



"1983/2023 – 40 Años de Democracia"

*Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Córdoba*

CÓRDOBA, 05 de octubre de 2023

VISTO, el expediente por el cual el Secretario de Posgrado solicita el aval académico de este Consejo para la aprobación del curso de posgrado "Materiales Avanzados para Catálisis Heterogénea"; y

CONSIDERANDO

Que lo actuado corresponde con las condiciones establecidas en el Reglamento de la Educación de Posgrado en la Universidad Tecnológica Nacional, Ordenanza N° 1924.

Que la solicitud cuenta con el aval de la Comisión de Posgrado de la Facultad Regional Córdoba.

Que, tratado el tema por la Comisión de Enseñanza, esta sugiere al Consejo Directivo aprobar lo solicitado.

Por ello y atento a las atribuciones conferidas por el Estatuto Universitario en vigencia,

**EL CONSEJO DIRECTIVO
DE LA FACULTAD REGIONAL CORDOBA
en su Quinta Reunión Ordinaria del día 05/10/2023
RESUELVE**

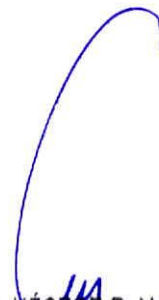
ARTICULO 1º: OTORGAR el aval académico a la propuesta de aprobación del curso de posgrado "Materiales Avanzados para Catálisis Heterogénea", que obra como Anexo I de la presente resolución y que consta de diez (10) fojas.

ARTICULO 2º: ELEVAR la propuesta a la Comisión de Posgrado de la Universidad para su análisis y posterior remisión al Consejo Superior para su aprobación.

ARTICULO 3º: Regístrese, Comuníquese, Cumplido, Archívese. -

RESOLUCIÓN N°: 1720/2023

Intervino
G.A.D

Ing.  R. MACAÑO
Decano

Ing.  R. MUÑOZ
Secretario Académico



*Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Córdoba*

ANEXO I RESOLUCION N° 1720/2023

CURSO DE POSGRADO

MATERIALES AVANZADOS PARA CATÁLISIS HETEROGÉNEA

FUNDAMENTACIÓN y JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, todo desarrollo o innovación en un proceso de tecnología química requiere de un enfoque orientado al desarrollo sostenible que involucre procesos eco compatibles integrando parámetros ambientales y energéticos. En este contexto el abordaje de la catálisis heterogénea como principio de la Química Sostenible, y del estudio y desarrollo de materiales con propiedades avanzadas capaces de satisfacer adecuadamente las actuales demandas de la industria y las nuevas tecnologías, resulta de fundamental importancia. Mediante la exploración de diferentes metodologías, variables y precursores de síntesis es posible desarrollar catalizadores sólidos o soportes catalíticos para la encapsulación de nanofases de distintos metales, óxidos y enzimas, obteniendo materiales compuestos con propiedades avanzadas y controlables en función de cada requerimiento. En este curso se abordarán los principales materiales empleados como catalizadores en la actualidad, sus metodologías de síntesis, propiedades y posibles aplicaciones. El mismo pretende aportar las herramientas necesarias para incursionar en el diseño y desarrollo de nuevos materiales destinados a los procesos catalíticos de la tecnología química actual. Además, se brindarán los conocimientos necesarios para analizar las estructuras y propiedades fisicoquímicas de los distintos materiales, realizando ensayos, aplicando las diferentes técnicas instrumentales de caracterización disponibles en el Centro y teniendo acceso al procesamiento empleado en cada caso, para arribar a resultados y conclusiones de calidad. Finalmente se ofrecerá a los estudiantes un abanico de posibles aplicaciones de cada tipo de material analizado en función de las propiedades específicas que ellos presenten.

1. OBJETIVOS

Objetivo General



*Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Córdoba*

El objetivo general del curso es dar una visión general de los principales materiales empleados en la actualidad como catalizadores o soportes catalíticos, brindando los fundamentos teóricos y experimentales involucrados en los diferentes métodos de síntesis y caracterización. Asimismo, se pretende abordar aplicaciones específicas de los mismos en función de sus propiedades catalíticas.

Objetivos Específicos

- Entender, desde el punto de vista teórico y experimental, los procesos de síntesis de materiales aplicados a la catálisis heterogénea.
- Proporcionar criterios para interpretar los resultados obtenidos de las diferentes técnicas de caracterización de los materiales sólidos.
- Adquirir las herramientas y la metodología necesaria para interpretar los resultados catalíticos y relacionarlos con las caracterizaciones de estructura y naturaleza química de los materiales.
- Brindar un panorama general de las distintas aplicaciones y perspectivas de los materiales en función de sus propiedades específicas y de la sostenibilidad de los nuevos procesos y tecnologías.
- Incentivar las investigaciones en Ciencia de Materiales en pos de contribuir a la formación de profesionales comprometidos con los principios de un desarrollo sostenible.

2. CONTENIDOS MÍNIMOS

- Tipos de catalizadores
- Catalizadores sólidos naturales y sintéticos. Metodologías de síntesis particulares. - Técnicas específicas de caracterización para cada tipo de sólido presentado - Aplicaciones específicas

3. CONTENIDO CURRICULAR

TEMA 1. CATALIZADORES SÓLIDOS NATURALES: Tipos, características y



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Córdoba

aplicaciones

- Arcillas. Descripción y clasificación. Composición, estructura y sustitución isomórfica. -
- Grupo Esmeclitas: montmorillonita, beidelita, nontronita, saponita, hectorita. Propiedades:
- Capacidad de Intercambio Iónico
- Capacidad de adsorción
- Acidez
- Hidratación e hinchamiento
- Modificación de arcillas por tratamientos químicos y térmicos: síntesis de arcillas pilareadas (PILCs).
- Caracterización de PILCs:
- Composición.
- Difracción de Rayos X.
- Isotermas de adsorción-desorción de N₂.
- Espectroscopía infrarroja (IR).
- Espectroscopía UV-vis con Reflectancia Difusa (UV-vis-RD).
- Análisis termogravimétrico (TGA).
- Aplicaciones de PILCs como catalizadores.

TEMA 2. CATALIZADORES SÓLIDOS SINTÉTICOS: Tipos, características y aplicaciones

TEMA 2.1. CATALIZADORES MICROPOROSOS. ZEOLITAS

- Origen
- Estructura de los poros y selectividad de forma
- Nomenclatura
- Síntesis
- Catálisis ácida: fuente de acidez; fuerza ácida; correlaciones entre acidez y actividad catalítica.
- Catálisis redox y bifuncional
- Caracterización:



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Córdoba

Difracción de Rx. Composición.

Isotermas de adsorción de N₂. Tipo de porosidad

Tamaño y forma de cristales. SEM

RMN de Si y Al

IR: Bandas características. Caracterización de acidez. Adsorción de moléculas sondas.

Fuerza ácida

TEMA 2.2 MATERIALES MESOPOROSOS

TEMA 2.2.1 SILICATOS MESOPOROSOS

- Introducción a los materiales con mesoporos uniformes
- Metodología, mecanismos, procedimientos y variables de síntesis
- Tipos de estructuras mesoporosas
- Funcionalización de la superficie mesoporosa y propiedades catalíticas -Identificación de estructuras: Difracción de RX y Microscopía de transmisión electrónica (TEM)
- Porosidad. Estructura de poros
- Morfología y tamaño de partículas
- Naturaleza del esqueleto inorgánico
- Caracterización por espectroscopía infraroja
- Caracterización por resonancia magnética nuclear
- Caracterización por UVvis con Reflectancia Difusa (UVvis-RD)
- Caracterización por espectroscopía fotoelectrónica de rayos X
- Quimisorción de moléculas sonda seguida por espectroscopía infraroja para evaluar propiedades ácidas y básicas
- Generación de Microporosidad en estructuras mesoporosas
- Potenciales aplicaciones: Soportes y hospedajes moleculares, catalizadores, adsorbentes.

TEMA 2.2.2 TITANIA MESOPOROSA

- Procedimientos de síntesis para obtener titania mesoporosa. Ventajas y diferencias con



*Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Córdoba*

versiones comerciales.

- El dióxido de titanio como fotocatalizador. Fotocatálisis heterogénea: generalidades, características, empleo de módulos LED como fuentes de radiación visible, fotorreactores. Empleo de titania mesoporosa en suspensión e inmovilizada. -Dopaje del dióxido de titanio mesoporoso para hacerlo activo bajo luz visible: métodos de síntesis, dopantes, ventajas. Técnicas de caracterización: UV-Vis DR, DRX, SEM, TEM, XPS y decapado en profundidad.
- Parámetros de seguimiento de un proceso de degradación fotocatalítico para contaminantes emergentes empleando titania mesoporosa: degradación, mineralización, índice de biodegradabilidad de efluentes acuosos.
- Perspectivas de acoplamiento con otros sistemas de tratamiento.

TEMA 2.2.3 MATERIALES MESOPOROSOS HÍBRIDOS PARA BIOCATÁLISIS

- Introducción a la biocatálisis: Definición y conceptos básicos de biocatálisis, Ventajas y aplicaciones de la biocatálisis, Comparación con la catálisis química tradicional
- Enzimas y cinética enzimática, Estructura y función de las enzimas, Mecanismo de acción enzimática, Parámetros cinéticos (velocidad inicial, constante de Michaelis Menten, constante de velocidad), Factores que afectan la actividad enzimática (Temperatura, pH, Concentración de Sustrato, Inhibidores enzimáticos) -Diseño y optimización de biocatalizadores, Ingeniería de proteínas enzimáticas, Mutagénesis dirigida y evolución dirigida de enzimas, Diseño racional de biocatalizadores, Optimización de condiciones de reacción
- Inmovilización enzimática; Métodos de inmovilización
- Ventajas y desventajas de la inmovilización enzimática
- Aplicaciones de la inmovilización enzimática en la industria y la investigación.

TEMA 2.3 MATERIALES LAMINARES (HDL) Y ÓXIDOS MIXTOS

- Introducción
- Síntesis de Hidróxidos Dobles Laminares (HDL)



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Córdoba

- Calcinación de precursores, efecto memoria
- Relaciones $M^{+3}/M^{+3}+(Cu+Mg)^{+2}$ ($M=Al$ or Cr), etc.
- Caracterización:
 - Espectroscopía infraroja (FTIR)
 - Espectroscopia UVvis con Reflectancia Difusa (UVvis-RD)
 - Espectroscopía fotoelectrónica de rayos (XPS)
 - Difracción de Rayos x (DRX)
 - Análisis termogravimétrico (TG-DSC).
 - Isotermas de adsorción-desorción de N_2 .
 - Microscopía electrónica de barrido
 - Microscopía de emisión atómica con plasma por microondas
- Medición de basicidad por TPD- CO_2
- Medición de acidez: FTIR-Piridina
- Aplicación de HDL y óxidos mixtos como catalizadores, adsorbentes, material huésped.

TEMA 2.4 OTROS MATERIALES CATALÍTICOS

TEMA 2.4.1 COMPUESTOS METAL ORGÁNICO ESTRUCTURADOS (MOFs)

- Introducción, Definición, Estructuras, Estado del arte
- Síntesis: Métodos de Síntesis (Solvothermal/Hidrotermal, sonoquímico, microondas, mecano químico, electroquímico, microemulsión), Ligantes, Solventes, Fuente de Metal, Variables del método
- Caracterización:
 - Espectroscopía infraroja (FTIR)
 - Espectroscopia UVvis con Reflectancia Difusa (UVvis-RD)
 - Espectroscopía fotoelectrónica de rayos (XPS)
 - Difracción de Rayos x (DRX)
 - Análisis termogravimétrico (TG-DSC).
 - Isotermas de adsorción-desorción de N_2 .
 - Microscopía electrónica de barrido (SEM)



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Córdoba

Análisis químico superficial

Microscopía de emisión atómica de plasma por microondas (MP-AES)

Moléculas Sondas (TPD-CO₂, FTIR-CO).

- Aplicaciones: Purificación, Separación, Almacenamiento de gases, Catálisis de reacciones heterogéneas, Sensores, Supercondensadores, Liberación controlada de fármacos.

TEMA 2.4.2 POLÍMEROS Y NANOESTRUCTURAS POLIMÉRICAS

- Propiedades y estructura de las nanofibras poliméricas. Funcionalización de nanofibras poliméricas. Polímeros comerciales y polímeros obtenidos a partir de fuentes renovables. Nanotecnología y nanofibras.

-Producción de nanofibras poliméricas. Síntesis de nanogeles híbridos y superficies nanoestructuradas. Proceso de "electrospinning" (electrohilado). Parámetros de síntesis y su relación con las propiedades y características de las fibras.

- Caracterización de nanomateriales poliméricos. Caracterización físico-química de nanofibras poliméricas. Caracterización térmica y mecánica

- Aplicaciones actuales y potenciales usos.

4. DURACIÓN

El curso tendrá una duración de CIEN (100) horas.

5. METODOLOGÍA

El régimen de cursado previsto es híbrido: presencial/virtual. El curso está dividido en dos etapas; la primera serán clases teóricas, donde se expondrán los principales conceptos de la síntesis y caracterización de los sólidos presentados y se realizarán también experiencias prácticas en el laboratorio. La segunda etapa constará de seminarios de aplicaciones prácticas, donde los estudiantes expondrán y defenderán los trabajos realizados de manera individual o grupal.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Córdoba

6. EVALUACIÓN Y PROMOCIÓN

Se solicita:

- 80% de asistencia,
- Aprobar un examen final escrito e individual (teórico - práctico) sobre lo desarrollado en la primera parte del curso (Etapa 1).
- Aprobar los seminarios áulicos trabajados en la segunda semana del curso (Etapa 2).

7. BIBLIOGRAFÍA

- Bmmarius, A. S., & Riebel, B.R. (Eds.). 2004. Biocatalysis: Fundamentals and Applications. Wiley-VCH.
- Illanes, A. 2008. Enzyme biocatalysis: Principles and applications, Enzyme Biocatalysis: Principles and Applications. Springer Netherlands. doi: 10.1007/978-1-4020-8361-7.
- F. Bergaya, G. Lagaly, Ed. Elsevier 2º Ed. 2013. Handbook of Clay Science. Part A: Fundamentals ISBN-13: 978-0080982588
- S. M. Auerbach, K. A. Carrado, P. K. Dutta, CRC Press 2004. Handbook of Layered Materials. ISBN 9780367394448
- Corma, A. Catálisis con zeolitas: desde el laboratorio a su aplicación industrial. ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura CLXXXVII EXTRA. 2011. 83-102 ISSN: 0210-1963 doi: 10.3989/arbor.2011.extran1115
- M.Guisnet, F. Ramoa Ribeiro. Zeólitos. Um nanomundo ao service da catálise. Edicao da Fundacao Calouste Gulbenkian. Lisboa. 2004. ISBN 972-31-1071-7. - P. Eduardo Vitoria S.J. "La Catálisis Química" - Facsimil - Universidad (Universidad de Málaga) 2008
- Luis Gómez-Hortigüela and Joaquín Pérez-Pariente. Synthesis and Properties of Zeolite Materials Guided by Periodic Considerations. Part of the Structure and Bonding book series (STRUCTURE, volume 182). Springer Ed. 2019. DOI: 10.1007/430_2019_38.



*Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Córdoba*

-Recent advances in the synthesis, characterization and applications of mesoporous molecular sieves: a review.. JS Beck, JC Vartuli - Current Opinion in Solid State and Materials Science. Elsevier. 1996.

-A New Property of MCM-41: Drug Delivery System. A review. M. Vallet-Regi, A. Rámila, R. P. del Real and J. Pérez-Pariente. Chem. Mater. 2001, 13, 2, 308–311. <https://doi.org/10.1021/cm0011559>. American Chemical Society Ed.

-Varma, K; Tayade, R.; Shah, K.; Joshi, P.; Shukla, A.; Gandhi, V. Photocatalytic degradation of pharmaceutical and pesticide compounds (PPCs) using doped TiO₂ nanomaterials: A review. Water-Energy Nexus 3 (2020) 46-61.

-Katal, R.; Masudy-Panah, R.; Tanhaei, M.; Farahani, M.; Jiangyong, H. A review on the synthesis of the various types of anatase TiO₂ facets and their applications for photocatalysis. Chemical Engineering Journal 384 (2020) 123384.

- Daud, M., Hai, A., Banat, F., Wazir, M. B., Habib, M., Bharath, G., & Al-Harthi, M. A. A review on the recent advances, challenges and future aspect of layered double hydroxides (LDH) – Containing hybrids as promising adsorbents for dyes removal. Journal of Molecular Liquids 288 (2019) 110989. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2019.110989>

- Stamate, A. E., Pavel, O.D., Zavoianu, R., Marcu, I.C. Highlights on the catalytic properties of polyoxometalate-intercalated layered double hydroxides: a review. Catalysts 10 (2020) 57. <https://doi.org/10.3390/catal10010057>

- Stock, N.; Biswas, S. Synthesis of Metal-Organic Frameworks (MOFs): Routes to Various MOF Topologies, Morphologies, and Composites. Chem. Rev. 2012, 112 (2), 933–969. Review. <https://doi.org/10.1021/cr200304e>.

- Jian-Rong Li, Julian Sculley, and Hong-Cai Zhou. Metal–Organic Frameworks for Separations. Chem. Rev. 2012, 112, 869–932. Review. <https://doi.org/10.1021/cr200190s>.

- J. Hu , J. Lu & Y. Zhu New Developments in Elastic Fibers, Polymer Reviews (2008),



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Córdoba

48:2, 275-301, DOI: 10.1080/15583720802020186

- K. M. Faridul Hasan, Péter György Horváth and Tibor Alpár Potential Natural Fiber Polymeric Nanobiocomposites: A Review. *Polymers* 2020, 12, 1072; doi:10.3390/polym12051072

- P. Parandoush, D. Lin. A review on additive manufacturing of polymer-fiber composites. *Composite Structures* 182 (2017) 36–53, ISSN 0263-8223, <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2017.08.088>.

8. CUERPO DOCENTE

Dra. Mónica Crivello (responsable)

Dra. Griselda Eimer (responsable)

Dra. Angélica Heredia,

Dra. Eliana Vaschetto,

Dra. Tamara Benzaquen,

Dr. Gabriel Ferrero,

Dr. Pablo Ochoa Rodríguez

Mgter. Ema Sabre

9. INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO

• Instalaciones del CITeQ – UTN – CONICET (edificio central y anexo Campus) •

Instalaciones de la FRC-UTN.

Ing. ROBERTO M. MUÑOZ
Secretario Académico