

"2024 – Año de la defensa de la vida, la libertad y la propiedad"

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

**CÓRDOBA, 01 de marzo de 2024**

**VISTO**, la solicitud del Director del Departamento de Ingeniería Química, de aprobación de Planificación de la asignatura curricular "INGENIERÍA DE LAS REACCIONES QUÍMICAS", 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

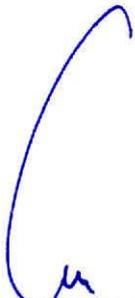
**EL CONSEJO DIRECTIVO  
DE LA FACULTAD REGIONAL CORDOBA  
en su Primera Reunión Ordinaria del día 01/03/2024  
RESUELVE**

**ARTICULO 1º: APROBAR** la Planificación de la asignatura "INGENIERÍA DE LAS REACCIONES QUÍMICAS" que corre agregada en el Anexo I de la presente Resolución y que consta de quince (15) fojas. -

**ARTICULO 2º:** Regístrese, Comuníquese, Cumplido, Archívese. -

**RESOLUCIÓN N°: 29/24**

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

  
Ing. HÉCTOR R. MACAÑO  
Decano

  
Ing. ROBERTO M. MUÑOZ  
Secretario Académico

**Carrera: Ingeniería Química**  
**Asignatura: Ingeniería de las Reacciones Químicas**  
**Planificación a partir del Ciclo Lectivo 2023**

| 1. Datos administrativos de la asignatura                           |                       |   |               |
|---|-----------------------|---|---------------|
| Nivel en la carrera   | 4                     | Duración  | Cuatrimestral |
| Plan  | 2023                  |   |               |
| Bloque curricular:  | Tecnologías Aplicadas |   |               |
| Carga horaria presencial semanal (hs. cátedra):                     | 10                    | Carga Horaria total (hs. reloj):                        | 120           |
| Carga horaria no presencial semanal (hs. reloj) (si correspondiese) | -                     | % horas no presenciales (hs. reloj) (si correspondiese) | -             |

**2. Presentación, Fundamentación**

La esencia del Ingeniero Químico, y lo que lo distingue fundamentalmente de otras Ingenierías, es su capacidad para diseñar reactores químicos. En este tema confluyen todos los estudios de Química (General, Inorgánica, Orgánica, Analítica), de Análisis Matemático (Álgebra, análisis de funciones de una y varias variables), Física, Termodinámica, Fisicoquímica, Fenómenos de Transporte. El estudio de esta rama de la ciencia se ha visto fuertemente impactado con la utilización de las computadoras. A mediados del siglo pasado, el principal interés fue desarrollar analíticamente las ecuaciones fundamentales, para obtener una respuesta funcional que pudiera calcularse y graficarse manualmente. Esta es la metodología desarrollada por Levenspiel (Levenspiel, 1999). A fines de siglo, se utilizaron las computadoras para automatizar los cálculos y los gráficos, pero no para simplificar la metodología analítica, programando con lenguajes de computación. La necesidad de programar aumentó la complejidad y los tiempos, en vez de reducirlos. Esta es la metodología llevada a cabo por Fogler (Fogler, 2006). En este siglo, el avance del software matemático de alto nivel, con cierta capacidad de programación, permite reducir los tiempos de desarrollo, pero requiere que se actualice el enfoque teórico. Para aprovechar la potencialidad del uso del software, se necesita una formulación más general, simple y exacta, que permita dar respuesta a sistemas más complejos y que incorporen los avances de la termodinámica (cinéticas no elementales, reacciones múltiples, modelos de coeficientes de actividad, ecuaciones de estado y fugacidad con reglas de mezcla de  $G^E$ , etc.). No se pueden abordar muchos temas que son desarrollados normalmente en cursos de posgrado, pero se busca disminuir esa brecha. Para

Carrera: Ingeniería Química

Asignatura: Escriba el nombre de la asignatura.

Ing. ROBERTO M. MUÑOZ  
Secretaría Académica

ello, se desarrollan ejemplos de aplicación utilizando el software MathCAD (Parametric Technology Corporation, PTC).

La operación unitaria que constituye la razón de ser de una planta química es el reactor. Pocas operaciones unitarias tienen tanta diversidad de tamaño y forma como el reactor. Desde los microrreactores, los reactores de laboratorio, los de plantas piloto, hasta los del cracking de la industria petroquímica, todos tienen una sola cosa en común: transforman materias primas en productos. Fuera de este hecho, no hay dos reactores iguales. Es objeto de esta cátedra buscar esos elementos comunes que permitan establecer un tamaño de equipo razonable para obtener productos. La elección y el tamaño del reactor es una decisión económica, pero no se puede llevar a cabo este análisis sólo desde el punto de vista del reactor. Debe quedar claro que el mejor reactor no es el de menor volumen. El reactor está indisolublemente unido al proceso, que fija los valores y las condiciones de alimentación. El proceso fija también los valores de productos y subproductos, de acuerdo a la facilidad de su separación posterior. Por consiguiente, resulta crítico y vital entender que el diseño de un reactor debe ser seguro. Los errores de diseño del reactor han causado los mayores accidentes, con la mayor cantidad de muertos debido a la industria química, y causan la caída de hasta las mayores corporaciones mundiales. El objetivo de esta cátedra es comprender el modelo matemático que describe el reactor, sus simplificaciones y limitaciones, su base experimental y su peligrosidad, e insertar el modelo matemático en el sistema de ecuaciones que simula el proceso. En esta asignatura no se contempla el diseño mecánico, pero se plantea el dimensionamiento para que en asignaturas posteriores (Mecánica Industrial y Máquinas e Instalaciones Eléctricas) se realice el diseño correspondiente.

### 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.  | Alto  |

|   |           |
|---|-----------|
| CG.3. Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería.  | Medio     |
| CG.4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.   | Alto      |
| 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.  | No aporta |
| CG.7. Comunicarse con efectividad.  | No aporta |
| 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.  | No aporta |
| 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 cuando sean pertinentes, interpretando físicamente los mismos, definiendo el modelo más adecuado y empleando métodos apropiados para establecer relaciones y síntesis.   | Alto      |
| 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.   | Alto      |
| 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. | Alto      |
| 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.   | Alto      |
| 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  | No aporta |

Carrera: Ingeniería Química

Asignatura: Escriba el nombre de la asignatura.

Ing. ROBERTO M. MUÑOZ  
Secretario Académico

|   |           |
|---|-----------|
| 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.  |           |
| 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 herramientas teniendo en cuenta la legislación, estándares y normas de funcionamiento, de calidad, de ambiente y seguridad e higiene.                                  | No aporta |
| 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

Carrera: Ingeniería Química

Asignatura: Escriba el nombre de la asignatura

4

Ing. ROBERTO N. MUÑOZ  
Secretario Académico

- Diseño, simulación e intensificación de equipos de operación continua y discontinua con reacción química, isotérmicos y no isotérmicos.
- Cinética homogénea y heterogénea.
- Reactores reales.
- Mantenimiento de estas operaciones.

## 5. Objetivos establecidos en el DC

- Evaluar la cinética de reacción necesaria para el diseño de los diferentes tipos de reactores.
- Calcular equipos de operación continua y discontinua con reacción química, isotérmicos y no isotérmicos para su verificación óptima y eficiente.
- Diseñar sistemas de operación continua y discontinua con reacción química, isotérmicos y no isotérmicos para su selección óptima y eficiente.

## 6. Resultados de aprendizaje

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

| Identificador de RA | Redacción   |
|---------------------|---|
| RA1                 | Calcular operaciones con reacción química para el dimensionamiento y configuración de equipos de acuerdo a conjuntos de condiciones que puedan presentarse en un proceso.   |
| RA2                 | Valorar y evaluar comportamientos de operaciones con reacción química para anticipar, ratificar o rectificar acciones que permiten alcanzar la performance requerida.   |
| RA3                 | Diseñar equipos con reacción química para las prestaciones previstas, atendiendo las especificaciones resultantes de la memoria de cálculo.   |
| RA4                 | Proponer adecuadamente el tipo y configuración de operaciones con reacción química para la optimización del servicio requerido en el proceso, de acuerdo a recomendaciones de las buenas prácticas infundidas por la reflexión, legislación, normas, estándares o antecedentes. |
| RA5                 | Verificar sesgos de una operación con reacción química que le permiten establecer acciones para corregir la performance, de acuerdo a los estándares definidos por una operación ideal.   |

## 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   | X   |     | X   |     |     |     |     |     |      |  |
| RA2 | X   | X   |     | X   |     | X   |     |     |     |      |      | X   | X   |     | X   |     |     |     |     |     |      |  |
| RA3 | X   | X   | X   |     |     |     |     |     |     |      |      | X   | X   | X   | X   |     |     |     |     |     |      |  |
| RA4 | X   | X   | X   | X   |     |     |     |     |     |      |      | X   | X   | X   |     |     |     |     |     |     |      |  |
| RA5 | X   |     | X   | X   |     |     |     |     |     |      |      | X   |     |     | X   |     |     |     |     |     |      |  |

Ing. ROBERTO M. MUÑOZ  
Secretaría Académica

Carrera: Ingeniería Química

Asignatura: Escriba el nombre de la asignatura.

## 8. Asignaturas correlativas previas

Para cursar y rendir debe tener cursadas:

- Asignatura/s:  
Balances de Masa y Energía  
Termodinámica  
Fisicoquímica  
Fenómenos de Transporte

Para cursar y rendir debe tener aprobada:

- Asignatura/s:  
Química Inorgánica  
Análisis Matemático II  
Química Orgánica

## 9. Asignaturas correlativas posteriores

Indicar las asignaturas correlativas posteriores:

- Asignatura/s:  
Ingeniería Ambiental  
Proyecto Final

## 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 AL DISEÑO DE REACTORES

Contenidos: Introducción al diseño de reactores. Selección de las operaciones con reacción química. Deducción de la ecuación de continuidad aplicada al balance molar. Formulación conceptual de la velocidad de reacción. Interpretación de constante de velocidad y su dependencia con la temperatura, orden de reacción, reacciones elementales, irreversibles y reversibles. Análisis conceptual de la concentración de las especies. Aplicación a sistemas líquidos y gaseosos, ideales y no ideales.

Carga horaria por Unidad: 10

Carrera: Ingeniería Química

Asignatura: Escriba el nombre de la asignatura.

Ing. ROBERTO M. MUÑOZ  
Secretario Académico

Unidad N°: 2

Título: OPERACIONES TUBULARES CON REACCIÓN QUÍMICA

Contenidos: Deducción del balance microscópico de masa y energía. Cálculo, modelado, simulación y diseño de operaciones tubulares continuas con reacción química, isotérmicas y no isotérmicas (PFR: flujo pistón y PBR: lecho empacado), con y sin caída de presión. Interpretación de variables asociadas a la performance y seguridad de la operación: puntos calientes.

Carga horaria por Unidad: 35

Unidad N°: 3

Título: OPERACIONES DE TANQUE AGITADO CON REACCIÓN QUÍMICA

Contenidos: Deducción del balance macroscópico de masa y energía. Cálculo, modelado, simulación y diseño de operaciones tubulares en estado estacionario (CSTR: mezcla completa) y en estado no estacionario (batch y semibatch) con reacción química, isotérmicas y no isotérmicas. Interpretación de variables asociadas a la performance y seguridad de dichas operaciones: reacciones desbocadas y runaway.

Carga horaria por Unidad: 25

Unidad N°: 4

Título: CONTROL, CERTIFICACIÓN Y MANTENIMIENTO DE OPERACIONES CON REACCIÓN QUÍMICA

Contenidos: Cálculo, modelado y simulación de operaciones con reacción química bajo condiciones controladas de arranque, progreso y/o parada de planta. Diseño y confección de listas de verificación técnica como parte de un plan de exámenes periódicos y programa de mantenimiento preventivo. Introducción a normas de aplicación.

Carga horaria por Unidad: 20

Unidad N°: 5

Título: OTRAS OPERACIONES CON REACCIÓN QUÍMICA

Contenidos: Cálculo, modelado y simulación de operaciones continuas en serie/paralelo y con recirculación. Análisis conceptual asociado a otras operaciones: Lecho fluidizado, Lecho escurrido, Membrana y Trickle bed. Aplicación de dichas operaciones. Introducción a la intensificación de operaciones con reacción química.

Carga horaria por Unidad: 10

Unidad N°: 6

Título: REACTORES REALES

Contenidos: Deducción e interpretación de parámetros básicos de caracterización: función de distribución de tiempos de residencia (DTR), función acumulada, función lavado, tiempo medio y varianza adimensional. Cálculo de la DTR a partir de ensayos con trazadores (pulso, escalón y escalón negativo). Aplicación de modelos de ajuste de la DTR (múltiples operaciones CSTR en serie, bypass y zonas muertas). Cálculo de los parámetros básicos para operaciones ideales. Elaboración de una diagnosis sobre el comportamiento real de los reactores continuos.

Carga horaria por Unidad: 10

Unidad N°:7

Título: MECANISMOS Y AJUSTE CINÉTICO DE REACCIÓN

Contenidos: Introducción al marco conceptual de cinéticas de reacción (reacciones elementales no elementales, catalíticas, homogéneas y heterogéneas). Formulación y cálculo de ajustes cinéticos. Introducción al marco conceptual de catálisis con verificación de la etapa controlante de la velocidad. Selección de catalizadores. Interpretación y análisis conceptual de mecanismos de reacción a través de etapas elementales (hipótesis del estado pseudo estacionario o etapa controlante de la velocidad). Introducción a reacciones de polimerización.

Carga horaria por Unidad: 10

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

| Tipo de formación práctica   | Horas reloj |
|--|-------------|
| Formación experimental   | 10          |
| Análisis y resolución de problemas de ingeniería y estudios de casos | 80          |
| Formulación, análisis y desarrollo de proyectos.                     | 0           |

### Bibliografía Obligatoria:

- Macaño, H.; Servetti, G. (2020). *Apunte de la cátedra*.
- Scott Fogler, H. (2008). *Elementos de Ingeniería de las Reacciones Químicas*. (4ta edición). H. Pearson Education / Prentice Hall.

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

- Worstell, J. (2014). *Adiabatic Fixed-Bed Reactors*. Elsevier.
- Trambouze, P.; Euzen, J-P. (2004). *Chemical Reactors from Design to Operation*. Editions Technip, París.
- Helfferich, F.G. (2004). *Kinetics of Multistep Reactions*. (2da edición). Elsevier.

Carrera: Ingeniería Química

Asignatura: Escriba el nombre de la asignatura.

Ing. ROBERTO M. AUÍO S.L.  
Secretario Académico

- Luyben, W.L. (2007). *Chemical Reactor Design and Control*. AIChE. Wiley-Interscience.

## 11. Metodología de enseñanza

- **Lección Magistral Participativa.** Durante la clase se hará una introducción del nuevo tema a abordar. Luego, el/la estudiante deberá hacer lectura del respectivo tema, utilizando el material de apunte proporcionado por la cátedra. El profesor hará un acompañamiento personalizado durante este proceso y luego propiciará un espacio para el razonamiento y la reflexión del tema, con participación del alumnado. Con esto se trata de inducir a la modalidad de aprendizaje basada en la reflexión, fomentando su uso como herramienta para el proceso de formación y el ejercicio profesional. Para la comunicación se utilizará la expresión oral interactiva de los contenidos, comentarios, consultas, respuestas, ideas y opiniones, acompañada por herramientas complementarias como el uso del pizarrón, proyección con cañón y herramientas virtuales como la UV, videos y Mathcad como software de cálculos.
- **Resolución de Problemas.** Se propone el uso de guías de ejercicios que pongan en práctica las competencias que se intentan forjar (capacidad de cálculo, interpretación de resultados, decisiones técnicas, criterios de diseño y selección, propuesta de alternativas y verificación de performance). El profesor hará una introducción a cada problema troncal de los contenidos, seguido de un momento de interpretación, análisis y razonamiento del alumno/a, fomentando la búsqueda gradual de la solución de manera autónoma y asistido por los conocimientos previos. Se propone para el final del cuatrimestre, que cada estudiante genere su propio problema cerrado y/o abierto con su respectiva solución, relacionado a uno de los temas abordados, como ejercicio de creación, descubrimiento y/o definición de situaciones ingenieriles por resolver. Para acompañar durante el proceso de resolución de problemas se utilizará el software matemático MathCad, y herramientas interactivas como el uso del pizarrón, proyección con cañón, aula virtual (UV) y videos. Se prevé compartir resultados e intercambiar lecturas y análisis de los ejercicios, evitando la imitación de ejercicios resueltos que contribuye a la mecanización y desalienta el espíritu crítico.
- **Formación Experimental en Laboratorios de Acceso Local.** Luego del abordaje de la mayor parte del programa, en las dos últimas semanas de clase del calendario académico, se prevé la realización experimental de:
  - o Seguimiento de una reacción química en una operación tubular.

- Seguimiento de una reacción química en una operación de tanque agitado.
- Diagnóstico de reactores reales PFR y CSTR a partir de la función de distribución de tiempos de residencia.

Se propone el aprendizaje a través de la experiencia, propiciando instancias en las que no hay un único resultado, ni tampoco buenos, malos, mejores o peores. Sólo se busca sobre hechos fácticos, la reflexión que explique el resultado.

- **Operación de Instrumentos, Equipos y Máquinas en Ambientes de Acceso Local.** Se prevé la operación de:
  - PC para la ejecución de cálculos en Mathcad, en aulas del gabinete de informática.
  - Reactor de tanque agitado de vidrio de 20 L con intercambio de calor (Planta piloto).
  - Reactor tubular de vidrio con intercambio de calor (Planta piloto).
  - Planta de tratamiento de agua para su desmineralización a través de ósmosis inversa (Planta piloto).
  - Bombas, manifolds, sensores (temperatura, caudal y conductividad) y Sistema de Control y Adquisición de Datos (SCADA) - (Planta piloto).

## 12. Recomendaciones para el estudio

- Operar adecuadamente Mathcad.
- Reforzar con el ejercicio de resolución de problemas fuera de clase, desarrollando las guías de acuerdo a lo que vayan indicando los profesores en las clases.
- No utilizar los ejercicios resueltos de otros/as autores/as como guía de ejecución de los propios.
- Complementar el desarrollo propuesto por el apunte de la cátedra, con bibliografía de asistencia recomendada por los profesores.

## 13. Metodología de evaluación

El modelo de enseñanza basado en competencias implica la aplicación de metodologías e instrumentos de evaluación que permiten conocer, a docentes y estudiantes, el nivel de desarrollo de las competencias que aborda la asignatura.

- Evaluaciones parciales: Los temas del cuatrimestre se evalúan distribuidos en tres instancias parciales. El producto esperado es la resolución de problemas que ponen en práctica el ejercicio de las competencias buscadas. En acompañamiento a la evaluación de la destreza mostrada para resolver problemas, se propone la demostración del conocimiento de los principios en los que se sustenta el resultado hallado y la razonabilidad del mismo. También se propone una instancia de valoración de la capacidad lograda para proponer y verificar situaciones, condiciones y/o equipos, con respecto a estándares. La valoración del producto se efectuará a través de un muestreo aleatorio del universo de

temas abordados, con el uso de una rúbrica que permite evaluar y valorar el nivel alcanzado de cada resultado de aprendizaje.

- Entrega de problema de elaboración propia: Al final del cuatrimestre, cada alumno/a presentará un problema nuevo relacionado con alguno de los temas abordados, de diseño propio y acompañado de su solución. Se pretende valorar la creatividad y razonabilidad desplegada en el problema descripto, atendiendo los resultados de aprendizaje buscados. En consecuencia, se espera encontrar indicadores de desempeño en el cálculo, diseño, simulación, verificación y propuestas frente alguna problemática ingenieril escogida.
- Exposición oral: Las experiencias grupales abordadas en el laboratorio (planta piloto) deberán reportarse en un informe técnico de performance por escrito, cuya defensa será grupal y de manera oral al final del cuatrimestre. Se pretende valorar la expresión oral de comunicar un resultado técnico, defender, debatir y respetar los consensos y/o disensos resultantes de la intervención.

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       |
|---------------------------|-------------------------------|--|---|-----------------------------|
| RA 1                      | Unidades 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 | - Lección magistral participativa.<br>- Resolución de problemas. | Presentaciones escritas.                | 70 hrs / 100 hrs estudiante |
| RA 2                      | Unidades 2, 3, 4, 5, 6 y 7    | - Lección magistral participativa.<br>- Resolución de problemas. | Presentaciones escritas.                | 10 hrs / 10 hrs estudiante  |
| RA 3                      | Unidades 2, 3, 4 y 5          | - Lección magistral participativa.<br>- Resolución de problemas. | Presentaciones escritas.                | 20 hrs / 20 hrs estudiante  |
| RA 4                      | Unidades 1, 4 y 5             | - Lección magistral participativa.<br>- Resolución de problemas. | Presentaciones escritas.                | 10 hrs / 10 hrs estudiante  |
| RA 5                      | Unidad 6                      | - Lección magistral participativa.<br>- Resolución de problemas. | Presentaciones escritas.                | 10 hrs / 10 hrs estudiante  |

Ing. ROBERTO A. MUÑOZ  
 Secretario Académico

Carrera: Ingeniería Química

Asignatura: Escriba el nombre de la asignatura.

#### 14. Condiciones de aprobación

La escala de valoración es lineal [60% = 6 (seis)], y los promedios se redondean al entero más próximo. No se prevé la instancia de promoción de la cátedra.

Regularidad: Se considerarán regulares (aprobación de cursada), estudiantes que hayan:

- Asistido al menos al 75% de las clases.
- Aprobadas las tres evaluaciones parciales, con calificación igual o mayor a 4 (cuatro).
- Aprobado el problema de confección propia del alumno/a y su respectiva solución, con calificación igual o mayor a 4 (cuatro).
- Aprobada la exposición oral del Informe técnico de planta piloto, con calificación igual o mayor a 4 (cuatro).

Aprobación directa: Se considerarán aprobados, estudiantes que hayan:

- Asistido al menos al 75% de las clases.
- Aprobadas las tres evaluaciones parciales, con calificación igual o mayor a 6 (seis).
- Aprobado el problema de confección propia del alumno/a y su respectiva solución, con calificación igual o mayor a 6 (seis).
- Aprobada la exposición oral del Informe técnico de planta piloto, con calificación igual o mayor a 6 (seis).

Recuperatorio: Se podrán recuperar cualquiera de las tres instancias parciales o en forma integral, en una única oportunidad. Para cualquiera de las instancias, el recuperatorio reemplazará la nota del o los parciales, en la medida que mejore la calificación de lo que se está recuperando.

- El recuperatorio admitirá la regularización de la materia con calificación igual o mayor a 4 (cuatro).

El recuperatorio admitirá la aprobación directa, con calificación igual o mayor a 7 (siete), teniendo en cuenta que a la nota final lograda se le restará un (1) punto por el uso del recuperatorio.

#### 15. Modalidad de examen

Consiste en una evaluación escrita de los principios fundamentales en los que se sostienen las resoluciones de los problemas de la ingeniería de las reacciones químicas con el alcance planteado en el programa analítico. El desarrollo es sobre 3 temas seleccionados al azar, y aprobada esta instancia, luego resuelve problemas de aplicación de la ingeniería de las reacciones químicas en computadora, sobre algunos temas aleatorios del programa analítico completo. La escala de valoración es lineal [60% = 6 (seis)], y se aprueba con nota mínima de 6 (seis).

## 16. Recursos necesarios

### Institucionales:

- Gabinetes de informática.
- Proyector multimedia + pizarrón.
- Planta Piloto del Centro de Investigación y Transferencia en Ingeniería Química Ambiental (CIQA) de la Facultad Regional Córdoba (FRC).
- Universidad Virtual (UV).
- Software: Mathcad.
- Bibliografía.

### Profesores:

- Apunte de clase.
- Guías de problemas.
- PC + Mathcad.

### Estudiante:

- PC + Mathcad para resolver ejercicios fuera del horario de clase.
- Guardapolvo para el desarrollo de las experiencias de planta piloto.
- Calzado cerrado para el desarrollo de las experiencias de planta piloto.