



Máster en Química Sostenible

66204 - Fundamentos de la sostenibilidad y de la química sostenible

Guía docente para el curso 2010 - 2011

Curso: 1, Semestre: 0, Créditos: 6.0

Información básica

Profesores

- José Antonio Gálvez Lafuente jagl@unizar.es
- María Elisabet Pires Ezquerro epires@unizar.es
- Pedro Arrojo Agudo parrojo@unizar.es

Recomendaciones para cursar esta asignatura

La asignatura de *Fundamentos de la Sostenibilidad y de la Química Sostenible* ofrece una panorámica general del máster. Por eso, resulta imprescindible trabajar con asiduidad desde el primer día del curso.

La docencia está dividida en dos bloques temáticos, correspondientes a *Sostenibilidad* (Pedro Arrojo) y *Química Sostenible* (Elisabet Pires, José Antonio Gálvez).

Actividades y fechas clave de la asignatura

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

21 de septiembre - 6 de noviembre: Clases presenciales

no determinada: Prueba de evaluación del bloque temático de *Química Sostenible*

no determinada: Sesión de presentación de la maqueta hidráulica del bloque temático de *Sostenibilidad*

Inicio

Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

1: Identifica herramientas y limitaciones aplicables para valorar y decidir sobre bienes, funciones y servicios ambientales.

1. Identifica herramientas y limitaciones aplicables para valorar y decidir sobre bienes, funciones y

- 2: Diseña una maqueta de gestión basada en la Economía Sostenible.
- 3: Conoce las sustancias de mayor preocupación ambiental, sus características, cómo se distribuyen en el medio ambiente y qué transformaciones experimentan.
- 4: Reconoce los principales objetivos de la *Química Sostenible*.
- 5: Identifica las principales herramientas para la introducción de la sostenibilidad en la Industria Química.

Introducción

Breve presentación de la asignatura

La Sociedad es cada vez más consciente de que las amenazas al medioambiente (cambio climático, destrucción de la capa de ozono, contaminación de los ecosistemas, pérdida de biodiversidad, escasez de agua potable...) son también un peligro para la viabilidad a largo plazo del desarrollo económico y de nuestras condiciones de vida actuales.

Por eso, los poderes públicos exigen que las actividades humanas sean cada vez más respetuosas hacia el medioambiente. Así, la Industria Química ha empezado a introducir en los últimos años la filosofía de la **Química Sostenible** ("*Green Chemistry*"), definida como "*el diseño, el desarrollo y la implementación de productos químicos o procesos para reducir o eliminar el uso y la generación de sustancias peligrosas*". El objetivo, por tanto, no consiste en el tratamiento, control o neutralización de las sustancias peligrosas, sino en evitar que lleguen a existir.

Mediante la asignatura de *Fundamentos de la Sostenibilidad y de la Química Sostenible* se adquiere una visión global acerca de la incorporación de los factores medioambientales en el análisis económico y de las técnicas conocidas para la disminución del impacto ecológico de la Industria Química.

Contenido

Temario

Bloque temático de Sostenibilidad

1. *Intangibles ambientales y sociales.*
2. *Economía medioambientalista: introducción, internalización de externalidades, metodología coste/beneficio.*
3. *Economía ecológica: metodologías de decisión multicriterio.*
4. *Criterios económicos: gestión de aguas, economía del agua y proyección de Gestión de Aguas por la Directiva Marco de Aguas.*

Bloque temático de Química Sostenible

5. *La Química y el Medioambiente I: atmósfera, hidrosfera, suelo, materia orgánica.*
6. *La Química y el Medioambiente II: Química Ambiental, efectos de la contaminación, Química Sostenible.*
7. *Sustancias Antrópicas Contaminantes I: contaminantes orgánicos persistentes, fuentes de contaminación, insecticidas, herbicidas.*
8. *Sustancias Antrópicas Contaminantes II: bifenilos policlorados, dioxinas y benzofuranos, hidrocarburos aromáticos policíclicos, tensioactivos, metales pesados.*
9. *Transporte de sustancias en el Medioambiente I: factores que determinan la dispersión y concentración ambiental, procesos de evaporación y sublimación, transporte a largas distancias, procesos de disolución.*
10. *Transporte de sustancias en el Medioambiente II: reparto entre agua y aire, reparto entre biota y agua, solubilidad y reparto de ácidos y bases.*
11. *Transporte de sustancias en el Medioambiente III: reparto entre sólido y aire y entre sólido y agua, cinética del transporte.*
12. *Transporte de sustancias en el Medioambiente IV: problemas de aplicación.*
13. *Reacciones de los contaminantes en el Medioambiente I: evolución de los contaminantes en el medio ambiente, reacciones químicas y medio ambiente, reacciones fotoquímicas y medioambiente.*
14. *Reacciones de los contaminantes en el Medioambiente II: reacciones bióticas, reacciones de hidrólisis.*
15. *Reacciones de los contaminantes en el Medioambiente III: reacciones de oxidación y reducción.*
16. *Reacciones de los contaminantes en el Medioambiente IV: problemas de aplicación.*

17. *Efecto de las sustancias xenobióticas I*: intoxicación, conceptos básicos de toxicología, relación dosis-respuesta.
 18. *Efecto de las sustancias xenobióticas II*: toxicidad de algunas sustancias xenobióticas.
 19. *Efecto de las sustancias xenobióticas III*: problemas de aplicación.
 20. *Química Sostenible I*: Química y la sociedad actual, percepción de la Química, riesgos potenciales.
 21. *Química Sostenible II*: principios básicos de la química sostenibles, parámetros de la Química sostenible: economía atómica, factor E.
 22. *Química Sostenible III*: ejemplos de aplicación de los principios de Química Sostenible, procesos industriales adaptados para la mejora de economía atómica y factor E
 23. *Disolventes y química sostenible I*: Disolventes tradicionales, riesgos y consecuencias del empleo de disolventes tradicionales.
 24. *Disolventes y química sostenible II*: alternativas a los disolventes tradicionales, fluidos Supercríticos, disolventes fluorados.
 25. *Disolventes y química sostenible III*: El agua como disolvente, procesos sin disolvente.
 26. *Materias Primas renovables I*: Estado actual en el suministro de materias primas, la petroquímica como base de la química actual.
 27. *Materias Primas renovables II*: alternativas a la petroquímica, materias primas a partir de carbohidratos.
 28. *Materias Primas renovables III*: lípidos, proteínas.
 29. *Biocombustibles I*: Combustibles fósiles: desventajas, fuentes renovables de energía, biomasa, biogas.
 30. *Biocombustibles II*: Bioetanol, materias primas, métodos de producción.
 31. *Biocombustibles III*: Biodiesel. Materias primas, métodos de producción, la glicerina como subproducto.
 32. *Catálisis I*: Catálisis homogénea y heterogénea.
 33. *Catálisis II*: Catálisis enantioselectiva: Biocatálisis, Catálisis de transferencia de fases, fotocatálisis.
 34. *Intensificación de procesos*.
-

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 *Fundamentos de la Sostenibilidad y de la Química Sostenible* se desarrollan las siguientes competencias específicas del máster:

- Utilizar el vocabulario y la terminología específica de la *Química Sostenible*.
- Identificar los principales obstáculos a la implantación de las distintas técnicas de *Química Sostenible*.

Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura de *Fundamentos de la Sostenibilidad y la Química Sostenible* se imparte en el primer trimestre (es decir, la primera mitad del primer semestre), lo que permite adquirir una panorámica general de toda la problemática abordada por la *Química Sostenible*. Además, las actividades docentes programadas permiten desarrollar la competencia básica consistente en:

- 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 permiten también el desarrollo de la competencia transversal del máster:

- Trabajar en equipos multidisciplinares.

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

1:

Valorar la importancia de la conservación de los recursos naturales.

- 2: Cuantificar el impacto del respeto al medioambiente en la economía.
- 3: Identificar las principales tendencias en la economía y política mundiales respecto a la sostenibilidad.
- 3: Valorar la importancia y la extensión del impacto de la Industria Química en el medioambiente.
- 3: Identificar los principales objetivos de la Química Sostenible.

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

La asignatura *Fundamentos de la Sostenibilidad y de la Química Sostenible* permite adquirir una visión panorámica de la importancia la implantación del desarrollo sostenible y de las herramientas disponibles para la Industria Química para su contribución al mismo. En esta asignatura se aprende a identificar los obstáculos a la implantación de técnicas más sostenibles en la Industria y a cuantificar el impacto ambiental de las actividades económicas. Estas habilidades permiten desarrollar la capacidad de formular juicios de carácter ético.

La introducción de la filosofía de la sostenibilidad en la Industria Química se lleva a cabo a través de las técnicas de la Química Sostenible. En esta asignatura se adquiere un conocimiento inicial sobre los objetivos de la misma, el vocabulario esencial y las tendencias más importantes.

Evaluación

Actividades de evaluación

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

- 1: *Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)*. Se encarga a los estudiantes la preparación de un informe sobre un proyecto acerca del uso del agua, que abordará la planificación y otros. Esta tarea debe realizarse por parejas. La calificación estará basada en la presentación pública del trabajo y la respuesta a las preguntas del profesor por cada miembro de la pareja. Esta actividad permite la evaluación del bloque temático de *Sostenibilidad*, que representa el 50% de la calificación final del estudiante en la asignatura.
- 2: *Prueba escrita de preguntas de respuesta breve y problemas*. Para la realización de esta prueba se permite la consulta de libros y permite valorar las competencias adquiridas en el bloque temático de *Química Sostenible*. La calificación de esta actividad de evaluación supone el 50% de la calificación final del estudiante en la asignatura.

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. Además de estas, se emplean clases expositivas-interactivas (conocidas como socráticas), que contemplan la participación de los estudiantes en el conocimiento impartido.

Por otra parte, la actividad de *Aprendizaje Basado en Problemas* permite la integración de los conocimientos adquiridos en las asignaturas de *Catálisis, Disolventes y métodos de reacción no convencionales, Fundamentos de la Sostenibilidad y de la Química Sostenible y Recursos renovables*.

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. La asistencia a las clases magistrales en combinación con el estudio personal permite adquirir los conocimientos fundamentales de la asignatura con ayuda de técnicas audiovisuales. Esta formación se complementará con la lectura de algunos artículos de investigación en los que se desarrollan algunos conceptos clave de la asignatura.

2:

Maqueta de gestión hidráulica. Esta actividad está basada en el *Aprendizaje Basado en Problemas* (ABP), lo que permite completar el aprendizaje siguiendo un camino distinto. Mientras que el aprendizaje convencional se basa en la exposición de la información y su posterior aplicación a la resolución de un problema, el ABP se inicia con la presentación del problema, seguida de la identificación de las necesidades de aprendizaje, la búsqueda de la información necesaria y, finalmente, el regreso al problema. En la experiencia de ABP realizada en esta asignatura, los estudiantes trabajan por parejas, de forma que se distribuyen responsabilidades y acciones, pero deben compartir la información manejada, ya que los dos miembros deben responder finalmente a las preguntas del profesor en la presentación.

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:

21 de septiembre - 6 de noviembre: Clases presenciales

no determinada: Prueba de evaluación del bloque temático de *Química Sostenible*

no determinada: Sesión de presentación de la maqueta hidráulica del bloque temático de *Sostenibilidad*

Bibliografía

Bibliografía de referencia

Los libros recogidos a continuación están disponibles en la Biblioteca de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza. Puedes consultar su situación actual pinchando directamente sobre las referencias.

[AHLUWALIA, V. K. *Green Chemistry: Environmentally benign reactions*. CRC, 2008.](#)

[ANASTAS, P. T.; LEVY, I. J.; PARENT, K. E. *Green Chemistry Education*. ACS, 2009.](#)

[ANASTAS, P. T.; WARNER, J. C. *Green Chemistry: Theory and Practice*. Oxford University Press, 2000.](#)

[ANASTAS, P. T.; WOOD-BLACK, F.; MASCIANGIOLI, T.; MCGOWAN, E.; RUTH, L. *Exploring Opportunities in Green Chemistry and Engineering Education*. National Academies Press, 2007.](#)

[AZQUETA OYARZUN, D. *Introducción a la Economía Ambiental*. McGraw-Hill, 2007.](#)

[BALLINI, R. *Eco-Friendly Synthesis of Fine Chemicals*. RSC, 2009.](#)

[BAUMAN, H.; TILLMAN, A.-M. *The Hitch Hiker's Guide to LCA*. Studentlitteratur, 2004.](#)

[BELOFF, B.; LINES, M.; TANZIL, D. \(eds.\) *Transforming sustainability strategy into action: the Chemical Industry*. Wiley-Interscience, 2005.](#)

[CABILDO MIRANDA, M^a P.; CORNAGO RAMÍREZ, M^a P.; ESCOLÁSTICOS LEÓN, C.; ESTEBAN SANTOS, S.; FARRÁN MORALES, M^a Á.; PÉREZ TORRALBA, M.; SANZ DEL CASTILLO, D. *Procesos orgánicos de bajo impacto ambiental: Química verde*. UNED, 2006.](#)

[CARSON, R. L. *Primavera silenciosa. Crítica*, 2010.](#)

[CLARK, J. H.; McQUARRIE, D. \(eds.\) *Handbook of Green Chemistry and Technology*. Blackwell, 2002.](#)

[DOMÈNECH, X. *Química verde*. Rubes, 2005.](#)

[GROSSMAN, E. *Chasing Molecules: Poisonous Products, Human Health, and the Promise of Green Chemistry*. Island Press, 2009.](#)

[HESTER, R. E.; HARRISON, R. M. \(eds.\) *Chemicals in the Environment: Assessing and Managing Risks*. Royal Society of Chemistry, 2006.](#)

[HITCHCOCK, D. E.; WILLARD, M. *The Step-by-Step Guide to Sustainability Planning*. Earthscan, 2008.](#)

[HÖFER, R. \(ed.\) *Sustainable Solutions for Modern Economies*. Royal Society of Chemistry, 2009.](#)

[KÜMMERER, K.; HEMPEL, M. *Green and Sustainable Pharmacy*. Springer, 2010.](#)

[LANCASTER, M. *Green Chemistry*. Royal Society of Chemistry, 2002.](#)

[LAPKIN, A.; CONSTABLE, D. J. C. *Green Chemistry Metrics: Measuring and Monitoring Chemical Processes*. Wiley, 2009.](#)

[MUNIER, N. *Introduction to Sustainability: Road to a Better Future*. Springer, 2005.](#)

[NAREDO, J. M.; VALERO, A. *Desarrollo económico y deterioro ecológico*. Fundación Argentaria, 2009.](#)

[NUDELMAN, N. \(ed.\) *Química Sustentable*. UNL, 2004.](#)

[SARRADE, S. *Quelles sont les ressources de la Chimie Verte?* EDP Sciences, 2008.](#)

[La industria química en el siglo XXI: desarrollo sostenible y compromiso de progreso. Federación Empresarial de la Industria Química Española, 1999.](#)

[SRIVASTAVA, M. M. \(ed.\) *Chemistry for Green Environment*. Narosa, 2008.](#)

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Ahluwalia, V. K.. Green Chemistry : environmentally benign reactions / [V.K. Ahluwalia] Boca Raton : CRC, 2008
- Anastas, Paul T.. Green chemistry : Theory and practice / Paul T. Anastas and John C. Warner . - 1st ed. new as paperback Oxford [etc.] : Oxford University Press, 2000
- Baumann, Henrikke. The Hitch Hiker's guide to LCA : an orientation in life cycle assessment methodology and application / Henrikke Baumann & Anne Marie Tillman Lund : Studentlitteratur, cop. 2004
- Beloff, B.. Transforming Sustainability Strategy into Action: The Chemical Industry
- Bridges, A.. Cool Careers in Green chemistry
- Cavani, F.. Sustainable Industrial chemistry
- Chemicals in the environment : assessing and managing risk / Editors, R.E. Hester and R.M. Harrison Cambridge : Royal Society of Chemistry, 2006
- Chemistry for Green Environment / M. M. Srivastava, Rashmi Sanghi [editors] . - 2nd. repr. New Delhi [etc.] : Narosa Publishing House, 2008
- Dunn, P.. Green Chemistry in the Pharmaceutical Industry
- Eco-friendly synthesis of fine chemicals / edited by Roberto Ballini Cambridge : RSC Pub., 2009
- Going green : integrating green chemistry into the curriculum / [editors, Kathryn Parent, Mary Kirchhoff, Sarah Godby ; contributors, Michael Cann ... et al.] Washington, DC : American Chemical Society, cop. 2004
- Green and sustainable pharmacy / Klaus Kümmeler , Maximilian Hempel editors Heidelberg [etc.] : Springer, 2010
- Green chemistry metrics : measuring and monitoring sustainable processes / edited by Alexei Lapkin, David J. C. Constable Chichester : Wiley, cop. 2009
- Grossman, Elizabeth. Chasing molecules : poisonous products, human health, and the promise of green chemistry / Elizabeth Grossman Washington : Island Press/Shearwater Books, c2009
- Grunwald, Peter. Biocatalysis : biochemical fundamentals and applications / Peter Grunwald London : Imperial College Press, c2009
- Handbook of green chemistry and technology / edited by James Clark and Duncan Macquarrie . - 1st ed., repr. Oxford : Blackwell Science, 2005
- Hardy, Jeff. Green chemistry in undergraduate practical courses / Jeff Hardy and James H. Clark London : Royal Society of Chemistry, 2006
- Hitchcock, Darcy E.. The step-by-step guide to sustainability planning : how to create and implement sustainability plans in any business or organization / Darcy Hitchcock and Marsha Willard ; with foreword by Alan Atkisson London [etc.] : Earthscan, cop. 2008
- Hites, Ronald A.. Elements of environmental chemistry / Ronald A. Hites Hoboken : John Wiley-Interscience, cop. 2007
- Innovative methods of teaching and learning chemistry in Higher Education / edited by Ingo Eilks, Bill Byers Cambridge : Royal Society of Chemistry, 2009
- Lancaster, Mike. Green chemistry : an introductory text / Mike Lancaster . - 1st ed. Cambridge : Royal Society of Chemistry, 2002
- Munier, Nolberto. Introduction to sustainability : road to a better future / by Nolberto Munier Dordrecht [etc.] : Springer, cop. 2005
- Pearlman, J.T.. Green Chemistry Research Trends
- Pinto Cañon, G. (Coord). Aprendizaje activo de la física y la química
- Química sustentable / [Norma Nudelman, editora ; autores, José Luiz Fontes Monteiro ... (et al.)] Santa Fé, Argentina : UNL,

cop. 2004

- Sarrade, Stéphane. Quelles sont les ressources de la chimie verte? / Stéphane Sarrade ; illustrations de Thomas Haessig
Les Ulis : EDP sciences, cop. 2008
- Sartori, G.. Advances in Friedel-Crafts Acylation Reactions
- Sierra, Miguel Ángel. Principios de química medioambiental / Miguel Á. Sierra, Mar Gómez Gallego Madrid : Síntesis, D.L.
2007
- Sustainable solutions for modern economies / Edited by Rainer Höfer Cambridge : Royal Society of Chemistry, c2009
- Tundo, P. Green Chemistry. Challenging Perspectives
- Warren, D.. Green Chemistry. A Teaching Resource
- Yu, L.. Biodegradable Polymer Blends and Composites from Renewable Resources