

QUÍMICA VERDE

Carrera: Tecnicatura Universitaria en Tecnología Ambiental y Petroquímica

Asignatura: Química Verde

Núcleo al que pertenece: Avanzado Obligatorio

Profesores: Lucas Andrés Dettorre, María Belén Sabaini

Prerrequisitos: Química Orgánica Ecompatible

Objetivos:

Se espera que, al finalizar el curso, los/as estudiantes comprendan:

- los doce principios de la química verde.
- que es posible modificar y cuantificar ciertos parámetros para mejor y optimizar un proceso químico.
- las principales métricas empleadas en el campo de la química sustentable.
- cómo diseñar procesos químicos orgánicos más eficientes, que generen menos subproductos o desechos y que sean más compatibles con el ambiente.
- el rol del petróleo como materia prima de reacciones químicas orgánicas destinadas a la producción de energía o como insumo de las industrias petroquímicas.
- cómo impacta la química del petróleo y sus derivados en el ambiente, a escala local o global.
- cuáles son algunas alternativas al uso de fuentes de combustibles fósiles para la obtención de energía y materiales.
- diferentes maneras de catalizar, asistir o activar reacciones químicas.
- las implicancias sociales, económicas, políticas y ambientales del impacto de la industria química.

Contenidos mínimos: Conceptos Básicos de Química Verde. 12 principios de la Química Verde. Síntesis orgánica limpia. Destrucción de contaminantes. Combustibles renovables: biodiesel. Obtención de pesticidas de bajo impacto ambiental. Reducción de residuos peligrosos en procesos industriales. Parámetros de la Química Verde: Economía de átomos. Valor E. Eficiencia de

carbono. Aplicación Industrial de Química Verde. Química Verde y Química Fina. Materiales Sostenibles y Química Verde. Problemas ambientales y Química Verde. Impacto de la Química Verde en la sociedad y el ambiente. Oportunidades técnicas, económicas y sociales.

Carga horaria semanal: 6 horas.

Programa analítico:

- **Unidad 1 – Conceptos y principios básicos de Química Verde.** Contexto histórico y estado actual de la química en relación con el medio ambiente. Definición de Química Verde. Los 12 principios de la Química Verde. Conceptos de eficiencia. Concepto de ciclo de vida. Toxicidad y su medida.
- **Unidad 2 – Materias primas renovables y productos sustentables.** Recursos renovables para la síntesis de productos de química fina. Biomasa como materia prima para la producción de compuestos químicos. Diseño de productos degradables. Polímeros. Tipos de polímeros. Bioplásticos y otros bioinsumos.
- **Unidad 3 – Reacciones orgánicas sustentables.** Síntesis orgánica limpia. Ingeniería de reacciones. Métricas verdes. Economía atómica y factor E. Ejemplos de reacciones químicas con economía atómica. Reemplazo de reactivos tóxicos por inocuos.
- **Unidad 4 - Medios no convencionales.** Solventes tradiciones. Fuentes. Toxicidad. Criterios para seleccionar los solventes más verdes. Solventes alternativos: fluidos supercríticos, líquidos iónicos y solventes eutécticos profundos. Medios fluorosos. Química acuosa. Reacciones sin solvente.
- **Unidad 5 – Catálisis.** Definición de catalizador. Tipos de catalizadores: inorgánicos, orgánicos y biocatalizadores. Catálisis homogénea y heterogénea. Fotocatálisis.
- **Unidad 6 – Combustibles renovables.** Biomasa. Productos químicos a partir de fuentes renovables. Concepto de biorrefinería. Transformaciones de biomasa: gasificación, pirólisis, licuefacción, hidrólisis, transesterificación. Biodiesel y bioetanol.
- **Unidad 7 – Tecnologías y procesos verdes.** Fuentes alternativas de energía y tecnologías más benignas: reacciones asistidas por microondas,

fotoquímica, química sónica (sonoquímica), electroquímica y fuentes renovables de energía. Pilas de combustible. Diseño alternativo de procesos. Ejemplos de aplicación industrial.

- **Unidad 8 – Residuos: producción, problemas y prevención.** Fuentes de residuos. Técnicas para su minimización. Tratamientos de residuos in situ. Reducción de residuos peligrosos en procesos industriales. Destrucción de contaminantes orgánicos. Degradación fotoquímica de compuestos orgánicos de origen industrial.

- **Unidad 9 – Estrategias de reemplazo de compuestos con alto potencial de deterioro ambiental.** Reemplazo de productos tóxicos por inocuos. Bioinsumos. Biofertilizantes. Biocontroladores. Semioquímicos. Pesticidas de bajo impacto ambiental.

- **Unidad 10 – Química Verde, sociedad y ambiente.** Impacto de la Química Verde en la sociedad y el ambiente. Química Verde y desarrollo sustentable. Oportunidades técnicas, económicas y sociales.

Bibliografía:

Obligatoria:

- Pino, A. L. (2020). *Química Verde. Enfoque sistémico*. 1a ed. Santa Fe: Ediciones UNL.
- Pájaro, N y Olivero, J. (2011). Química verde: Un nuevo reto. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 21(2), 169-182.
- Martínez-Merino y Gil (2012). Fuentes renovables para la producción de materias primas y energía. *An. Quím.*, 108(3), 205–214.
- Faber, *Biotransformations in Organic Chemistry: A textbook*, Springer.
- Gros, *Introducción al estudio de los productos naturales*, OEA.
- Seymour, *Introducción a la química de los polímeros*, Reverté.
- Labeaga Viteri, A. (2018). Polímeros biodegradables. Importancia y potenciales aplicaciones, Universidad Nacional de Educación a Distancia (España). Facultad de Ciencias. Departamento de Química Inorgánica e Ingeniería Química.
- Romero Salvador, A., (2008), Líquidos iónicos a temperatura ambiente: Un nuevo medio para las reacciones químicas, *Rev. R. Acad. Cienc. Exact. Fis. Nat.*, volumen 102, No. 1, p. 79-90.
- Paiva, A., Craveiro, R., Aroso, I., Martins, M., Reis, R. y Duarte, A. (2014). Natural Deep Eutectic Solvents – Solvents for the 21st Century *ACS Sustainable Chemistry & Engineering* 2 (5), 1063-1071

- Reyes, L. B. (2012). Aporte de la química verde a la construcción de una ciencia socialmente responsable. *Educación en química*, 23(2), 222-229.
- Materiales de clase elaborados por los docentes a cargo de la materia.

De consulta:

- Anastas, P y Warner, J. (1998). Green chemistry, theory and practice, New York, USA: Oxford University Press.
- Li C. y Trost B. (2008) Green chemistry for chemical synthesis. En: *Proc. Natl. Acad. Sci. U S A.*, Vol.105, pp. 13197-13202.
- FAO (2010). Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurban

En la Bibliografía no se consigna el año ya que se consideran apropiadas las diferentes ediciones.

Organización de las clases: Las clases serán de carácter teórico-práctico y consistirán en una exposición dialogada por parte de lo/as docentes de los temas del día, la discusión grupal de los contenidos y un espacio de seminario destinado a la resolución de problemas.

Asimismo, se desarrollarán cinco experiencias de laboratorio relacionadas con los procesos y materiales sustentables estudiados y una experiencia integradora final (TPI) en la cual, grupalmente, lo/as estudiantes deberán investigar, desarrollar y exponer los resultados de una experiencia de laboratorio relacionada a alguno/s de los siguientes tópicos o estrategias: (a) desarrollo de una síntesis química eco-amigable de compuestos de interés; (b) desarrollo de estrategias de purificación ecocompatibles; (c) empleo de catalizadores para la síntesis de compuestos de interés o para el saneamiento ambiental; (d) preparación de nuevos materiales ecoamigables orgánicos; (e) puesta en valor de residuos orgánicos de origen industrial o domiciliario.

Los contenidos serán desarrollados de acuerdo al programa analítico y siguiendo lo estipulado en el cronograma de la asignatura. Las guías de estudio deberán ser resueltas con anterioridad a las clases por lo/as estudiantes.

Detalle de las actividades prácticas: Incluye la resolución de problemas en el aula y la realización de trabajos prácticos (TP) de laboratorio. Los TP propuestos son:

- TP1: Síntesis de polímeros y preparación de bioplásticos.
- TP2: Diseño de medios no convencionales.
- TP3: Síntesis y purificación de biodiésel.
- TP4: Desarrollo de reacciones químicas asistidas por microondas y ultrasonido.

- TP5: Elaboración de biocontroladores sintéticos y de origen vegetal.
- TPI: TP integrador.

Modalidad de evaluación: Se rendirán dos exámenes parciales presenciales, calificados sobre 10 puntos cada uno. Todos ellos constan de su respectiva instancia recuperatoria.

La asistencia a las clases de laboratorio es obligatoria. El trabajo no realizado por ausencia o desaprobado (20% como máximo de las instancias presenciales de laboratorio) debe recuperarse en las fechas propuestas en cada curso. No se considerarán excepciones de ningún tipo. Para la aprobación de los TP experimentales, se evaluará el uso adecuado del cuaderno del laboratorio, la calidad y precisión de los datos obtenidos, la presentación oral y escrita del trabajo realizado y el desempeño en el laboratorio. Al finalizar, deberán redactar un informe grupal antes de cumplidos los quince días de realización del TP. En caso de desaprobarlo, deberán rehacerlo según las indicaciones de los docentes.

Todos lo/as estudiantes deberán desarrollar un trabajo práctico integrador (TPI) con carácter de proyecto de investigación, en el que deberán, por grupos:

- Proponer y desarrollar protocolos para llevar a cabo un proceso químico verde, el desarrollo de un producto sostenible, el empleo de materias primas renovables y/o la aplicación de una tecnología sustentable.
- Llevarlo a la práctica y analizar los resultados obtenidos.
- Exponer los resultados obtenidos y conclusiones de manera grupal, tanto oralmente como por escrito (Informe del TPI).

La calificación final del TPI resultará de una ponderación de las evaluaciones realizadas en todos los TP de la asignatura (incluyendo el trabajo en el laboratorio y sus respectivos informes). Esto significa que esta calificación sintetizará el desempeño de cada estudiante en el espacio de laboratorio.

Aprobación de la asignatura según Régimen de Estudios vigente de la Universidad Nacional de Quilmes (Res. CS N° 201/18):

Alternativa A (promoción)

- Aprobar los trabajos prácticos con calificación mayor o igual a 6 puntos.
- Reunir entre los parciales y el TPI no menos de 21 puntos, obteniendo una calificación mínima de 6 puntos en cada uno de ellos y únicamente en la primera instancia. Quien desaprueba o no se presenta (tiene ausente) en la primera instancia parcial, pasará automáticamente al régimen de aprobación descrito en la alternativa B.

Alternativa B

- Aprobar los trabajos prácticos con calificación mayor o igual a 6 puntos.

- Obtener una calificación mínima de 4 puntos en cada uno de los parciales y el TPI.
- En caso de no cumplir el requisito anterior, deberá rendir y aprobar con un mínimo de 4 puntos un parcial recuperatorio de cada uno de los parciales desaprobados.
- El TPI se recuperará de diferentes maneras, acordando entre estudiantes y docentes la reelaboración del trabajo escrito o la evaluación escrita mediante un parcialito especial que profundice en los temas abordado en él.
- Aprobar un examen integrador. Para rendir este examen integrador se cuenta con 3 fechas, una dentro del cuatrimestre y dos estipuladas en el calendario académico, existiendo la posibilidad de presentarse en todas.

Todo estudiante que no se encuentre contemplado en las alternativas A o B desaprueba la asignatura. Esto supone que el alumno/a ya ha agotado todas las instancias de evaluación. Desde la perspectiva de lo/as docentes de esta asignatura, esto significa que la última instancia es la tercera fecha de integración y por lo tanto en el acta y en la foja académica quedará consignado lo siguiente:

- Ausente: en caso de desaprobar la instancia recuperatoria correspondiente a alguno de los parciales (al no llegar a la etapa de integración, no agota todas las instancias posibles).
- Reprobado (nota menor a 4 (cuatro)): en caso de desaprobar la tercera instancia de integrador.
- Pendiente de aprobación: cuando se han aprobado las instancias parciales sin alcanzar promoción (alternativa B) y se adeuda el integrador.

CRONOGRAMA TENTATIVO

Semana	Tema/unidad	Actividad*				Evaluación
		Teórico	Práctico			
			Res Prob.	Lab.	Discusión de artículos científicos	
1	Presentación de la materia. Introducción a la Química Verde / Unidad 1	X				
2	Principios de la Química Verde / Unidad 1	X				
3	Materias primas renovables / Unidad 2 / TP1 (parte I)	X	X	X	X	
4	Diseño de productos sustentables / Unidad 2 / TP1 (parte II) .	X	X	X		
5	Ingeniería de reacciones. Economía atómica. / Unidad 3	X	X			
6	Catálisis / Medios no convencionales / Unidades 4 y 5	X	X		X	
7	Combustibles renovables / Unidad 6 / TP2 .	X	X	X		
8	Combustibles renovables / Unidad 6 / TP3 (parte I) .	X	X	X	X	
9	TP3 (parte II) / Consulta .			X		
10	Primer parcial (Unidades 1 a 5) / Tecnologías verdes	X	X			X
11	Diseño alternativo de procesos / Unidad 7 / TP4 .	X	X			
12	Residuos: producción y minimización / Tratamiento de residuos / Unidad 8.	X	X		X	
13	Reemplazo de productos tóxicos. Pesticidas de bajo impacto / Unidad 9 / TP5 .	X				
14	Presentación y discusión de protocolos para el TPI / Química Verde, sociedad y ambiente. / Unidad 10.	X	X		X	
15	Desarrollo del TPI en el laboratorio			X		X

16	Consulta / Segundo Parcial (Unidades 5 a 10)		X			X
17	<i>Entrega de informe y exposición del TPI. Recuperatorios.</i>					X
18	Consultas / Examen integrador / Cierre de actas.		X			X