



*Ministerio de Capital Humana  
Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Córdoba*

**CÓRDOBA, 19 de noviembre de 2025**

**VISTO**, la solicitud del Director del Departamento de Ingeniería Química, de aprobación de Planificación de la asignatura electiva "CATALIZADORES Y PROCESOS CATALÍTICOS (Elect.)", de la Carrera Ingeniería Química, Plan 2023, Ordenanza N° 1875; y

**CONSIDERANDO**

Que las Planificaciones deben ser aprobadas por el Consejo Directivo para ponerlas a disposición de los docentes y estudiantes.

Que, evaluado el tema por la Comisión de Enseñanza, esta aconseja su aprobación.

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

**EL CONSEJO DIRECTIVO  
DE LA FACULTAD REGIONAL CORDOBA  
en su Sexta Reunión Ordinaria del día 19/11/2025  
RESUELVE**

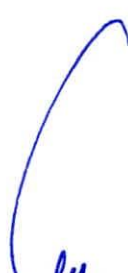
**ARTICULO 1º: APROBAR** la Planificación de la asignatura electiva "CATALIZADORES Y PROCESOS CATALÍTICOS (Elect.)" que corre agregada en el Anexo I de la presente Resolución y que consta de veintidós (22) fojas. -

**ARTICULO 2º: DEROGAR** la Resolución de Consejo Directivo N° 20/24, a partir del Ciclo Lectivo 2025.

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

**RESOLUCIÓN N°: 2150/25**

|           |
|-----------|
| Intervino |
| G.A.D     |
|           |
|           |

  
Ing. HÉCTOR R. MACAÑO  
Decano

  
Ing. ROBERTO M. MUÑOZ  
Secretario Académico

**Carrera: Ingeniería Química**  
**Asignatura: CATALIZADORES Y PROCESOS CATALÍTICOS**  
**Planificación a partir del Ciclo Lectivo 2025**

| 1. Datos administrativos de la asignatura                              |           |                                                            |                             |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Nivel en la carrera                                                    | 5         | Duración                                                   | Cuatrimestral<br>(2° cuat.) |
| Plan                                                                   | 2023      |                                                            |                             |
| Bloque curricular:                                                     | Electivas |                                                            |                             |
| Carga horaria presencial semanal (hs. cátedra):                        | 6         | Carga Horaria total (hs. reloj):                           | 72                          |
| Carga horaria no presencial semanal (hs. reloj)<br>(si correspondiese) | -         | % horas no presenciales (hs. reloj)<br>(si correspondiese) | -                           |

## 2. Presentación, Fundamentación

Introducir al alumno en la Catálisis y Procesos Catalíticos con el fin de que adquiera un conocimiento amplio de la metodología empleada en el diseño de los catalizadores, catálisis y procesos catalíticos de interés industrial y ambiental.

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, Fisicoquímica e Ingeniería Química, se propone preparar al estudiante para comprender la relación entre ciencia y tecnología.

contribuir a que los estudiantes dispongan de nuevos conceptos y aplicaciones enriqueciendo su auto-construido, como futuros profesionales de la Ingeniería Química.

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-constructo (educando).

### 3. Relación de la asignatura con las competencias de egreso de la carrera

En la tabla siguiente se establece la relación de la asignatura con las competencias de egreso: Específicas, Genéricas Tecnológicas y Genéricas Sociales, Políticas y Actitudinales de la carrera. Se incluyen las competencias de egreso a las que tributa, aportes reales y significativos de la asignatura, y en qué nivel (no aporta, bajo, medio, alto).

| Competencias                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Nivel     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Competencias genéricas tecnológicas (CG):</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |
| CG.1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Alto      |
| CG.2. Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | No aporta |
| CG.3. Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | No aporta |
| CG.4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Medio     |
| CG.5. Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | No aporta |
| <b>Competencias genéricas sociales, políticas y actitudinales (CG)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |           |
| CG.6. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Alto      |
| CG.7. Comunicarse con efectividad.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Alto      |
| CG.8. Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.                                                                                                                                                                                                                                                                            | No aporta |
| CG.9. Aprender en forma continua y autónoma.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Medio     |
| CG.10. Actuar con espíritu emprendedor.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | No aporta |
| <b>Competencias Específicas de la carrera</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |           |
| CE.1. Identificar, formular y resolver problemas relacionados a productos, procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas incorporando estrategias de abordaje, utilizando diseños experimentales | No aporta |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| cuando sean pertinentes, interpretando físicamente los mismos, definiendo el modelo más adecuado y empleando métodos apropiados para establecer relaciones y síntesis.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |           |
| CE.2. Diseñar, calcular y proyectar productos, procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas aplicando estrategias conceptuales y metodológicas asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulación para valorar y optimizar, con ética, sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social.                                                                                                                     | Medio     |
| CE.3. Planificar y supervisar la construcción, operación y mantenimiento de procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios donde se llevan a cabo la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas utilizando de manera efectiva los recursos físicos, humanos, tecnológicos y económicos; a través del desarrollo de criterios de selección de materiales, equipos, accesorios, sistemas de medición y la aplicación de normas y reglamentaciones pertinentes, atendiendo los requerimientos profesionales prácticos. | No aporta |
| CE.4. Verificar el funcionamiento, condición de uso, estado y aptitud de equipos, instalaciones y sistemas involucrados en la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y en el control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas aplicando procedimientos, técnicas y herramientas teniendo en cuenta la legislación, estándares y normas de funcionamiento, de calidad, de ambiente y seguridad e higiene.                                                                                                                                                                             | No aporta |
| CE.5. Proyectar y dirigir acciones, desarrollos tecnológicos e innovaciones tendientes a la construcción, operación y mantenimiento de procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios referido a la higiene y seguridad en el trabajo y al control y minimización del impacto ambiental en lo concerniente a su actividad profesional seleccionando y utilizando técnicas y herramientas contempladas en las prácticas recomendadas y en las normativas vigentes nacionales e internacionales.                                                                                                                                                                                             | No aporta |
| CE.6. Optimizar procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas aplicando estrategias conceptuales y metodológicas asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulaciones, aplicando el modelo más adecuado, con ética, sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social y ambiental.                                                                                                                             | Medio     |
| CE.7. Peritar y/o arbitrar procesos, sistemas, instalaciones, elementos complementarios, construcción, operación y/o mantenimiento involucrados en la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y en el control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas seleccionando y utilizando técnicas y herramientas contempladas en las prácticas recomendadas y en las Normativas vigentes Nacionales e Internacionales.                                                                                                                                                                       | No aporta |
| CE.8. Asesorar y/o capacitar a organizaciones, empresas, organismos públicos o privados respecto de procesos, productos, instalaciones, construcción, operación, mantenimiento, involucrados en la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y en el control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas aplicando procedimientos, técnicas y                                                                                                                                                                                                                                              | No aporta |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| herramientas teniendo en cuenta la legislación, estándares y normas de funcionamiento, de calidad, de ambiente y seguridad e higiene.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |           |
| CE.9. Diseñar, asesorar y/o implementar sistemas de gestión en organismos, empresas, organismos públicos o privados respecto de procesos, instalaciones, construcción, operación, involucrados en la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y en el control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas aplicando procedimientos, técnicas y herramientas teniendo en cuenta la legislación, estándares y normas de funcionamiento, de calidad, de ambiente y seguridad e higiene.                                | No aporta |
| CE.10. Realizar y/o presentar ante autoridades de aplicación estudios de impacto ambiental correspondientes a procesos e instalaciones, involucrados en la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y en el control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas aplicando procedimientos, técnicas y herramientas teniendo en cuenta la legislación, estándares y normas de funcionamiento, de calidad, de ambiente y seguridad e higiene.                                                                          | No aporta |
| CE.11. Realizar análisis de riesgo, asesorar y/o implementar diseño seguro para organismos, empresas, organismos públicos o privados respecto de procesos, instalaciones, construcción, operación, mantenimiento involucrados en la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y en el control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas aplicando procedimientos, técnicas y herramientas teniendo en cuenta la legislación, estándares y normas de funcionamiento, de calidad, de ambiente y seguridad e higiene. | No aporta |

#### 4. Contenidos Mínimos

NO POSEE.

#### 5. Objetivos establecidos en el DC

- Introducir al alumno en el área de la Catálisis y Procesos Catalíticos con la finalidad de que consiga un amplio entendimiento de los métodos utilizados en el diseño y síntesis de catalizadores, catálisis y procesos catalíticos de interés industrial y ambiental.
- Lograr la capacidad de análisis, evaluación y gestión de datos relacionados con procesos catalíticos y su aplicación en la producción industrial sostenible y sustentable.
- Diseñar procesos catalíticos de interés industrial sustentado por los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de ingeniería química.

## 6. Resultados de aprendizaje

Los siguientes resultados de aprendizaje se promueven en el desarrollo de la asignatura

| Identificador de RA | Redacción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RA1                 | Distingue datos pertinentes a problemas catalíticos para evaluar las diferentes alternativas a aplicar en diferentes procesos químicos relacionados con la Industria química.                                                                                                                                                                      |
| RA2                 | Plantea las técnicas y herramientas más adecuadas para su uso en el análisis de datos, costos, tiempos, seguridad en casos hipotéticos de uso de distintos catalizadores en una planta química.                                                                                                                                                    |
| RA3                 | Se desenvuelve de manera efectiva en el desarrollo, desempeño de roles, socialización, respeto y exposición de trabajos para la interpretación y resolución de problemas en equipo que se presentan cotidianamente en el ámbito de trabajo.                                                                                                        |
| RA4                 | Diferencia productos y procesos catalíticos para ser utilizados en diferentes reacciones químicas que impliquen modificación de la materia mediante estrategias conceptuales.                                                                                                                                                                      |
| RA5                 | Argumenta con base científica el uso de determinados catalizadores en procesos que involucran la modificación energética y fisicoquímica de una materia prima para el asesoramiento y/o capacitación de organizaciones, empresas u organismos del medio. Incorpore conocimientos de catálisis para una mejor comprensión de su uso en la industria |

### 7. Relación de los RA y las competencias

En la tabla siguiente se indica con X la tributación de cada Resultado de Aprendizaje con las competencias de egreso: específicas, genéricas tecnológicas, sociales, políticas y actitudinales de la carrera.

| RA  | CE1 | CE2 | CE3 | CE4 | CE5 | CE6 | CE7 | CE8 | CE9 | CE10 | CE11 | CG1 | CG2 | CG3 | CG4 | CG5 | CG6 | CG7 | CG8 | CG9 | CG10 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| RA1 | -   | X   | -   | -   | -   | X   | -   | -   | -   | -    | -    | X   | -   | -   | X   | -   | -   | -   | -   | -   | -    |
| RA2 | -   | X   | -   | -   | -   | X   | -   | -   | -   | -    | -    | X   | -   | -   | X   | -   | -   | -   | -   | -   | -    |
| RA3 | -   | -   | -   | -   | -   | X   | -   | -   | -   | -    | -    | -   | -   | -   | -   | -   | X   | X   | -   | X   | -    |
| RA4 | -   | X   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -    | -    | X   | -   | -   | X   | -   | -   | -   | -   | X   | -    |
| RA5 | -   | -   | -   | -   | -   | X   | -   | -   | -   | -    | -    | -   | -   | -   | -   | -   | X   | X   | -   | X   | -    |

## 8. Asignaturas correlativas previas

Para cursar y rendir debe tener cursadas:

- Asignatura/s:  
Ingeniería de la Reacciones Químicas

Para cursar y rendir debe tener aprobada:

- Asignatura/s:  
Fisicoquímica.

## 9. Asignaturas correlativas posteriores

Indicar las asignaturas correlativas posteriores:

- Asignatura/s:  
NO POSEE.

## 10. Programa analítico

Este programa analítico contempla los contenidos mínimos, previstos en el DC vigente, y aquellos que se consideran necesarios para desarrollar los resultados de aprendizaje propuestos.

Unidad N°:1

Título: **Introducción a la adsorción química y física**

Contenidos:

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.

Carga horaria por Unidad: 6 horas

Unidad N°:2

**Título: *Productos químicos de reacciones catalizadas***

Contenidos: 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.

Carga horaria por Unidad: 6 horas

**Unidad N° 3**

**Título: *Análisis de los Principales Componentes***

Contenidos: 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.

Carga horaria por Unidad: 6 horas

**Unidad N°: 4**

**Título: *Métodos especiales de preparación.***

Contenido: Métodos especiales de preparación. Materiales cristalinos y amorfos. Promotores. Procesos Industriales: Hidrogenación, Hidrodesulfurización, Hidrodesnitrogenación. Determinación de la Cinética de la hidrogenación de hidrocarburos poliaromáticos.

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

Carga horaria por unidad: 12 horas

**Unidad N°: 5**

**Título: *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).

Carga horaria por unidad: 6 horas

**Unidad N°: 6**

**Título: *Adsorción selectiva de moléculas sonda***

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 de moléculas de sonda). :

Carga horaria por Unidad: 3 horas

Unidad N°: 7

Título: **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.

Carga horaria por Unidad: 6 horas

Unidad N°: 8

Título: **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.

Carga horaria por Unidad: 6 horas

Unidad N°: 9

Título: **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.

Carga horaria por Unidad: 6 horas

Unidad N°: 10

Título: **Zeolitas**

Zeolitas. Estructura. Síntesis. Química de los silicatos en disolución acuosa. Formación de geles. Nociones de química coloidal. Cinética de cristalización.

Carga horaria por Unidad: 12 horas

Unidad N°: 11

Título: **Procesos en petroquímica**

Procesos en petroquímica. Procesos en química fina.

Carga horaria por Unidad: 6 horas

Unidad N°: 12

Título: **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.

Carga horaria por Unidad: 6 horas

**Carga horaria por tipo de formación práctica de toda la asignatura**

| Tipo de formación práctica                                           | Horas reloj |
|----------------------------------------------------------------------|-------------|
| Formación experimental                                               | 16          |
| Análisis y resolución de problemas de ingeniería y estudios de casos | 20          |
| Formulación, análisis y desarrollo de proyectos.                     | 25          |

### Bibliografía Obligatoria:

- Scott Fogler (2001). *Elementos de Ingeniería de las Reacciones Químicas H. Tercera edición.*

### Bibliografía optativa y otros materiales a utilizar en la asignatura:

#### Papers

- Jorgelina Cussa, Juliana M. Juárez, Marcos Gómez Costa, Oscar A. Anunziata, Nanostructured SBA-15 host applied in ketorolac tromethamine release system. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 28 (8), (2017) art. no. 113, doi=10.1007/s10856-017-5925-
- Brenda C. Ledesma, Juliana M. Juárez, Veronica Valles, Oscar A. Anunziata, Andrea R. Beltramone. Novel Preparation of Titania-Modified CMK-3 Nanostructured Material as Support for Ir Catalyst Applied in Hydrodenitrogenation of Indole. *Catalysis Letters*, 147 (4), (2017) 1029-1039. DOI: 10.1007/s10562-017-2005-9
- Veronica Vallés, Brenda Ledesma, Gina Pecchi, Oscar A. Anunziata, Andrea R. Beltramone. Hydrogenation of tetralin in presence of nitrogen using a noble-bimetallic couple over a Ti-modified SBA-15.) *Catalysis Today*, 282 (2017). 111-122. DOI: 10.1016/j.cattod.2016.07.004
- Lorena Rivoira, Julliana M. Juárez, H. Falcón, Marcos Gómez Costa, Oscar A. Anunziata, Andrea R. Beltramone. Vanadium and titanium oxide supported on mesoporous CMK-3 as new catalysts for oxidative desulfurization. *Catalysis Today*, 282 (2017) 123-132. DOI: 10.1016/j.cattod.2016.07.003
- Veronica Vallés, Brenda C. Ledesma Ledesma, Juliana Juárez, Marcos Gómez Costa, Oscar A. Anunziata, Andrea R. Beltramone. Noble-bimetallic supported CMK-3 as a novel catalyst for hydrogenation of tetralin in the presence of sulfur and nitrogen. *Fuel*, 188 (2017) 155-165. DOI: 10.1016/j.fuel.2016.10.00

-BRENDA C. LEDESMA; OSCAR ANUNZIATA; ANDREA BELTRAMONE. HDN of Indole over Ir-modified Ti-SBA-15. APPLIED CATALYSIS B-ENVIRONMENTAL.Amsterdam: ELSEVIER SCIENCE BV. 2016 vol.192 n°. p220 - 233. Issn 0926-3373.

-MARIA VIRGINIA PONTE; LORENA P. RIVOIRA; JORGELINA CUSSA; MARIA LAURA MARTÍNEZ; ANDREA R. BELTRAMONE; OSCAR A. ANUNZIATA. Optimization of the synthesis of SBA-3 mesoporous materials by experimental design. MICROPOROUS AND MESOPOROUS MATERIALS.Amsterdam: ELSEVIER SCIENCE BV. 2016 vol.227 n°. p9 - 15. issn 1387-1811.

-LORENA P. RIVOIRA; VERONICA VALLES; BRENDA C. LEDESMA; MARIA VIRGINIA PONTE; MARIA LAURA MARTÍNEZ; OSCAR A. ANUNZIATA; ANDREA R. BELTRAMONE. Sulfur elimination by oxidative desulfurization with titanium-modified SBA-16. CATALYSIS TODAY.Amsterdam: ELSEVIER SCIENCE BV. 2016 vol.271 n°. p102 - 113.

-VALLES, VERONICA; BRENDA C. LEDESMA; LORENA P. RIVOIRA; CUSSA, JORGELINA; ANUNZIATA OSCAR; BELTRAMONE, ANDREA. Experimental design optimization of the tetralin hydrogenation over Ir-Pt-SBA-15. CATALYSIS TODAY.Amsterdam: ELSEVIER SCIENCE BV. 2016 vol.271 n°. p140 - 148. issn 0920-5861.-

MARIA L. MARTINEZ; HORACIO FALCON; ANDREA BELTRAMONE; OSCAR A. ANUNZIATA. Synthesis and characterization of 2D-hexagonal, 3D-hexagonal and cubic mesoporous materials using CTAB and silica gel. MATERIALS & DESIGN.Amsterdam: ELSEVIER SCI LTD. 2016 vol.104 n°. p251 - 258. issn 0261-3069.

-LORENA P. RIVOIRA; MARIA L. MARTINEZ; HORACIO FALCON; ANDREA BELTRAMONE; PEDRO TARTAJ; JOSE MIGUEL CAMPOS MARTIN; JOSE LUIS GARCIA FIERRO. Oxidative Desulfurization of Dibenzothiophene by Mesoporous Anatase Mesocrystals of Monodisperse Colloidal Size. JOURNAL OF HAZARDOUS MATERIALS. Amsterdam: ELSEVIER SCIENCE BV. 2016 vol. n°. p - . issn 0304-3894.

-LORENA P. RIVOIRA; JUAREZ, JULIANA; HORACIO FALCON; MARCOS B. GÓMEZ COSTA; OSCAR A. ANUNZIATA; ANDREA R. BELTRAMONE. Vanadium and titanium oxide supported on mesoporous CMK-3 as new catalysts for oxidative desulfurization. CATALYSIS TODAY.Amsterdam: ELSEVIER SCIENCE BV. 2016 vol. n°. p - . issn 0920-5861.

-VERÓNICA A. VALLÉS; BRENDA C. LEDESMA; OSCAR A. ANUNZIATA; ANDREA R. BELTRAMONE. Hydrogenation of tetralin in presence of nitrogen using a noble-bimetallic couple

- over a Ti-modified SBA-15. CATALYSIS TODAY. Amsterdam: ELSEVIER SCIENCE BV. 2016 vol. n°. p - . issn 0920-5861.
- VALLES, VERONICA; BRENDA C. LEDESMA; JUAREZ, JULIANA; GOMEZ COSTA, MARCOS; ANUNZIATA OSCAR; ANDREA BELTRAMONE. Noble-bimetallic supported CMK-3 as a novel catalyst for hydrotreating. FUEL. Amsterdam: ELSEVIER SCI LTD. 2016 vol. n°. p - . issn 0016-2361.
- MARIA LAURA MARTÍNEZ; MARIA VIRGINIA PONTE; ANDREA RAQUEL BELTRAMONE; OSCAR ALFREDO ANUNZIATA. Synthesis of Ordered Mesoporous Materials SBA-3 using Silica Gel as Silica Source. MATERIALS LETTERS. Amsterdam: ELSEVIER SCIENCE BV. 2014 vol. n°. p - . issn 0167-577X.
- BRENDA C. LEDESMA; VERONICA VALLES; LORENA P. RIVOIRA; MARIA LAURA MARTÍNEZ; OSCAR A. ANUNZIATA; ANDREA BELTRAMONE. Hydrogenation of Tetralin Over Ir Catalysts Supported on Titania-Modified SBA-16. CATALYSIS LETTERS. New York: SPRINGER. 2014 vol. 144 n°. p783 - 795. issn 1011-372X.
- GOMEZ COSTA, MARCOS; JUAREZ, JULIANA; MARTINEZ, MARIA LAURA; BELTRAMONE, ANDREA; CUSSA, JORGELINA; ANUNZIATA, OSCAR. Synthesis and characterization of conducting polypyrrole/SBA-3 and polypyrrole/Na<sup>+</sup>AlSBA-3 composites. MATERIALS RESEARCH BULLETIN. Amsterdam: PERGAMON-ELSEVIER SCIENCE LTD. 2013 vol. 48 n°. p661 - 667. issn 0025-5408.
- VERONICA VALLES; GERARDO BALANGERO BOTTAZZI; MARIA LAURA MARTÍNEZ; MARCOS B. GÓMEZ COSTA; OSCAR A. ANUNZIATA; ANDREA R. BELTRAMONE. Hydrogenation of tetralin over Ir-containing mesoporous catalysts. INDUSTRIAL & ENGINEERING CHEMICAL RESEARCH. Washington: AMER CHEMICAL SOC. 2012 vol. 51 n°. p7185 - 7195. issn 0888-5885.
- ANUNZIATA, OSCAR; CUSSA, JORGELINA; BELTRAMONE, ANDREA. Simultaneous Optimization of Methane Conversion and Aromatic Yields by Catalytic Activation with Ethane over Zn-ZSM-11 Zeolite. CATALYSIS TODAY. Amsterdam: ELSEVIER SCIENCE BV. 2011 vol. 171 n°. p36 - 42. issn 0920-5861.
- BALANGERO BOTTAZZI, GERARDO; MARTINEZ, MARIA LAURA; GOMEZ COSTA, MARCOS; ANUNZIATA, OSCAR; BELTRAMONE, ANDREA. Inhibition of the hydrogenation of tetralin by nitrogen and sulfur compounds over Ir/SBA-16. APPLIED CATALYSIS A-GENERAL. Amsterdam: ELSEVIER SCIENCE BV. 2011 vol. 404 n°. p30 - 38. issn 0926-860X.

-ANUNZIATA, OSCAR; BELTRAMONE, ANDREA; MARTINEZ, MARIA LAURA; GIOVANETTI, LISANDRO; FELIX G. REQUEJO; LEDE, EDUARDO. XANES - PCA Analysis of Ti-Species in MCM-41 Mesoporous Silica Synthesized by Different Method. APPLIED CATALYSIS A-GENERAL. Amsterdam: ELSEVIER SCIENCE BV. 2011 vol.397 n°. p22 - 26. issn 0926-860X.

## 11. Metodología de enseñanza

Los contenidos de la asignatura se presentan a los alumnos en clases presenciales, divididas en:

1. Las denominadas **clases presenciales de teoría** se impartirán al grupo completo, y en ellas se dará a conocer al alumno el contenido de la asignatura. Al comienzo de cada tema se expondrá claramente el contenido y objetivos principales de dicho tema. Al final del tema se hará un breve resumen de los contenidos más relevantes y se plantearán nuevos objetivos que permitirán interrelacionar contenidos ya estudiados. Durante la exposición de contenidos se propondrán cuestiones que ejemplifiquen los conceptos desarrollados o que sirvan de introducción a nuevos contenidos. Para facilitar la labor de seguimiento por parte del alumno de las clases presenciales se le proporcionará la parte que se estime necesaria del material docente utilizado por el profesor, con autogestión (AV) o el Aula Virtual (UV). La exposición de cada uno de los temas se hará haciendo uso de la pizarra y de software de presentaciones, simulación, cálculo numérico, etc., mediante:

- a- Lección Magistral Participativa: Facilita la comprensión de temas complejos, sintetiza en forma estructurada y organizada diversas fuentes de información y de difícil acceso, atiende a grupos numerosos, ahorra tiempos y medios, promueve la necesidad de seguir aprendiendo, permite seguir el proceder de un experto.
- b- Resolución de Ejercicios: Se basa en el uso de técnicas sobre aprendidas y forma parte del continuo para el aprendizaje de resolución de problemas. Se utiliza para aplicar conceptos, leyes o principios en nuevas situaciones: moviliza saberes y promueve el aprendizaje significativo. Se complementan con la exposición magistral.
- c- Resolución de Problemas: Esta Actividad supone una demanda cognitiva y motivacional en los Estudiantes mayor que en el caso de la resolución de ejercicios. Con esta Actividad el Estudiante moviliza, integra y aplica los tres tipos de saberes en nuevas situaciones problemáticas mediante métodos heurísticos. Desarrolla el pensamiento

complejo, promueve el desarrollo de estrategias de planificación, organización y gestión de tiempos y recursos para el aprendizaje. Promueve el desarrollo de competencias asociadas a la resolución de problemas, utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería, desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo, aprender en forma continua y autónoma.

2. Las **clases presenciales de seminarios**. Periódicamente se suministrará al alumno una relación de problemas/ejercicios. Algunos de estos ejercicios serán resueltos en clase por el profesor y otros se propondrán al alumno para ser resueltos como trabajo personal. Estos últimos se entregarán al profesor. Posteriormente se discutirán los resultados de estos problemas, en grupos reducidos. Los alumnos deberán realizar algún trabajo a lo largo del curso, sobre temas propios de la asignatura, que se evaluarán como actividades de trabajo autónomo o no presencial. El objetivo general de estos trabajos es que los alumnos aprendan a realizar búsquedas bibliográficas para obtener la información necesaria para resolver un problema abierto y orientado hacia la realidad industrial, a analizarla, valorarla y aplicarla. Los trabajos propuestos a cada alumno incluyen, además del trabajo bibliográfico, métodos de cálculo, interpretación de resultados y elaboración del correspondiente informe. La exposición de cada uno de los temas se hará haciendo uso de la pizarra y de software de presentaciones, simulación, cálculo numérico, etc., mediante:

*d- Seminario:* En el Seminario un Estudiante expone sobre un determinado tema. Puede incluir la discusión y el debate, requiere profundidad, y el tiempo destinado es largo.

Para llevarlo a cabo el Estudiante efectúa una investigación (bibliográfica, de campo o experimental) para luego fundamentar las ideas expuestas durante la discusión. En primer lugar, el Estudiante expone el tema, luego se desarrolla la discusión o debate. Generalmente luego amplía o explica determinada información, para cerrar con las conclusiones.

*e- Contrato de Aprendizaje (Learning Contract):* Desarrolla el Trabajo Autónomo. Puede ser Individual, por Grupos o con toda la Clase. El Estudiante y el Profesor de forma explícita intercambian opiniones, necesidades, proyectos y deciden en colaboración como llevar a cabo los procesos de enseñanza y de aprendizaje, reflejándose oralmente o por escrito. El Profesor oferta una serie de actividades de aprendizaje, resultados y criterios de evaluación, negociando con el Estudiante su plan de aprendizaje. En este proceso se tendrá en cuenta el método de aprendizaje de aula invertida.

3. Las **clases presenciales de laboratorio**. Se realizarán tres prácticas en laboratorio para la obtención y análisis de datos en reacciones catalíticas de interés ambiental. El alumno elaborará

de forma individual un informe de la práctica, donde presentará el objeto de la práctica, la experimentación o simulaciones realizadas, los resultados obtenidos y la discusión razonada de éstos que le permita elaborar las conclusiones alcanzadas. Se calificará tanto el trabajo realizado en el laboratorio como el informe individual presentado y se utilizará para ello

f- Taller (Taller Dirigido, Taller Educativo, Taller Pedagógico):

Es un espacio de trabajo colectivo, una experiencia de síntesis entre el pensar, el sentir y el actuar, habitualmente con una metodología activa, participativa e interpersonal. Los logros del trabajo son fruto de la colaboración de todos. El taller se llevará a cabo en un espacio para tal fin del Aula Virtual, en el que el estudiante adjunta su trabajo en fechas preestablecidas y luego de pasada dicha fecha, cada estudiante recibe dos trabajos de sus compañeros y su autoevaluación, para realizar la corrección de estos mediante rúbricas con espacios para poder expresar que le ha parecido el trabajo evaluado de su par y su propio trabajo. Los talleres poseen fechas de entrega, fecha límite para evaluar y fechas para recibir una nota. Se tomará en cuenta la enseñanza de corrección por pares

4. Se utilizará el **Aula Virtual (UV)** para permitir una comunicación fluida entre profesores y alumnos y como instrumento para poner a disposición de los alumnos el material que se considere necesario del utilizado en las clases tanto teóricas como de problemas. También podrá utilizarse como foro en el que se presenten algunos temas complementarios cuyo contenido, aunque importante en el conjunto de la materia, no se considere oportuno presentarlo en las clases presenciales.

5. Las **Clases de consultas** se programarán de forma individualizada o con grupos reducidos. En ellas se resolverán las dudas planteadas por los alumnos y se discutirán los problemas y las cuestiones aportadas por el profesor relacionadas con el temario de la asignatura, así como casos prácticos concretos.

## 12. Recomendaciones para el estudio

A continuación, se indican algunas recomendaciones a quienes cursan la asignatura.

a) Mientras el Profesor expone un concepto teórico, explica un fenómeno, realiza una demostración, resuelve un problema, presenta una experiencia, el Estudiante atiende, realiza preguntas, toma

notas, el Estudiante resuelve un ejercicio rutinario, visualiza un video, hace un one minute paper, realiza una evaluación diagnóstico breve, realiza un resumen, etc.

b) El Estudiante, de manera autónoma o en grupo, desarrolla las soluciones adecuadas o correctas mediante la ejercitación de rutinas, la aplicación de fórmulas directas o algoritmos, la aplicación de procedimientos de transformación de la información disponible y la interpretación de los resultados. El Estudiante se retroalimenta con un valor de referencia (por ejemplo, una solución explicitada en una Guía de Ejercicios) o interpretando el resultado: mediante análisis dimensional y de unidades, aspectos contextuales propios del ejercicio, y/o con las soluciones provistas por un software específico. El Estudiante no debe memorizar ningún saber.

c) El Estudiante reconoce la diferencia entre Ejercicios, Problemas Cerrados (de solución única) y Problemas Abiertos de Ingeniería (pueden tener más de una solución, tienen algunos datos y/o datos parásitos e información contradictoria, no son estructurados, pueden integrar más de una disciplina, involucran algunos de los siguientes aspectos: sociales, económicos, éticos, medioambientales).

d) Los Estudiantes trabajan e interactúan durante el tiempo asignado, presentan sus ideas, reflexionan y comparten sus inquietudes y conocimientos para transformar un objeto de conocimiento. Las técnicas de trabajo pueden ser diversas: técnica del cuchicheo, torbellino de ideas (brainstorming), bola de nieve (Snowballing),

e) En el Seminario un Estudiante expone sobre un determinado tema. Puede incluir la discusión y el debate, requiere profundidad, y el tiempo destinado es largo. Para llevarlo a cabo el Estudiante efectúa una investigación para luego fundamentar las ideas expuestas durante la discusión. En primer lugar, el Estudiante expone el tema, luego se desarrolla la discusión o debate. Generalmente luego amplía o explica determinada información, para cerrar con las conclusiones.

### 13. Metodología de evaluación

Se efectúan 2 evaluaciones escritas estructuradas, obligatorias e individuales (parciales) y trabajos prácticos tanto de clase como de laboratorio aprobados. Cada parcial consta de dos aspectos:

- ❖ **Evaluación del parcial** propiamente dicho, que consiste en la resolución de problemas y respuestas teóricas, en algunos casos preguntas de múltiple opción, producidas por procesos de investigación científica, análisis, estudio 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. Las evaluaciones serán diagnósticas, formativas.

- ❖ **Interpretación de 2 trabajos de investigación** (papers) -en equipo y su defensa oral-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 mediante rúbricas en el aula virtual en la sección creada para esta actividad.
  
- ❖ La evaluación de la actividad **Talleres y Seminarios** se realiza a través de un informe, el mismo se desarrolla en Procesador de texto pertinente (ej: Word) y se sube al aula virtual de la asignatura en el área destinada para ello. Tendrá carácter de aprendizaje sumativo. Los aspectos para evaluar en el mismo se encuentran a continuación detallados:
  - **Creatividad y redacción:** El trabajo debe ser creativo. Que la información que contenga no sea simplemente “copiado y pegado”, que se observe elaboración propia.
  - **Contenido:** Para la evaluación del trabajo se tendrá en cuenta la capacidad de extraer información, resumir, integrar contenidos y elaborar el informe a partir de ella. Asimismo, se evaluará la claridad de la información presente, así como la relación de los contenidos con los elementos teóricos desarrollados en la asignatura.
  - **Calidad:** Debe ser un trabajo acorde a un alumno de ingeniería de cuarto nivel. Deben utilizar la terminología específica adquirida en la cátedra para expresar apropiadamente las observaciones realizadas en el ámbito industrial.
  - **Presentación:** Se debe adaptar al formato indicado. Finalmente, entrega del trabajo en tiempo y forma.
  
- ❖ 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, sea aprobado o no aprobado. Así, en función de este modelo de evaluación, la actividad de EVALUACIÓN 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 dispongan 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 respuestas a preguntas fijas, es decir no se evalúa contra el tiempo-memorización. Los resultados de aprendizaje a evaluar en estos últimos tres puntos serán: aula invertida, autoevaluación y evaluación por pares.

A continuación, se detallan todos los Resultados de Aprendizajes con sus contenidos a desarrollar para alcanzarlos, la mediación pedagógica, metodologías y estrategias de evaluación, tiempo en horas reloj.

| Resultados de Aprendizaje | Contenidos según programa                                                                                                                       | Mediación Pedagógica                                                                                                                             | Metodología y Estrategias de Evaluación                                                                                                                                                                                                                            | Tiempos en hora reloj                                                                                                 |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RA1, RA2                  | Unidad 1<br>Unidad 2<br>Unidad 3<br>Unidad 4<br>Unidad 5<br>Unidad 6<br>Unidad 7<br>Unidad 8<br>Unidad 9<br>Unidad 10<br>Unidad 11<br>Unidad 12 | -Desarrollo de cuestionarios áulicos y su confrontación con pares<br>-Lectura de trabajos y su comprensión lectora-<br>-Resolución de ejercicios | -De Producto mediante la entrega de informe<br>-De Desempeño con su participación en clase<br>-De Conocimiento.<br>- Evaluación de conocimientos mediante 2 exámenes (evaluaciones) escritos y entrega de informes en UV.<br>Se utilizará también la App SOCRAIVE. | <u>Horas presenciales</u><br>H. de teoría:15<br>H. práctica:15<br>H. laboratorio:0<br><u>Horas extra áulicas: 15</u>  |
| RA3                       | Laboratorios<br>Unidad 8<br>Unidad 9<br>Unidad 10<br>Unidad 11<br>Unidad 12                                                                     | -Dinámica de presentación de conocimientos.<br>-Dinámica de comunicación y entrega de informes.                                                  | * Producto (entrega de informes)-<br>Evaluación de habilidades y de actitudes.<br>* Desempeño en la exposición y participación en diferentes                                                                                                                       | <u>Horas presenciales</u><br>H. de teoría: 10<br>H. práctica:4<br>H. laboratorio:16<br><u>Horas extra áulicas: 10</u> |

Ing. ROBERTO M. MUÑOZ  
Secretaría Académica

Carrera: Ingeniería Química

Asignatura: Catálisis y Procesos Catalíticos.

|          |                                                             |                                                                                    |                                                                                                                                |                                                                                                                      |
|----------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                                             | -Dinámicas aulicas para lograr desarrollar relaciones interpersonales y de líderes | situaciones- Evaluación de actitudes y valores. RÚBRICAS<br>- Evaluación de aprendizaje a través de WEBQUEST                   |                                                                                                                      |
| RA4, RA5 | Unidad 8<br>Unidad 9<br>Unidad 10<br>Unidad 11<br>Unidad 12 | Planteo y resolución de ejercicios y problemas                                     | * Conocimiento (evaluaciones de los saberes incorporados)<br>Evaluación mediante Talleres con corrección por pares y WEBQUEST. | <u>Horas presenciales</u><br>H. de teoría: 6<br>H. práctica: 4<br>H. laboratorio:0<br><u>Horas extra áulicas: 10</u> |

## 14. Condiciones de aprobación

### ★ Condiciones de aprobación de cursada (regularización)

Se considerarán regulares aquellos alumnos que hayan aprobado los dos exámenes parciales con calificación de 6 o más y que hayan interpretado los trabajos de investigación satisfactoriamente. No se tomará asistencia a clases.

### ★ Condiciones de aprobación directa

Se considerarán aprobados aquellos alumnos que hayan obtenido un promedio de 7 (siete) o más con las notas de los parciales. También es necesario para la promoción interpretar correctamente un trabajo de investigación (papers). El alumno podrá recuperar uno de los dos parciales con posibilidad de aprobación directa si obtiene una nota mínima de 7 (siete) y promedio mínimo de 6 (seis). No se tendrá en cuenta la asistencia a clases.

## 15. Modalidad de examen

El rendimiento académico del alumno y la calificación final de la asignatura se computarán de forma ponderada atendiendo a los siguientes porcentajes, que se mantendrán en todas las convocatorias:

EXÁMENES ESCRITOS: 70 %

Se realizarán dos exámenes escritos correspondientes al temario de la asignatura. La

La calificación de estos exámenes contribuirá en un 70 % a la nota global. El Examen tendrá una duración de 2 horas reloj en donde el alumno desarrollará de manera presencial la evaluación. Antes de comenzar el examen se tomará asistencia con presentación de libreta y/o documento de identidad. Todos los informes incluidos los de laboratorio se adjuntan en el aula virtual en la sección destinada para tal fin (aula Virtual UV) y serán evaluados por pares. Tendrán fechas para la entrega y para la corrección. Cada alumno corregirá el informe de dos de sus compañeros y además del propio. Estos informes tendrán una contribución del 30 % a la nota global.

## 16. Recursos necesarios

Los recursos necesarios para el desarrollo de la asignatura.

- Espacios Físicos: aulas, laboratorios.
- Recursos tecnológicos de apoyo: proyector multimedia, PC, software, equipo de sonido, aulas virtuales, App Socrative, disponibilidad de WiFi en las Aulas.
- Elementos de protección para desarrollar actividades en laboratorios