etapa de [separación](#) disolvente-producto final, o su origen, mayoritariamente fósil.

Esta asignatura está enfocada a proporcionar al estudiante las herramientas necesarias para la comprensión y conocimiento del desarrollo de nuevos disolventes (Green Solvents) en la Industria Química más moderna y de futuro. Se abordarán aquellos casos actuales que están siendo objeto de intenso estudio en distintos sectores industriales y otros casos que ya han sido implementados con éxito.

En el conjunto de la titulación, esta asignatura resulta imprescindible para aquellos estudiantes que deseen tener una visión más amplia de la sostenibilidad química industrial más allá de la simple remediación ambiental.

---

## 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:

En esta asignatura se pretende que el estudiante tome conciencia de la importancia que tienen los disolventes en los procesos industriales y que adquiera la capacidad de proponer alternativas menos perjudiciales para el medioambiente. Así mismo, se busca que el alumno conozca las ventajas e inconvenientes de los nuevos disolventes industriales para que pueda analizar la viabilidad y alcance de su implantación en la Industria. Para ello deberá conocer los fundamentos físico-químicos que gobiernan la selección de los disolventes industriales, sus propiedades químico-físicas y las condiciones de trabajo más adecuadas.

Adicionalmente las actividades formativas planteadas pretenden que el alumno sea capaz de alcanzar algunos de los objetivos generales y transversales planteados en el máster tales como el de comunicar sin ambigüedad el conocimiento adquirido y las conclusiones alcanzadas, de obtener, analizar y discriminar fuentes bibliográficas, utilizar de forma efectiva herramientas informáticas o incidir en el empleo de inglés científico, entre otros.

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

La asignatura “Nuevos Disolventes para la Industria” se encuentra ubicada en el módulo de asignaturas optativas que se imparten en el segundo semestre del curso.

Pese a su carácter altamente especializado, la temática que aborda resulta fundamental para la mejor comprensión de los desarrollos de la Química Industrial moderna en los que cada vez es más frecuente la búsqueda de disolventes alternativos que sean eficaces a la par que benignos para el medio ambiente. En este ámbito cabe destacar los procesos de eliminación de contaminantes, el tratamiento de materiales, la extracción, fraccionamiento y precipitación (antioxidantes, biocidas) así como la síntesis y formulación de nuevos materiales complejos (composites, recubrimientos, micro y nanopartículas).

De esta forma la asignatura queda enmarcada perfectamente dentro de los objetivos de la titulación y sirve de complemento para asignaturas obligatorias como "Química Medioambiental" y "Electroquímica y Fotoquímica para la Industria" y resulta además imprescindible para la comprensión de otras asignaturas optativas como "Materias primas renovables", "Química Orgánica Aplicada" y "Materiales Inorgánicos Avanzados".

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

- 1:** Conocer con profundidad la fisicoquímica de los procesos industriales estudiados
- 2:** Describir y proponer aplicaciones de diversas metodologías avanzadas en la industria química.
- 3:** Reconocer el impacto de los productos y procesos químicos en el Medioambiente y proponer métodos para evaluarlo y reducirlo.
- 4:** Identificar, analizar y definir los elementos principales de un problema para resolverlo con rigor en el entorno de la Química Industrial.
- 5:** Desarrollar un trabajo complejo en el entorno de la Química Industrial, participando en las etapas de búsqueda bibliográfica, planificación, obtención de resultados e interpretación y difusión de los mismos.
- 6:** Gestionar, discriminar y seleccionar las fuentes de información bibliográfica.
- 7:** Utilizar de forma efectiva las tecnologías de la información y la comunicación como herramienta de trabajo.
- 8:** Utilizar inglés científico tanto para la obtención de información como para la transferencia de la misma.
- 9:** Aplicar los fundamentos físico-químicos relacionados con la selección de disolventes para la implementación de procesos industriales y para la protección del medioambiente.
- 10:** Conocer las propiedades físico-químicas y las aplicaciones de los principales disolventes convencionales y de sus alternativas más sostenibles, incluidos los fluidos supercríticos.
- 11:** Seleccionar los disolventes y condiciones más adecuados para la implementación de procesos químicos concretos de interés industrial.

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

Un disolvente es un líquido necesario para llevar a cabo la mayoría de las reacciones y numerosos procesos químicos, pero que no se incorpora en el producto de reacción. Desgraciadamente, muchos de los disolventes actuales son dañinos para el medioambiente o para la salud humana (destrucción de la capa de ozono, cambio climático, toxicidad, etc.). Teniendo en cuenta que buena parte de la producción anual de disolventes (17,9 millones de toneladas en 2005) acaba vertiéndose en la naturaleza, es lógico deducir que constituye una prioridad para la Humanidad la reducción de la cantidad y la toxicidad de los disolventes usados en la Industria. Sin embargo, la eliminación o sustitución de los disolventes industriales requiere conocimientos específicos sobre sus propiedades que deben tenerse en cuenta en la propuesta de las correspondientes alternativas.

En esta asignatura se presenta una panorámica de los principales tipos de nuevos disolventes industriales (agua, disolventes fluorados, líquidos iónicos, fluidos supercríticos, disolventes inmovilizados...), incluyendo sus propiedades y aplicaciones. En concreto con los resultados de formación alcanzados, el alumno contará con una base robusta que le permita establecer estrategias alternativas y complementarias a las que tradicionalmente se vienen desarrollando en otras áreas de la Química, para su aplicación directa en el campo de los procesos químicos industriales que involucren reacciones orgánicas e inorgánicas, tratamiento de nuevos materiales y separación e identificación de sustancias.

---

## Evaluación

---

### Actividades de evaluación

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

**1:**

**Resolución de problemas.** Supondrá entre el 15% de la nota final

**2:**

**Realización y exposición de un trabajo en clase.** Constituirá el 85% de la nota final

Criterios en la evaluación de la exposición de trabajos:

- Tratamiento de la búsqueda científica (profundidad, criterios de selección, fuentes empleadas, etc.): 30% de la puntuación del apartado.
- Capacidad de Síntesis y Análisis (presentación de objetivos, relación con los apartados del temario, adecuación de la extensión del trabajo, visión crítica, etc.): 40% de la puntuación del apartado.
- Habilidades orales y técnicas (estructura del trabajo, calidad de la presentación, capacidad expositiva, dominio del lenguaje y de la terminología, etc.): 30% de la puntuación del bloque.

La asistencia a las clases prácticas es obligatoria, así como la entrega de los informes y trabajos solicitados dentro del plazo establecido por el profesor.

El número de convocatorias oficiales de examen a las que la matrícula da derecho (2 por matrícula) así como el consumo de dichas convocatorias se ajustará al [Reglamento de permanencia en títulos oficiales adaptados al Espacio Europeo de Educación Superior en la Universidad de Zaragoza](#) y al [Reglamento de Normas de Evaluación del Aprendizaje de la Universidad de Zaragoza](#). A este último reglamento también se ajustarán los criterios generales de diseño de las pruebas y sistema de calificación y, de acuerdo a la misma, se hará público el horario, lugar y fecha en que se celebrará la revisión al publicar las calificaciones.

Según el [Reglamento de Normas de Evaluación del Aprendizaje de la Universidad de Zaragoza](#), el estudiante tendrá derecho a una prueba global en la que se evaluarán las competencias desarrolladas en la asignatura. Esta prueba global se realizará en la fecha prevista por el [calendario de exámenes](#) de la Facultad de Ciencias.

---

### Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

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

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en la combinación de actividades de información o conceptuales con las de evaluación y resolución de casos prácticos y próximos a la realidad. Las actividades de tipo conceptual se combinarán de forma estratégica con las de tipo práctico asistencial y de trabajo autónomo para permitir un máximo aprovechamiento.

En concreto se realizarán las siguientes actividades presenciales:

Clases Magistrales (15h) – Resolución de problemas y casos (5h) – Prácticas de Laboratorio (5h) – Presentación de trabajos docentes (5h)

Adicionalmente, el estudiante dispondrá de 45 horas no presenciales para el estudio de la materia y la realización de los trabajos e informes que sean pertinentes.

Las clases magistrales serán de tipo participativo y se impartirán de forma colectiva en el aula con el apoyo de los medios audiovisuales necesarios y de los materiales bibliográficos recomendados.

Las actividades de problemas y prácticas que precisen la utilización de herramientas informáticas se realizarán en grupos reducidos en los que el estudiante será atendido y guiado por el profesor de forma individualizada.

Se utilizará la herramienta del Anillo Digital Docente (ADD) para, entre otras, ofrecer materiales didácticos a los estudiantes, evaluar actividades y resolver dudas que puedan surgir durante las sesiones o en la resolución de las cuestiones y los problemas planteados. <http://add.unizar.es/add/campusvirtual/>

## **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: Clases magistrales**

Contenido de las sesiones:

**Green Solvents**

1. Introducción. Disolventes verdes (Green solvents). Criterios de evaluación de disolventes verdes. Clasificación.

**Propiedades de los Disolventes**

2. Propiedades químico-físicas de los disolventes. Polaridad y Polarizabilidad. Fuerzas intermoleculares. Permitividad. Tensión superficial. Índice de refracción. Densidad. Viscosidad. Difusión. Conductividad Térmica.

3. Solubilidad. Disolución y Solvatación. Parámetro de solubilidad: Densidad de energía cohesiva y presión interna, modelos empíricos.

**Fluidos a Presión y Supercríticos**

4. Fluidos supercríticos como disolventes. Termodinámica del equilibrio de fases de fluidos a altas presiones. Propiedades de transporte en los fluidos supercríticos. Solubilidad en fluidos supercríticos. Materiales y tratamientos superficiales. Fluidos supercríticos y reacciones químicas. Aplicaciones de los fluidos supercríticos en instrumentación. Aplicaciones en la Industria Cosmética, Farmacéutica y Agroalimentaria.

**2: Resolución de Problemas y Casos/Prácticas de Laboratorio**

Contenido de las sesiones:

Resolución individualizada en clase pequeña de problemas básicos para la comprensión de las propiedades químico-físicas de los disolventes y del equilibrio de fases en fluidos a altas presiones mediante apoyo de herramientas informáticas como Excel y PE-2000 - Demostración de las técnicas experimentales de trabajo con fluidos a presión y supercríticos.

**3: Presentación de Trabajos Docentes**

Exposición en clase de los trabajos docentes realizados

**4: Estudio de la materia y realización de trabajos/informes**

Trabajo autónomo del estudiante para la realización de los trabajos, ejercicios o informes solicitados.

# Planificación y calendario

## Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Impartición Clases Magistrales de la asignatura\*: febrero-mayo

Lugar: Facultad de Ciencias

Impartición problemas o prácticas asistidas por ordenador\*: abril-mayo

Lugar: Facultad de Ciencias

Exposición de Trabajos\*: mayo

Lugar: Facultad de Ciencias

Entrega de materiales asociados a las actividades formativas\*: mayo

Lugar: ADD

\* Fechas orientativas en función de disponibilidades y compatibilidad de horarios con otras asignaturas del máster.

Consultar <https://ciencias.unizar.es/web/horarios.do>

## Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Freemantle, Michael. An Introduction to ionic liquids / Michael Freemantle Cambridge : Royal Society of Chemistry, 2010
- Freemantle, Michael. An Introduction to ionic liquids / Michael Freemantle Cambridge : Royal Society of Chemistry, 2010
- Green chemistry using liquid and supercritical carbon dioxide / Edited by Joseph M. DeSimone, William Tumas Oxford : Oxford University Press, 2003
- Green separation processes : fundamentals and applications / edited by Carlos A. M. Afonso, J. G. Crespo Weinheim : Wiley-VCH, cop. 2005
- Ionic liquids : industrial applications for green chemistry / Robin D. Rogers, Kenneth R. Seddon Washington : American Chemical Society, cop. 2002
- Kerton, Francesca M.. Alternative solvents for green chemistry / Francesca M. Kerton Cambridge : RSC Publishing, cop. 2009
- Leitner, W.. Handbook of green chemistry. V.3. Green Solvents. Wiley-Blackwell. 2010
- Prausnitz, John M.. Termodinámica molecular de los equilibrios de fases / John M. Prausnitz, Rüdiger N. Lichtenhaller, Edmundo Gomes de Azevedo ; traducción, Juan A. Rodríguez Renuncio, Concepción Pando García-Pumarino . - 3<sup>a</sup> ed. Madrid : Prentice Hall, D.L. 2000
- Reichardt, Christian. Solvents and solvent effects in organic chemistry / Christian Reichardt . - 3rd., updated and enl. ed. Weinheim : Wiley-VCH, imp. 2004.
- Rodríguez Renuncio, Juan Antonio. Termodinámica química / Juan Antonio Rodríguez Renuncio, Juan José Ruiz Sánchez, José Santiago Urieta Navarro . - [2a ed.] Madrid : Síntesis, 2000
- Urieta Navarro, José Santiago. Fluidos supercríticos, aplicaciones actuales y perspectivas de futuro / discurso de ingreso leído por el académico electo José Urieta Navarro...el día 2 de diciembre de 1997 ; y discurso de contestación por Enrique J. Meléndez Andreu Zaragoza : Academia de Ciencias Exactas, Físicas, Químicas y Naturales de Zaragoza, 1997