



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

FACULTAD REGIONAL CORDOBA

**ASIGNATURA: CATALIZADORES Y PROCESOS CATALÍTICOS**

**ESPECIALIDAD: INGENIERIA QUIMICA**

**PLAN: 1995 ADECUADO - ORD. N° 1028**

**NIVEL: 5°**

**MODALIDAD: ELECTIVA CUATRIMESTRAL**

**BLOQUE: TECNOLOGIAS APLICADAS**

**ÁREA: INGENIERÍA QUÍMICA**

**DICTADO: 2° CUATRIMESTRE**

**HORAS: 6 HS SEMANALES**

**CARGA HORARIA TOTAL: 96 HS**

**CICLO LECTIVO: 2014 en adelante**

**Correlativas para cursar: Regulares:** Ingeniería de las Reacciones Químicas.

**Aprobadas: Físicoquímica.**

**Correlativas para rendir: Aprobada:** Ingeniería de las Reacciones Químicas.

**Regulares: Catalizadores y Procesos Catalíticos (Electiva)**

#### OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El objetivo del curso es iniciar en el conocimiento de la teoría y la práctica de la catálisis, a nivel de pre-grado, especialmente a los estudiantes de Ingeniería Química que deseen entrar en este campo. Se busca conseguir una aproximación al tema estudiando cada aspecto relacionado con el fenómeno catalítico, tanto a nivel microscópico (fenómenos de superficie, mecanismos) como macroscópico (cinética y procesos, más del 90% de los procesos químicos industriales utilizan un catalizador). Sobre la base de conceptos de Química Inorgánica (los catalizadores heterogéneos son materiales inorgánicos), Química, Orgánica, Físicoquímica e Ingeniería Química, se propone preparar al estudiante para comprender la relación entre ciencia y tecnología. La asignatura está dividida en dos partes. En la primera se describen los principios generales de la catálisis heterogénea y la preparación de catalizadores y en la segunda se dan las aplicaciones industriales más importantes.

Los temas seleccionados lo han sido para ayudar a cumplir este propósito que no es otro que, contribuir a que los estudiantes dispongan de nuevos conceptos y aplicaciones enriqueciendo su self-constructo, como futuros profesionales de la Ingeniería Química.

Como ya se ha indicado, el objetivo del curso es que los estudiantes obtengan una visión actualizada de la problemática de la catálisis. Pero, por ser la catálisis una parte de la Química-Física en la que se combinan teoría y experimento (quizás más que en ninguna otra de sus partes) el curso requiere la realización de trabajos experimentales serios y rigurosos que consistirán en la realización de trabajos prácticos de investigación por parte de los estudiantes, cuyo último objetivo debe la transformación fundamental del constructivismo psicoanalítico: Simbolismo real inducido (docente)- Abstracción Simbólica – Casuística Simbólica, Casuística real, Simbolismo Real auto-





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

FACULTAD REGIONAL CORDOBA

constructo (educando). Se ha preferido este tipo de prácticas, en ves de otras más convencionales, para que los estudiantes perciban el proceso de la investigación científica-tecnológica y su posterior influencia en las competencias profesionales, implica el desarrollo de una metodología adecuada al problema que se estudia.

CONTENIDOS:

Tema 1: Introducción a la adsorción química y física

Introducción a la adsorción química y física. Definición microscópica y microscópica (cuántica) de la catálisis. Energía de la activación y de la catálisis. Actividad. Selectividad. Envenenamiento. Importancia industrial de la catálisis. (Duración 1 semana)

Tema 2: Productos químicos de reacciones catalizadas

Productos químicos de reacciones catalizadas. Isotermas de adsorción. Isotermas de Freundlich. Isotermas de Temkin. Isotermas de Langmuir. Modelos cinéticos en catálisis heterogénea. Estudios cinéticos. Ecuación de la velocidad. Mecanismo de Langmuir-Hinshelwood. Mecanismo de Rideal- Eley. Mecanismo en dos pasos o Boudart. (Duración 1 semana)

Tema 3: Análisis de los Principales Componentes y aplicación de diseño de superficie en la optimización de nuevos procesos.

Trabajo Práctico Virtual 1: Análisis de los Principales Componentes y aplicación de diseño de superficie en la optimización de nuevos procesos. (Duración 1 semana)

Tema 4: Métodos especiales de preparación.

Métodos especiales de preparación. Materiales cristalinos y amorfos. Promotores. Procesos Industriales: Hidrogenación, Hidrodesulfurización, Hidrodesnitrogenación. Determinación de la Cinética de la hidrogenación de hidrocarburos poliaromáticos. (Duración 1 semana).

Trabajo Práctico de Laboratorio 1: Hidrogenación, Hidrodesulfurización, Hidrodesnitrogenación. Determinación de la Cinética de la hidrogenación de hidrocarburos poliaromáticos empleando un Reactor Parr a 10-14 atm de presión. (Duración 1 semana)

Tema 5: Caracterización Química másica de catalizadores frescos y desactivados

Caracterización Química másica de catalizadores frescos y desactivados. Espectroscopia: de Emisión y de Absorción, Fluorescencia de Rayos-X, Energía Dispersiva de Rayos-X. Introducción a la determinación de la composición de la superficie: Métodos Espectrométricos. Barrido Foelectrónico de rayos-X, Espectroscopia Auger. Absorción de rayos-x en Estructura Fina, XAFS (primera y segunda esfera de coordinación). (Duración 1 semana)

Tema 6: Adsorción selectiva de moléculas sonda





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

FACULTAD REGIONAL CORDOBA

Adsorción selectiva de moléculas sonda. Caracterización mediante Infrarrojo con Transformada de Fourier. (1 clase).

Trabajo Practico de Laboratorio 2: Técnicas de caracterización (FTIR y aplicación e moléculas de sonda). ( 1 clase)

Parcial 1: 1 clase

Tema 7: Caracterización Física

Caracterización Física: Área superficial. Porosidad. Estructura de las fases. Textura. Características mecánicas, Desactivación. Envenenamiento. Sinterizado. Importancia de la Velocidad de la desactivación. Actividad de catalizadores Metálicos y óxidos metálicos. Dispersión. Enlaces metálicos. Sinterización. Movilidad. Envenenamiento. Hidrogenación. (Duración 1 semana)

Tema 8: Catalizadores ácidos y acidez de catalizadores zeolíticos

Catalizadores ácidos y acidez de catalizadores zeolíticos. Fuerza ácida. Correlación entre la acidez y la actividad catalítica. Mecanismos de actividad catalizada por ácidos sólidos. (Duración 1 semana)

Tema 9: Principales Catalizadores de Oxidación catalítica heterogénea

Principales Catalizadores de Oxidación catalítica heterogénea. Mecanismos Redox. (Duración 1 semana)

Trabajo Practico de Laboratorio 3 y 4: Oxidaciones catalíticas Selectivas (medidas cinéticas) Síntesis de diacetilo y de Vitamina K3. 1 semana

Tema 10: Zeolitas

Zeolitas. Estructura. Síntesis. Química de los silicatos en disolución acuosa. Formación de geles. Nociones de química coloidal. Cinética de cristalización.(Duración 2 semana)

Tema 11: Procesos en petroquímica

Procesos en petroquímica. Procesos en química fina.(Duración 1 semana)

Tema 12: Procesos de descontaminación Ambiental.

Procesos de descontaminación Ambiental. Reducción catalítica selectiva. Combustión catalítica. Futuras aplicaciones de materiales catalíticos. Hospedajes y/o huéspedes: sensores biológicos y ambientales; desarrollo de micro-componentes y de súper ferromagnéticos de alta densidad de almacenamiento de información. (Duración 1 semana)

Parcial 2. 1 Clase

BIBLIOGRAFÍA

1. APPLIED HETEROGENEOUS CATALYSIS (design manufacture use of solid catalysts) J.F. LA PAGE, EDITIONS TECHNIP, 1997
2. MATERIALS DESIGN FOR CATALYTIC APPLICATION, Italian Chemical Society Interdivisional Group Of Catalysis Industrial Chemistry Division, 1996





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

FACULTAD REGIONAL CORDOBA

3. INTRODUCTION TO CHARACTERIZATION AND TESTING OF CATALYSTS, ANDERSON J.R. & PRATT K.C., ACADEMIC PRESS, 1985
4. CHARACTERISATION OF CATALYSTS, THOMAS, J. M. & LAMBERT R.M., JOHN WILEY & SONS, 1980
5. HYDROTHERMAL CHEMISTRY OF ZEOLITES, BARRER R.M, ACADEMIC PRESS, 1982
6. QUIMICA DEL ESTADO SOLIDO, L. SMAT-E. MOORE, WESLEY, 1992
7. FISICA DEL ESTADO SOLIDO Y DE SEMICONDUCTORES, MCKELVEY, LIMUSA, 1996
8. STUDIES IN SURFACE AND CATALYSIS 12 TH INTERNATIONAL CONGRESS ON CATALYSIS, (Cuatro volúmenes: 130 A,B,C y D), A. CORMA, F.V. MELO, S.MENDIOROZ, J.L.G.FIERRO, ELSEVIER, 2001
9. CATALYSIS: AN INTEGRATED APPROACH, R.A. van SANTEN P.W.N.M. van LEEUWEN J.A. MOULIJN B.A.AVERIL, ELSEVIER, 2000
10. ADSORPTION AT THE GAS-SOLID AND LIQUID-SOLID INTERFACE, ROUQUEROL J. AND SING K.S.W., ELSEVIER; 1982
11. PREPARATION OF CATALYSTS I, II, III and IV, DELMON, B.; JACOBS, P. AND PONCEL, GRANGE, P., ELSEVIER, 1976-1987
12. CATALYSIS BY ACIDS AND BASES, IMELIK, B.; NACCACHE Y OTROS, ELSEVIER, 1985
13. ADSORPTION AND CATALYSIS ON OXIDE SURFACES, CHE, M. AND BOND, G.C, ELSEVIER, 1985
14. UNSTEADY PROCESSES IN CATALYTIC REACTORS, MATROS YU. SH., ELSEVIER, 1985
15. ZEOLITES: SYNTHESIS, STRUCTURE, TECHNOLOGY AND APPLICATION, DRZAJ, B.; HOCEVAR, S.; PEJOVNIK, S., ELSEVIER, 1985
16. THIN METAL FILMS AND GAS CHEMISORPTION, WISSMANN, P., ELSEVIER, 1987
17. CATALYST DEACTIVATION 1987, DELMON, B. AND FROMENT, G.F. , ELSEVIER, 1987
18. KEYNOTES IN ENERGY-RELATED CATALYSIS, KALIAGUINE S., ELSEVIER, 1988
19. METHANE CONVERSION, BIBBY D.M.; CHANG C.D. Y OTROS, ELSEVIER, 1988
20. INNOVATION IN ZEOLITE MATERIALS SCIENCE, GROBET P.J.; MORTIER Y OTROS, ELSEVIER, 1988





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

FACULTAD REGIONAL CORDOBA

21. CHARACTERIZATION OF POROUS SOLIDS, UNGER, K. K.; ROUQUEROL Y OTROS, ELSEVIER, 1987

22. PHYSICS OF SOLID SURFACES 1987, KOUKAL, J., ELSEVIER, 1987

MODALIDAD DE ENSEÑANZA

Las modalidades empleadas en el proceso Docencia/Educación se pueden dividir en cuatro aspectos fundamentales:

**a-** Determinación diagnóstica

Esta actividad consiste en la determinación de lo que se denomina "cero diferencial" que no es más que una evaluación diagnóstica al comienzo del curso, sobre temáticas básicas relacionadas directa o indirectamente con la asignatura. Detectar falencias más comunes y elaborar un orden de valoración por estudiante, donde se pondrá especial atención en aquellos que comienzan a cursar la asignatura con un grado de manejo de herramientas básicas demasiado bajas, en función de lo previsto por el cuerpo docente. Generalmente estos estudiantes son aquellos que no aprobaron aún las materias correlativas (Ing. de las Reacciones Químicas y Físicoquímica) y otras más básicas como Química Analítica, Termodinámica o Analítica Aplicada. Esto lleva muchas veces, a que durante el desarrollo de la materia haya que incluir, nuevas estrategias de aprendizajes de conceptos que el estudiante ya debería manejar.

**b-** Clases teórico-práctica (seminarios)

No son clases magistrales, sino absolutamente interactivas, siendo los estudiantes guiados por el docente hacia la conceptualización y reconstrucción de sus propios conocimientos, con la permanente confrontación del marco referencial que es el Docente.

**c-** Lectura, análisis y críticas de trabajos de investigación recientes publicados por autores en revistas Internacionales, al final de cada contenido modular de la asignatura, y llevada a cabo como actividad grupal (grupos de no más de 5 estudiantes) en clase, para que antes de finalizar la misma, cada grupo expone sobre dificultades, críticas o interpretaciones particulares, que muchas veces son contrapuestas y que son guiadas y canalizadas hacia una síntesis global, por el docente como actividad tutorial. Esta actividad pone en práctica la Teoría de Educación por Pares de Vigosky. Además, prepara a los Estudiantes para una de las dos modalidades de Evaluación que más abajo se explicitan.

**d-** Trabajos prácticos de laboratorio, empleando el equipamiento disponible para la realización de los diversos proyectos de Investigación Científica y Tecnológica, llevados a cabo en el "grupo fisicoquímica de nuevos materiales del CITEQ" del cual, el Dr. Anunziata es Director, y todo el cuerpo docente, designado o no, forma parte, siendo además el Dr. Anunziata Vice-Director del Centro de Investigación donde el Grupo de Investigación está inserto. Cabe aclarar que los insumos (léase, drogas, materiales fungibles, material de vidrio y el equipamiento puesto a disposición de los estudiantes es en más del 90% ha sido adquirido y mantenido en funcionamiento por los subsidios de Investigación de CONICET, FONCYT, ACC y MCyT de la Provincia de Córdoba.

Además se realizan trabajos Prácticos Virtuales, en donde se entrega a cada estudiante un CD con soft que permite la determinación de las constantes de





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

FACULTAD REGIONAL CORDOBA

Equilibrio y Adsorción y su influencia en la determinación de las constantes cinéticas, aplicado a la temática de:

Determinación de la Cinética de la hidrogenación de hidrocarburos poliaromáticos a cargo de la Dra. Msc. Andrea R. Beltramone, como así también del empleo de Soft que permiten deconvolución de curvas, aplicadas a caracterización por FTIR, XRD, TPD, a cargo del Dr. Oscar Anunziata.

Materiales Didácticos

La metodología empleada se basa en el uso de recursos audiovisuales, principalmente con el uso del proyector multimedia (cañón) conectado a una notebook y con ayuda de PowerPoint. También se emplean retroproyector y llegado el caso se apoya la actividad docente con el uso del pizarrón. Además, se emplea un soft específico para la mejor conceptualización de FTIR animado.

Evaluación y Condiciones de Regularidad

Se efectúan 2 evaluaciones escritas estructuradas, obligatorias e individuales (parciales).

La materia se regulariza con promedio de 4 (60%).

Es promocionable, con un promedio de 6 (70%) entre los dos parciales, y trabajos prácticos tanto de clase como de laboratorio aprobados.

Cada parcial consta de dos aspectos

a- Evaluación del parcial propiamente dicho, que consiste en la resolución de problemas y respuestas teóricas, hijas de recientes avances en las temáticas a evaluar, producidas por procesos de investigación científica y que los estudiantes deben construir respuestas propias acerca de los desafíos que implica la problemática plantea, siempre basada en los contenidos trabajados en clase y profundizados por los estudiantes a la hora de la preparación para tal evaluación. Estos resuelven los parciales en sus casas por el transcurso de una semana. Disponen de todo el material bibliográfico, filmas empleadas en clase, archivos PPT, etc, ya que las problemáticas a resolver solo pueden ser encaradas empleado este material bibliográfico, pero sin encontrar linealidad entre lo que se pregunta y lo que disponen como material referencial, sino que están obligados a construir sus propias respuestas. (evaluación para promoción o regularidad)

b- Interpretación de 1 trabajo de investigación (paper), exponiendo, acuerdos y desacuerdos con los resultados allí expuestos por los autores de los Trabajos Publicados en Revistas Indexadas en ISI, Scopus, etc. Elegidos para tal fin por parte del equipo docente de la cátedra.

La evaluación de esta actividad se realiza con una calificación no categórica, Aprobado o No Aprobado. No influyen en la nota final para promoción o regularidad.

Aquellos estudiantes que promocionaron los parciales y aprobaron la actividad (b) obtienen la promoción directa.

Los estudiantes que no obtuvieron dos Aprobados en la segunda modalidad (b), una semana antes de la fecha de examen, dentro de los turnos pre-establecidos, se les entrega una Publicación que deben analizar y que defienden el día del examen. Aprobada esta actividad la materia se promociona.





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

FACULTAD REGIONAL CORDOBA

-Las prácticas de laboratorio se evalúan atendiendo a la actitud del estudiante en el laboratorio, a la metodología que haya desarrollado, a la calidad de los resultados obtenidos y a la exposición de sus logros, e aprobado o no aprobado.

Así, en función de este modelo de evaluación, la actividad de EVALUACION, sigue incluida en el proceso educativo y no fuera del mismo, como ocurre generalmente cuando el proceso educativo para resolver la contradicción docencia –educación, culmina junto a la finalización de las clases.

Todo esto lleva a que los estudiantes disponen de 1 semana para resolver los desafíos propuestos, y se evalúa contra la capacidad reconstruir herramientas para la interpretación y resolución de problemas como de conceptos teóricos, y no contra la capacidad de memorizar repuestas a preguntas fijas, es decir no se evalúa contra el tiempo-memorización.

-Los estudiantes pueden recuperar uno de los parciales a través de una evaluación Integral, siempre que en uno de ellos hayan logrado una calificación superior a 4 (60%).



ING. HECTOR R. MACAÑO  
SECRETARIO ACADEMICO