

**FACULTAD REGIONAL ROSARIO  
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**

**TRABAJO DE  
PLANIFICACIÓN DE CÁTEDRA**

ASIGNATURA	PERIODO LECTIVO
<b>Integración IV</b>	<b>2002</b>

CARRERA	AREA	PLAN
INGENIERÍA QUÍMICA	Informática Aplicada a la Ingeniería Química	1995

RÉGIMEN DE DICTADO	CARGA HORARIA	CURSO
Annual	3 hs./semanales	4° año

DOCENTE A CARGO	CARGO	DEDICACIÓN
Nicolás José Scenna	Profesor Titular Int.	Exclusiva

NICOLAS J. SCENNA  
INTEGRACION IV  
PERIODO LECTIVO 2002

## CONSIDERACIONES GENERALES

Dentro del perfil y alcance en que la ordenanza 768 encuadra el plan de estudios de ingeniería química (1995), se delinean los contenidos mínimos de la asignatura Integración IV. Básicamente se refieren al estudio de la ingeniería de procesos, utilizando como herramienta el modelado de procesos y su resolución por métodos computacionales apropiados. Se centra el objeto de estudio dentro de este campo prioritariamente en la simulación de procesos químicos.

Simulación de Procesos es una disciplina relativamente reciente. Se basa en el avance importante realizado en las últimas décadas en el campo del modelado de procesos físico-químicos, el cálculo numérico y simbólico, junto a la evolución vertiginosa de la computación como ciencia y como herramienta auxiliar en la tarea del ingeniero, tanto en el diseño como en la producción.

En efecto, es sabido que el procedimiento metodológico fundamental para resolver un problema en ingeniería consiste en representarlo de una manera adecuada, de tal forma de lograr una sustitución del sistema real (equipo, proceso, etc.) por uno más adecuado para el tratamiento formal. Por lo general, las herramientas lógico-matemáticas nos brindan un marco útil para representar mediante un sistema de símbolos y reglas, el comportamiento de los sistemas reales.

Bajo el método científico se consolidan leyes y teorías en diversas ramas del conocimiento, las cuales son expresables por ejemplo, por medio de sistemas de ecuaciones diferenciales. En otras palabras, se logra construir un nuevo sistema, del cual conocemos sus *reglas de juego* y símbolos, como un resultado de un proceso de abstracción de la realidad. Obviamente, dado la gran complejidad de los fenómenos fisicoquímicos, estas construcciones abstractas, conocidas genéricamente como modelos, son sólo meras aproximaciones de la realidad. Por ejemplo, no es otra cosa lo que se realiza cuando en física utilizamos ecuaciones para describir el movimiento de una partícula, o resolvemos los balances correspondientes aplicando las leyes de conservación de la materia, energía o cantidad de movimiento; o bien cuando nos enfrentamos al diseño de un equipo según los procedimientos que conocemos a partir del campo de las *operaciones unitarias*.

Resulta evidente que no todo sistema de ecuaciones puede resolverse fácilmente, al menos desde el punto de vista analítico. Esto impuso a lo largo de la historia limitaciones importantes al tipo de modelos que podían resolverse, o de otra forma, la necesidad de recurrir a hipótesis inadecuadas o restrictivas (super-simplificaciones) para al menos poder tratar el problema. Es por ello también que en los orígenes de las ciencias tecnológicas los modelos podían ser considerados en gran medida como empíricos, esto es, con parámetros incorporados que surgían de experiencias, y no a partir de los primeros principios o leyes fundamentales. No debe extrañar que aún hoy, pese a todos nuestros avances, exista la necesidad de utilizar permanentemente parámetros en nuestros modelos, que no son otra cosa que la medida de nuestra ignorancia, y por lo tanto, implican la necesidad de reemplazar las leyes básicas por aproximaciones obtenidas de datos experimentales. Este es el caso por ejemplo de la estimación de las propiedades de equilibrio de mezclas de comportamiento altamente no ideal.

A medida que evolucionaron las diversas ramas de las matemáticas y con el advenimiento de la ciencia de la computación, poderosa herramienta complementaria al análisis numérico y simbólico, se abrieron caminos revolucionarios. Contar con herramientas más potentes para resolver sistemas de ecuaciones, o lo que es lo mismo, relativizar la necesidad de adoptar hipótesis inadecuadas al plantear modelos para resolver problemas complejos, resultó un gran paso adelante. Más aún, la velocidad de cálculo provocó que la dimensión abordable se incrementara rápidamente. En efecto, si bien el grado de complejidad conceptual para resolver la inversa de una matriz de dimensión tres es equivalente al de una de cinco mil, resulta obvio que la complejidad operativa o fáctica no resulta comparable. La computación ha barrido literalmente con

dicha limitación, haciendo ahora tratables problemas cuya dimensión es tal, que décadas atrás ni siquiera era pensable plantearlos. Paralelamente, surge la necesidad de plantear algoritmos eficientes, veloces, robustos, flexibles, etc.

Dentro de este contexto, uno de los propósitos más importantes de la asignatura Integración IV es enseñar al alumno, basándose en los conocimientos adquiridos en las asignaturas previas, a implementar modelos para resolver problemas comunes en el campo de la ingeniería química, resolverlos desde el punto de vista computacional, y otro punto importante, qué tipos de problemas (modelos) surgen al cubrir distintos aspectos de la ingeniería. En este punto resulta necesario que el alumno comprenda que los problemas de diseño, optimización, simulación dinámica o estacionaria, supervisión o diagnóstico de fallas en tiempo real, etc., tienen cada uno particularidades específicas, lo cual a su vez implica la conveniencia de utilizar modelos apropiados para cada caso. Por lo tanto, queda claro que al contarse con nuevas herramientas, existe una creciente necesidad para el ingeniero moderno: el aplicarlas eficientemente, y tener la capacidad de discernir la conveniencia de uno u otro enfoque, ante cada problema en particular (juicio ingenieril)

Debe quedar claro que la confección de modelos en ingeniería de procesos es una ciencia pero también un “arte”, y se necesitarán adquirir habilidades suficientes para tal fin. También es importante destacar que dado un modelo, la solución del mismo implica la aplicación de técnicas matemáticas (en nuestro caso generalmente técnicas de cálculo numérico) que exigen una adecuada y sólida preparación.

A la luz de esta breve descripción, se desprende que el alumno deberá lograr cierta disciplina y entrenamiento para ordenar lógicamente conceptos previamente adquiridos. Además, deberá lograr un habilidad suficiente para un adecuado planteo de problemas, y su correspondiente solución, mediante la utilización de herramientas computacionales para tal fin.

Por otra parte, el nuevo diseño curricular pretende promover una metodología que incentive una profunda relación docente – alumno, y fomentar prioritariamente la autogestión del alumno durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

#### *Importancia de la Asignatura en la Carrera*

Dentro de este contexto, es evidente que el introducir al alumno al manejo de simuladores comerciales, herramientas avanzadas de optimización y diseño, y lograr que sea capaz de desarrollar modelos y resolverlos por métodos numéricos y su correspondiente algoritmo computacional, se abre un campo enorme en su carrera profesional.

En efecto, hoy en día tanto en las empresas de diseño de ingeniería como en los grupos de proceso en plantas químicas resulta impensable el ejercicio de la profesión sin el conocimiento de las herramientas aquí citadas.

#### *Inserción de la Materia en la Carrera*

La asignatura Integración IV pertenece al tronco integrador del nuevo plan de estudios de la carrera de ingeniería química (ordenanza 768). Dentro de este contexto, la asignatura se relaciona con las otras integradoras, que abarcan desde la definición de la ingeniería química hasta la realización del proyecto final. En esta integración vertical, se tratará entonces de ubicar al alumno frente a las herramientas computacionales, y la importancia de las mismas en el ejercicio integral de su profesión. También por supuesto, de sus limitaciones. No solo desde el punto de vista técnico, sino económico y legal.

Durante el desarrollo de la asignatura se deberá establecer una relación vertical y horizontal con las asignaturas específicas que versan sobre los balances de materia, energía y cantidad de movimiento, el diseño de equipos, las operaciones unitarias, la termodinámica y la físico-química, las matemáticas, entre otras. En este sentido puede decirse que esta asignatura es una de las primeras en las cuales el alumno deberá “integrar “ una enorme cantidad de conocimientos previamente adquiridos, *con aquellos*

*impartidos en otras asignaturas en paralelo con el dictado de la misma.*

Por último, cabe señalar que la asignatura forma parte del área recientemente creada “Informática Aplicada a la Ingeniería Química”. Esta ha sido aprobada por el Consejo Académico (ver nota 5570 adjunta). Dentro del área se incluye además la orientación “Informática Aplicada a la Ing. De Procesos”, aprobada por resolución del Consejo Académico Nro. 314/98. Tiene por objeto lograr una orientación en la carrera del ingeniero químico enfatizando la utilización de métodos informáticos en la ingeniería de procesos.

#### *Relación con actividades de Investigación y Desarrollo*

Dado el continuo avance tanto en el campo de las ciencias de la computación como en el de la ingeniería de procesos, resulta imprescindible que la cátedra responsable de la asignatura esté relacionada profunda y activamente con tareas y proyectos de investigación y desarrollo. En este sentido, quien suscribe es director del GIAQ; grupo de investigación que soporta académicamente el área informática aplicada a la ingeniería química, dentro de la cual se inserta la asignatura bajo análisis, e investigador de CONICET; en temas directamente relacionados con el objeto de la materia.

Además, tanto en el GIAIQ como en el CONICET se desarrollan proyectos de investigación y actividades de transferencia al medio socio-productivo, así como la formación de recursos humanos de posgrado, en el área de referencia.

Esta situación permite presentar al alumno otra faceta, el llevar adelante trabajos y proyectos de investigación y desarrollo, como una de las bases imprescindible para el logro de innovaciones tecnológicas.

#### *Formación de Recursos Humanos*

La cátedra permitirá la formación de alumnos avanzados que así lo requieran, a través de la participación en proyectos de investigación en el GIAIQ (mediante becas de la facultad o ad-honorem) o bien como auxiliares de cátedra ad-honorem.

### **EVOLUCION HISTORICA. SITUACIÓN ACTUAL EN EL DICTADO DE LA ASIGNATURA**

El dictado de la asignatura correspondiente al nuevo plan de estudios (95) se comenzó en el año 1998. No obstante, la preparación de la misma, así como también su inserción en el área “informática aplicada a la ingeniería química”, se comenzó varios años atrás.

Bajo la dirección de quién suscribe, y dentro de las actividades de extensión académica del GIAIQ, y en el marco del plan de incentivos a los docentes-investigadores, se plasmó la organización de la cátedra, la confección de material bibliográfico, el armado de un centro de cómputos y la recopilación o confección de software específico para el dictado de la materia, la formación de recursos humanos, etc.

Resumidamente, la historia del proceso descrito se puede vislumbrar en el Apéndice I, la confección de material bibliográfico a través del libro “Modelado Simulación y Optimización de Procesos Químicos” editado por la UTN en el año 1999, (autor-editor N. Scenna), 825 páginas. Este libro, con ayuda de los lectores y cohortes sucesivas, cursantes de la asignatura Integración IV, quienes posibilitaron la confección de la correspondiente fe de erratas, tiene una segunda versión electrónica, en el siguiente sitio o página web: [www.modeladoingenieria.edu.ar](http://www.modeladoingenieria.edu.ar)

El mencionado sitio ha sido desarrollado dentro del GIAIQ, bajo la dirección de quien suscribe, ha sido habilitado por la RIU, y a la fecha tiene un promedio de visitas de más de 1000 estudiantes/profesionales mensuales de todo el mundo de habla hispana (ver estadísticas y material adjunto). El sitio es operativo y abierto a todo público desde mediados del año 2001. Su objetivo principal es servir de soporte académico al dictado del área informática aplicada a la ingeniería química, originada bajo la dirección de quien suscribe.

La formación de recursos humanos, los desarrollos de proyectos de investigación,

la transferencia de los conocimientos generados a las actividades de docencia, pueden vislumbrarse a través de los ejemplos citados más arriba, y a lo largo de los antecedentes, publicaciones, y demás actividades que se describen y están anexas a la presente propuesta de trabajo.

### **ORIENTACIÓN QUE SE LE DARIA A LA MATERIA ATENTO A LA DEFINICIÓN QUE IDENTIFICA EL PERFIL DEL PROFESIONAL TECNOLÓGICO**

Dentro de la UTN se define como perfil del profesional tecnológico a aquel capacitado para desarrollar sistemas de ingeniería y paralelamente aplicar la tecnología existente, comprometido con el medio, siendo factor de cambio, con capacidad de innovación, al servicio del crecimiento productivo, generando empleos y posibilitando el desarrollo social.

Resulta evidente que la innovación tecnológica en un mundo con creciente aceleración del proceso descubrimiento científico – aplicaciones tecnológicas - nuevos descubrimientos básicos, exige una preparación sólida en todos los campos. Resulta entonces fundamental el dominio de los fundamentos de la ingeniería química y de las herramientas informáticas pero no solo como un mero operador, sino también como un profesional capaz de programarlas, modificarlas, y/o dirigir un equipo multidisciplinario que las desarrolle a la medida del problema tecnológico a resolver.

Por otra parte, es claro que la formación no debe descuidar el aspecto del compromiso social. Es por ello que se tenderá a desarrollar paralelamente una formación humanística del futuro profesional, que facilite el compromiso con el país, la recuperación de la "MISTICA" y el sentido de pertenencia a un equipo, a una facultad, a una universidad, en definitiva a una nación.

Dentro de este contexto, se pretende enfatizar a través de ejemplos el valor económico y político que tiene el desarrollo tecnológico, y el gran esfuerzo de investigación y desarrollo que se necesita para llegar al mismo, el valor social de las tecnologías, su valor económico, y la imperiosa necesidad de lograr como profesionales en el futuro un espíritu crítico, estratégico, de compromiso con la comunidad que contribuyó a formarnos. Así mismo, a través del desarrollo de los prácticos y actividades grupales; se tenderá no solo a enseñarle al alumno a expresarse correctamente, a desarrollar informes ordenados y precisos, adecuados a cada situación; se tratará paralelamente de reforzar el espíritu de camaradería, enfatizar la importancia de la interdisciplina y el valor de todas las contribuciones, la necesidad del respeto mutuo, la debida consideración de las jerarquías, y al mismo tiempo, lograr la necesaria flexibilidad para enfrentar los problemas eficientemente, independientemente de las funciones que se tengan en la organización. Esto es, lograr una libertad responsable.

## PLANIFICACIÓN DE CATEDRA

### 1. ASPECTOS GENERALES

#### 1.1. Identificación

CARRERA	AREA
INGENIERÍA QUÍMICA	Informática Aplicada a la Ingeniería Química
ASIGNATURA	
Integración IV	

#### 1.2. Condiciones en que se desarrollará la asignatura

La presente planificación ha sido proyectada teniendo en cuenta las siguientes condiciones:

PLANTA DOCENTE			
CANTIDAD	CATEGORIA	DEDICACION	NOMBRE
1	Profesor Titular	Simple	Nicolás José Scenna
2	Auxiliares – J.T.P.	Simple	

ALUMNOS	
CANTIDAD DE ALUMNOS ESTIMADA PARA EL CURSADO . . . . .	20-25
CONOCIMIENTOS PREVIOS REQUERIBLES	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cálculo Numérico, Computación, Operaciones Unitarias, Cálculo de Reactores. Ingeniería de Procesos.</li> </ul>	

### 2. CARACTERISTICAS DE LA ASIGNATURA

#### 2.1. Plan de Estudios

UBICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIO			
ASIGNATURA			
INTEGRACION IV			
PLAN DE ESTUDIO	ÁREA	CURSO	CARÁCTER
1995	Inf. Apl. Ing. Qca. Dto: Ing. Qca	4º año	Teórico-Práctico
RÉGIMEN DE DICTADO	CARGA HORARIA		ACREDITACIÓN
Anual	3 hs./semana	90 hs. Totales	Promoción con examen final

## 2.2. Régimen de correlatividades

CORRELATIVIDADES	
ANTERIOR	POSTERIOR
Para el cursado: Haber cursado todas las asignaturas de los años anteriores.	Integración V. Proyecto Final.

## 2.2. Horarios de clases

HORARIOS DE CLASES Y RESPONSABLES					
CLASES TEÓRICAS					
TURNO	DÍA	HORARIO	COM	AULA	A CARGO DE
Noche	Juev.	18:20 a 19:05	#####	--	Nicolás J. Scenna
CLASES PRÁCTICAS					
TURNO	DÍA	HORARIO	COM	AULA	A CARGO DE
Noche	Vier.	18:20 a 19:45	#####	###	
CLASES DE CONSULTA					
TURNO	DÍA	HORARIO	AULA	A CARGO DE	
Tar	Vier.	17:30 a 18:20		Nicolás J. Scenna	

## 3. CONTENIDOS MINIMOS

CONTENIDOS MÍNIMOS (ORDENANZA 768)
Estudio de Procesos Significativos de Ing. Qca. Servicios Auxiliares. Búsqueda del tema de Proyecto. Ing. De Procesos: Análisis Definición. Introducción a la Simulación. Tipos de Simuladores Lógica de funcionamiento. Modelos matemáticos y uso del cálculo numérico. Aplicaciones: Desde caracterización de una corriente hasta técnicas de optimización. Contexto y evaluación económica.

## 4. OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERALES
<p>Los objetivos generales de la asignatura son complementarios con los objetivos detallados en la ordenanza Nro. 768 que aprueba el plan de estudios para la carrera de Ing. Qca. Además, la asignatura Integración IV forma parte del Area "Informática Aplicada a la Ing. Qca", en un todo de acuerdo con la filosofía que emana de tal ordenanza. Dentro de este contexto, se tienen objetivos relacionados con el alumno, relacionados con el docente, y los institucionales (éstos ya explicitados en la ordenanza arriba mencionada).</p> <p>Dentro de los objetivos relacionados con el alumno, podemos mencionar los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fomentar el trabajo grupal y una activa participación durante las clases</li> </ul>

- Promover el manejo de bibliografía diversa, para el conocimiento de la literatura básica y especializada.
- Estimular la creatividad
- Desarrollar su capacidad de análisis y el espíritu crítico  
Lograr una formación humanística.  
Enseñar a pensar en forma independiente y a fundamentar sus apreciaciones

Los objetivos relacionados con el docente son los que a continuación se detallan:

- Alcanzar una estrecha relación docente – alumno  
Fomentar la libertad responsable
- Fomentar la responsabilidad sobre los resultados obtenidos, la metodología seguida y las conclusiones arribadas.
- Facilitar el seguimiento de la materia
- Brindar una visión amplia del contenido de la asignatura y sus aplicaciones en las actividades comunes de los proyectos de ingeniería química.
- Enfatizar la importancia de los informes y memorias técnicas, tanto escritos como gráficos como herramienta de comunicación y de confiabilidad de los resultados de un proyecto, y la importancia de la informática como medio para facilitar dicha organización de datos, al igual que su procesamiento simbólico y numérico.  
Para el logro de estos objetivos es conveniente la organización adecuada de la cátedra a los efectos de plasmar en actividades concretas la utilización del hardware y software disponible como así también la organización de las actividades individuales y grupales de los alumnos.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Del contenido propuesto para la asignatura se deriva el planteo de los siguientes objetivos:

- Introducir al alumno al modelado de procesos por computadora.
- Introducir al alumno al concepto de diseño asistido por computadora.
- Introducir al alumno al análisis numérico y la optimización de procesos.
- Lograr una síntesis de lo aprendido en la carrera, por ejemplo, las formas de plantear un modelo físico, la resolución del sistema resultante, diversos tipos de modelos, su relación con la ingeniería, la termodinámica, la estimación de propiedades fisicoquímicas, los fenómenos de transporte, la cinética química, y el diseño de equipos de diversa índole.
- Lograr que el alumno domine las técnicas de simulación de procesos, tanto en estado estacionario como dinámico.
- Lograr que el alumno maneje adecuadamente simuladores comerciales. Esto significa tener habilidad para modelar un complejo químico, introducir los datos, seleccionar los parámetros e hipótesis adecuadas, procesar la información lograda mediante las simulaciones y preparar un reporte escrito (con las gráficas correspondientes) que indiquen las conclusiones obtenidas. Aquí resultará importante la identificación de la etapa del proyecto y su relación con la rigurosidad de los resultados requerida, si es necesario utilizar métodos de optimización, simulación estacionaria o dinámica, métodos fisicoquímicos simplificados o rigurosos, etc.
- Conseguir que el alumno pueda plantear un modelo para equipos específicos, logre seleccionar el método numérico adecuado para la solución del mismo, identificar los productos comerciales existentes para su implementación y/o programación por computadora, disponer de la habilidad y la capacidad para intercambiar opiniones con especialistas de otras disciplinas (métodos numéricos, análisis de sistemas, programación) a los efectos de implementar la solución informática adecuada.

- Dotar al alumno de un espíritu crítico respecto del uso de los productos informáticos, especialmente en la interpretación de los resultados, la noción de los errores posibles, su relación con el desempeño del equipo real de planta, la necesidad de disponer de criterio y juicio ingenieril, comprender las limitaciones de cualquier modelo por más riguroso que parezca, etc. Comprender claramente el concepto de modelo y realidad, resultados del simulador vs. planta piloto y proceso real. Implicancias.
- Adquirir nociones acerca del uso de los métodos informáticos en las distintas facetas de la vida profesional de un ingeniero químico, por ejemplo: diseño de equipos, diseño gráfico (lay - out, diagramas de cañerías e instrumentos, ingeniería de detalle), síntesis de procesos, síntesis del sistema de control, análisis de fallas, optimización de un proceso dado, análisis de operabilidad, supervisión en tiempo real, optimización en tiempo real, entrenamiento de personal mediante simulación en tiempo real, bases de datos para sistemas de información de planta, sus potenciales usos, etc. Lograr una adecuada interpretación de la tarea del modelado y simulación de procesos con respecto al contexto arriba mencionado.

## 5. METODOLOGIA DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE.

El método didáctico se basa en un amplio conjunto de técnicas que se eligen teniendo en cuenta los objetivos planteados, la eficacia del proceso enseñanza-aprendizaje, las características del grupo de alumnos y la responsabilidad del mismo sobre su propio aprendizaje. Dentro del método se encuentra la planificación del dictado de las clases y de los trabajos prácticos, como así también la organización de los trabajos grupales de desarrollo de un proyecto final para aprobar la materia, y los coloquios y seminarios a dictar por los alumnos a medida que avanzan en el mismo.

### 5.1 Clases Teóricas

Las clases teóricas son de tipo exposición con transparencias y/o usando el pizarrón. Se componen de la parte teórica y el análisis y discusión de los conceptos con ejemplos. En estas clases se desarrollan los temas de manera conceptual, tratando que el alumno adquiera los conocimientos de manera abstracta, plantee los problemas en el mundo de las ideas abstractas y luego proyecte la respuesta abstracta en el mundo real. Teniendo en cuenta esto y las características de la asignatura es que las clases teóricas consistirán en la presentación de los conceptos, su análisis y la descripción de sus principales aplicaciones. La exposición contendrá una parte introductoria donde se plantean los objetivos, y se ubica en el contexto de la materia. Luego una parte de desarrollo donde se exponen los contenidos en forma ordenada y clara. Finalmente una parte de conclusiones que contemple la revisión de los expuesto, recalcando lo contenidos más importantes.

### 5.2 Clases Prácticas

En estas clases se tenderá a que el alumno asimile los conceptos adquiridos en la clase teórica, tratando de despertar su interés por los temas tratados, de despejar sus dudas, favoreciendo la fijación de los conocimientos por medio de la resolución de diversos problemas. En estas clases el docente deberá evaluar el grado de asimilación de los conocimientos. Para cumplir con esto deberá fomentar la discusión y una amplia

participación del alumno, a través de la presentación de cuestionamientos que induzcan a este último a un análisis riguroso de los conceptos. Ayudará a estos objetivos la aplicación de los conocimientos a ejemplos característicos y a que se enfrenten con el problema en forma individual.

La metodología a emplear en estas clases deberán tender a lograr en el alumno la capacidad de:

Saber plantear. Esto implica que ante un problema concreto se debe comprender que el planteo del problema es parte de la solución. El acto de modelar es una creación intelectual, en parte un "arte". Para ello se requiere entrenamiento, práctica, habilidades.

Saber Simplificar o Suponer. El mundo real es sumamente complejo. Los modelos solo tratan de representar esa realidad de manera conveniente, en función del problema a resolver. Entonces, en el mundo ingenieril, si las hipótesis adoptadas son incorrectas, invariablemente la solución es inadecuada, impráctica, inútil, incorrecta. Se puede haber logrado con habilidad, y con poco esfuerzo, una solución elegante, pero que no representa la realidad en la medida de lo necesario, se puede haber trabajado arduamente para encontrar una solución rigurosa, pero gastando tiempo ya que para el problema en cuestión con solo una aproximación bastaba. Se requiere entonces un profundo conocimiento de los fundamentos de la ingeniería química, y capacidad para relacionar el mundo abstracto de los principios y las ecuaciones con la realidad fáctica ingenieril a los efectos de lograr el conjunto de hipótesis adecuado.

Saber recopilar la información necesaria. Todo problema real exige un esfuerzo de actualización en el campo o dominio en cuestión. Se debe estar familiarizado con los métodos modernos de búsqueda de información.

Saber resolver adecuadamente: Aquí debe remarcarse que si el problema ha sido bien planteado, si existe la información necesaria, si el conjunto de hipótesis esta claro, si existe una visión precisa del alcance necesario para la solución buscada, todo problema puede ser encarado y resuelto. Si por alguna razón resulta muy complicado proceduralmente en la parte matemática, computacional, etc., se podrá recurrir a especialistas en el campo, lograr soluciones acotadas pero útiles, etc.

### *Trabajos Prácticos*

Los trabajos prácticos tienen como objetivo el desarrollar el razonamiento del alumno para que sea capaz de relacionar los conceptos teóricos con situaciones reales, estimularlo para el trabajo en equipo y la importancia del aporte de ideas, aplicar los conocimientos adquiridos para ganar confianza en la teoría y verificar sus limitaciones, contribuir al desarrollo de la creatividad del alumno mediante el planteo de situaciones novedosas a las originalmente propuestas y demostrar la necesidad de documentar el trabajo realizado.

Los trabajos prácticos consistirán en resolución de ejercicios, resolución de problemas, utilización de laboratorio informático, trabajos de investigación bibliográfica, proyectos, etc.

Se utilizarán simuladores comerciales para tareas específicas dentro del desarrollo de una ingeniería básica de un proceso químico.

En función de la integración de la asignatura con las otras integradoras, en especial Integración V, los trabajos prácticos pueden incluir parte del desarrollo del proyecto final.

Se instrumentarán trabajos prácticos para realizar en forma individual y en forma grupal, en casa, en el aula, y en el laboratorio informático.

### 5.3 Clases de Consulta

Destinadas a resolver las dudas que los estudiantes tienen para resolver los trabajos prácticos.

### 5.4 Otras Clases

Clases de apoyo en temas específicos según necesidades (clases a convenir, fuera del horario habitual).

## 6. ORGANIZACION DE LA CATEDRA

*Pautas generales:* Para lograr un funcionamiento dinámico y efectivo del método didáctico, es necesario el trabajo en equipo y el intercambio de ideas de los profesores de la materia. Esto posibilita una mejor programación de las tareas educativas, permite el trabajo coordinado en la implementación de las distintas actividades docentes, consignando de este modo un alto rendimiento. Para dar espacio a estas discusiones, los docentes de la cátedra se deberán reunir periódicamente durante el desarrollo del dictado de las correspondientes asignaturas.

*Información y Comunicación:* La cátedra deberá tener un medio de comunicación fluido con los alumnos. Esto se puede lograr mediante un simple transparente donde figuren las actividades de la cátedra, los cronogramas de utilización de los recursos, del desarrollo de los distintos seminarios, etc.; bibliografía y apuntes implementados, y toda otra información que se desee comunicar. Asimismo, es importante el establecimiento de horarios de consulta semanales fijos, como un modo de incrementar y mejorar la relación docente-alumno y de cubrir las distintas necesidades de los alumnos. Se tenderá a utilizar internet y la página Web desarrollada para facilitar esta tarea.

*Participación en la vida de la Universidad:* Con el objeto de tener un visión global de la marcha del curso, se requiere que los docentes de la cátedra tengan un efectivo intercambio de ideas con los demás docentes de la carrera, donde pueda resultar beneficioso el compartir ideas y experiencias, así como la evolución que muestre el alumno en las distintas áreas al asimilar conocimientos informáticos para el desarrollo de sus actividades. Esto exige que los docentes de la cátedra trabajen integrados al departamento de ingeniería química y los demás organismos de control y planificación de la Facultad, participando de las reuniones de discusión y organización de la enseñanza.

*Material de estudio:* Dentro de las actividades de la cátedra debe tenerse en cuenta la elaboración de apuntes sobre temas donde no exista material disponible para los alumnos, donde se necesite un ordenamiento de los conceptos o se deba clarificar el material existente. En general se considera que gran parte de la materia deberá ser cubierta en estas condiciones, debido a la gran cantidad de conocimientos que deben integrarse para el desarrollo de los contenidos temáticos de las distintas asignaturas que componen la orientación. Aquí nuevamente se destaca la bibliografía específica elaborada y la página web ([www.modeloingenieria.edu.ar](http://www.modeloingenieria.edu.ar)) implementada para tal fin.

**Medios didácticos:** Los medios didácticos cumplen un papel importante en la enseñanza. Abarcan el uso de diapositivas y transparencias en el dictado de clases, constituyendo un apoyo importante para la presentación de esquemas, diagramas, resumen de objetivos y conclusiones, como así también el uso de métodos audiovisuales de avanzada, los cuales podrán ser utilizados para la ejemplificación del funcionamiento de diversos utilitarios en la resolución de problemas de ingeniería.

*Otras actividades vinculadas al dictado de la asignatura*

Se tratará de establecer una integración con algún trabajo práctico en una asignatura que utilice la planta piloto para comparar los resultados del modelo (simulación) con los del sistema real.

## 7. EVALUACION

<b>EVALUACION DEL PROCESO</b>	
<p>- Durante las clases se realizarán preguntas específicas a los estudiantes que permitan vislumbrar el grado de asimilación de los conceptos fundamentales, y su capacidad de relacionarlos con situaciones diversas planteadas con un objetivo didáctico específico.</p> <p>- Se analizarán los resultados de los trabajos prácticos.</p> <p>- Presentación y evaluación de un trabajo final de una planta química.</p>	
<b>EVALUACIÓN DE RESULTADOS</b>	
<p>Evaluación final: La evaluación final debe ser una medida de lo asimilado por el alumno durante el proceso de enseñanza - aprendizaje.</p>	
<input type="checkbox"/> Régimen de promoción sin examen final.	<input checked="" type="checkbox"/> Régimen de promoción con examen final.

<b>REGULARIZACIÓN</b>
<p>El régimen de regularización de la materia consiste de dos aspectos: La asistencia a clases y la aprobación de los trabajos prácticos.</p> <p>Se analizarán los resultados de los prácticos y de los trabajos finales (diez trabajos prácticos).</p>
<b>SISTEMA DE PROMOCIÓN CON EXAMEN FINAL</b>
<p>Aprobar el examen final. Este examen constará de dos partes:</p> <p>- Examen de problemas, que consistirá en la resolución de casos concretos de complejidad similar a los realizados en la clase de problemas durante el cursado de la materia.</p> <p>- Examen teórico, donde se evaluará la fijación de los conceptos teóricos, su análisis y aplicación a diversos ejemplos. Este examen puede ser oral o escrito.</p>

## 8. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

### 8.1. Período de actividad

CICLO DE DICTADO						
<input type="checkbox"/> Cuatrimestr.	<input checked="" type="checkbox"/> Anual	Desde	25/03	Hasta	22/11	28 semana s reales

### 8.2. Cronograma de clases teóricas

SEMANA DEL	SEMANA NRO.	UNIDAD	% AVANCE	TEMA
25/03	1		0%	<i>Feriado</i>
01/04	2	1	3.5 %	<i>Unidad I</i>
08/04	3	2	7 %	<i>Unidad I</i>
15/04	4	2	7 %	<i>Examen. Séptimo llamado año 2001.</i>
22/04	5	2	10.5 %	<i>Unidad II</i>
29/04	6	2	14 %	<i>Unidad II</i>
06/05	7	4	17.5 %	<i>Unidad III</i>
13/05	8	5	21 %	<i>Unidad IV</i>
20/05	9	5	21 %	<i>1r llamado a examen 2002</i>
27/05	10	6	24.5 %	<i>Unidad IV / UNIDAD V</i>
03/06	11	6	28 %	<i>Unidad V:</i>
10/06	12	6	31.5%	<i>Unidad VI:</i>
17/06	13	6	35 %	<i>Unidad VI: (jueves feriado)</i>
24/06	14	6	38.5%	<i>Unidad VI:</i>
01/07	15	6	42 %	<i>Unidad VI:</i>
08/07	16	7	45.5%	<i>Unidad VI:</i>
15/07	17	7	45.5%	<i>2do. Llamado examen 2002.</i>
22/07	18	7	45.5%	<i>Receso</i>
29/07	19	7	45.5%	<i>3er. Llamado examen 2002.</i>
05/08	20	7	49 %	<i>Unidad VII:</i>
12/08	21	7	52.5%	<i>Unidad VII:</i>
19/08	22	8	56 %	<i>Unidad VII:</i>
26/08	23	8	59.5%	<i>Unidad VIII:</i>

02/09	24	9	63 %	<i>Unidad VIII / IX:</i>
09/09	25	9	66.5%	<i>Unidad IX:</i>
16/09	26	9	66.5 %	<i>4to llamado a examen 2002.</i>
23/09	27	9	70 %	<i>Unidad IX:</i>
30/09	28	10	73.5 %	<i>Unidad IX:</i>
07/10	29	10	77 %	<i>Unidad X:</i>
14/10	30	10	80.5%	<i>Unidad X:</i>
21/10	31	10	84 %	<i>Unidad X:</i>
28/10	32	10	87,5%	<i>Unidad X:</i>
04/11	33	10	91 %	<i>Unidad X:</i>
11/11	34	11	94.5%	<i>Unidad XI:</i>
18/11	35	11	100 %	<i>Unidad XI:</i>

### 8.3. Cronograma de clases prácticas

FECHA	SEMANA	UNIDAD	% AVANCE	TEMA
29/04	6	2	14 %	<i>Unidad II</i>
06/05	7	4	17.5 %	<i>Unidad III</i>
24/06	14	6	38.5%	<i>Unidad VI:</i>
12/08	21	7	52.5%	<i>Unidad VII:</i>
19/08	22	8	56 %	<i>Unidad VII:</i>
02/09	24	9	63 %	<i>Unidad VIII</i>
23/09	27	9	70 %	<i>Unidad IX:</i>
28/10	32	10	87,5%	<i>Unidad X:</i>
04/11	33	10	91 %	<i>Unidad X:</i>

### 9.4. Cronograma de otras clases

FECHA	SEMANA	UNIDAD	% AVANCE	TEMA

## 10. PROGRAMA ANALÍTICO

ASIGNATURA			PERIOD O LECTIVO
Integración IV			2002
CARRERA		AREA	
INGENIERÍA QUÍMICA		Informática Aplicada a la Ing. Qca.	
PLAN DE ESTUDIO	DTO.	CURSO	CARÁCTER
1995	Ing. Qca.	4° año	Teórico-Práctico
RÉGIMEN DE DICTADO	CARGA HORARIA		ACREDITACIÓN
Anual	3 hs./semana	90 hs. Totales	Promoción con examen final
CONTENIDOS			
<p><b>Tema 1: INTRODUCCION A LOS METODOS INFORMATICOS APLICADOS AL MODELADO EN INGENIERIA.</b> Ingeniería de Procesos. La tarea del Ingeniero de Procesos. Métodos de diseño modernos. Herramientas de modelado. La computadora como herramienta del ingeniero. Aplicaciones. Importancia. Objetivos del curso. Estructura del plan de estudios. Condiciones del cursado. Introducción al problema de diseño de procesos químicos. Ingeniería de Procesos. Etapas en la tarea de diseño. Síntesis. Simulación. Optimización. Evolución histórica. Métodos numéricos como herramienta para el modelado de procesos en Ingeniería Química. Breve introducción a la tarea de la síntesis de procesos químicos. Espacio de soluciones del problema. Distintos enfoques para abordar el problema de síntesis. Descomposición del problema en sub-problemas. Ejemplos: Introducción a la Síntesis de la red de intercambiadores. Síntesis de sistemas de separación. El criterio ingenieril. Sistemas de gerenciamiento de información. Paradigmas informáticos. Diseño Asistido por Computadora. Sistemas integrados de información. Introducción. Breves Nociones.</p> <p><b>Tema 2: METODOS NUMERICOS BÁSICOS APLICABLES EN EL CAMPO DE LA SIMULACION DE PROCESOS EN ESTADO ESTACIONARIO.</b> Conceptos básicos. Métodos básicos. Discusión de la convergencia. Método de Newton - Raphson. Usos de la derivada de la función. Sustitución directa o aproximaciones sucesivas. Aceleradores de convergencia. Procedimiento de Wegstein. Solución de sistemas de ecuaciones lineales simultáneas. Planteo del problema. Métodos directos. Eliminación gaussiana. Análisis de errores. Métodos iterativos básicos. Método de Gauss - Seidel. Problemas propuestos. Resolución numérica de sistemas de ecuaciones no lineales. Métodos de Newton - Raphson. Linealización. Matrices tridiagonales. Método de Thomas. Extensión del método de Thomas a matrices tridiagonales en bloque. Método de sustitución directa o aproximaciones sucesivas. Ejercitación Práctica. Resolución de Problemas.</p> <p><b>Tema 3: SISTEMAS DE ECUACIONES DE GRAN DIMENSION Y POCO DENSOS.</b> Análisis estructural de sistemas de elevada dimensión. Nociones del algoritmo de Steward para la determinación del conjunto de salida. Especificaciones de variables y grados de libertad de un sistema de ecuaciones. Algoritmos para la selección de variables a especificar. Sistemas cíclicos. Algoritmos de particionado, rasgado y ordenamiento. Arquitectura modular secuencial. Método de particionado de Norman (1965). Algoritmo de particionado de Keham y Shacham. Rasgado del diagrama de flujos o grafo. Algoritmo de Barkeley y Motard (1972). Etapa de ordenamiento. Ejercitación Práctica. Resolución de Problemas.</p> <p><b>Tema 4: ESTIMACION DE PROPIEDADES TERMODINAMICAS. REVISIÓN</b> <i>Propiedades termodinámicas de equilibrio.</i> Revisión de sistemas termodinámicos. Revisión de</p>			

equilibrio líquido - vapor. Correlaciones para la estimación de la presión de vapor. Estimación de presión de vapor de cortes de petróleo. Equilibrio líquido - vapor en sistemas semi-ideales. Propiedades termodinámicas de mezclas ideales a bajas presiones. Propiedades termodinámicas de mezclas ideales a presiones bajas a moderadas. Equilibrios de fases en sistemas no ideales. Teoría de soluciones regulares y correlaciones de Chao - Seader y Grayson - Streed. Ecuaciones que describen coeficientes de actividad de la fase líquida. Ecuación de Margules. Ecuación de Van Laar. Ecuación de Wilson. Ecuación NRTL. Ecuación Uniquac. El método Unifac. Uso de datos experimentales para calcular constantes. Cálculo de coeficientes de actividad. Coeficientes de actividad a dilución infinita. Equilibrio líquido - vapor a altas presiones. Modelos para la fase vapor a presiones altas. Fenómenos críticos en las mezclas a altas presiones. Selección del método para la predicción de propiedades del equilibrio líquido - vapor.

*Repaso de entalpías de exceso.* Repaso de métodos para la estimación del calor latente de vaporización. Métodos para la estimación de la capacidad calorífica. Capacidad calorífica de gases ideales. Capacidad calorífica de mezclas de gases ideales. Capacidad calorífica de líquidos puros. Densidad de líquidos. Estimación de propiedades termodinámicas de transporte. Viscosidad. Conductividad térmica de gases a baja presión. Conductividad térmica de mezclas de gases a baja presión. Conductividad térmica de líquidos. Coeficiente de difusión. Estimación de propiedades físico-químicas y simulación de procesos.

#### **Tema 5: SIMULACION DE PROCESOS QUIMICOS.**

Introducción. Métodos de simulación. Evolución Histórica. *Simulación cualitativa y cuantitativa. Simulación estacionaria y dinámica.* Simuladores de procesos químicos complejos. Simuladores de procesos en estado estacionario modulares secuenciales vs. simuladores globales. Simuladores "híbridos". Arquitectura de un simulador de proceso estacionario. Simuladores Comerciales

#### **Tema 6: SIMULACIÓN DE EQUIPOS DE PROCESO**

*Simulación de módulos sencillos: sumadores, divisores, intercambiadores sencillos. Simulación de evaporadores flash.* Introducción. Flash isotérmico. Flash adiabático. Flash a fracción de vaporización (o de licuefacción) dada. Otras especificaciones para el equipo flash. Otras aplicaciones de los algoritmos para simulación de evaporadores flash. Separadores líquido - líquido. Cálculos de puntos de burbuja y rocío. Temperatura de burbuja. Temperatura de rocío. Determinación de la fase de un sistema dado.

*Modelado de equipos de separación multicomponentes en cascadas contracorriente múltiple etapa.* Introducción. Repaso del concepto de etapas de equilibrio. Repaso de eficiencia de etapa. Simulación de cascadas múltiple etapa basado en el concepto de etapas de equilibrio. Métodos de resolución aproximados. Repaso de los métodos de etapa a etapa. Métodos de resolución matriciales (semi-rigurosos). Modelo matemático. Métodos rigurosos de resolución simultánea. Sistema de ecuaciones. Estructura del jacobiano. Procedimiento numérico de resolución. Opciones estructurales. Métodos jerárquicos con dos niveles de iteración (inside - out). Métodos de relajación. Múltiples soluciones en equipos de separación multicomponentes múltiple etapa.

Ejercitación Práctica. Resolución de Problemas.

#### **Tema 7: INTRODUCCION A LAS CARACTERISTICAS DE UN SIMULADOR MODULAR SECUENCIAL.**

Estructura de un simulador modular secuencial en estado estacionario. Modelado de equipos para simulación de procesos. Banco de Modelos. Breve descripción de los distintos módulos de equipos presentes en un simulador modular de procesos químicos. Banco de modelos para la estimación de propiedades físico-químicas. Aspectos básicos a tener en cuenta en el uso de un simulador de procesos modular secuencial en estado estacionario. Simuladores comerciales mas difundidos (ASPEN, PRO-II, HYSYM, CHEMCAD, etc.).

Introducción al uso de simuladores comerciales. Ejercitación práctica. Simulación de Procesos químicos. Distintas etapas durante el desarrollo de un proyecto de ingeniería básica.

#### **Tema 8: INTRODUCCION A LA OPTIMIZACION DE PROCESOS.**

Introducción. Formulación del modelo. Teoría y algoritmos de optimización. Repaso de

Programación lineal (PL). Solución gráfica de PL. El algoritmo simplex. Programación no lineal. Teoría clásica de la programación no lineal (PNL). Programas matemáticos no condicionados. Programas matemáticos condicionados por igualdades. Problemas condicionados por desigualdades. Algoritmos para resolver PNL. Restricciones univariadas. Algoritmos para resolver PNL multivariadas sin restricciones. Algoritmos para PNL con restricciones. Introducción a la Simulación de procesos por computadora y su relación con optimización. Distintos enfoques. Enfoque global. Enfoque modular simultáneo. Optimización de procesos con el enfoque modular secuencial. Métodos de caja negra. Optimos locales. Métodos de camino no factible. Métodos de camino factible. Métodos híbridos. Optimización de procesos con el enfoque global. Optimización de procesos con el enfoque modular simultáneo. Simuladores comerciales que incorporan optimizadores. Introducción a su manejo. Ejercitación práctica.

**Tema 9: METODOS NUMERICOS. APROXIMACION PARA LA SOLUCION DE ECUACIONES DIFERENCIALES ORDINARIAS.**

Introducción. Ecuaciones diferenciales ordinarias de orden n. Solución de ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden. Aproximación a la solución mediante expansión en series de Taylor. Métodos explícitos de resolución de EDOs. Método de Euler. Métodos de Runge - Kutta. Métodos de múltiple paso. Métodos predictores- correctores. Sistemas de ecuaciones diferenciales. Introducción a los sistemas Stiff. Ejercitación Práctica. Problemas propuestos.

**Tema 10: SIMULACION DINAMICA DE EQUIPOS DE PROCESOS**

Introducción. Simulación dinámica de equipos sencillos de proceso. Modelo para la simulación dinámica de un separador flash. Ejemplos de aplicación. simulación dinámica de equipos de separación múltiple etapa en contracorriente. Modelos para sistemas de separación múltiple-etapa multicomponente en contracorriente. Sistema de ecuaciones del modelo. Procedimientos de cálculo. Ejemplos de aplicaciones específicas: Destilación batch. Otros equipos. Problemas de modelado y disponibilidad de módulos en simuladores comerciales. Simulación de Plantas Completas. Simuladores comerciales dinámicos (HYSYS, Aspen, etc.). Su utilización. Ejercitación práctica. Distintas etapas durante el desarrollo de un proyecto de ingeniería básica.

**Tema 11: METODOS, ESTRUCTURAS Y MODELOS PARA LA SIMULACION DE PROCESOS BATCH.**

Introducción. El rol de los procesos batch en la industria química. Aplicación de la simulación en la ingeniería de procesos batch. Características de los procesos batch. Los sistemas de simulación. Simuladores batch comerciales.

**PRESUPUESTO HORARIO:**

La asignatura dispondrá de tres horas semanales anuales. Además será necesario una cierta carga horaria adicional para consultas sobre los trabajos prácticos personalizados, parte de los cuales se realizarán en el centro de cómputos del GIAIQ o del Departamento de Ingeniería Química, estando ambas redes enlazadas. El resto se realizara en casa, y suponen un esfuerzo de cierta magnitud.

Se dispone del material y la infraestructura necesaria para el dictado de la asignatura y el desarrollo de los trabajos prácticos necesarios para una cantidad máxima de alumnos estimada en (20-25).

**DOCENTES RESPONSABLES:** Dr. Nicolás J. SCENNA  
Dra. Sonia J. BENZ  
Dr. Alejandro S. M. SANTA CRUZ

**INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE**

<p>- Se dispone de acceso al centro de cómputos del Departamento de Ing. Qca., con seis equipos computadores personales pentium, con capacidad para albergar simuladores y software ingenieril. La red del Dto. Ing. Qca. se encuentra conectada a la red del Grupo de Investigación Aplicada a la Ing. Qca (GIAIQ).</p> <p>- Diversos Utilitarios.</p> <p>- Cañón para proyección de imágenes de PC's, a los efectos de facilitar las clases teórico - prácticas inherentes al manejo de simuladores y software específico.</p> <p>Además, se dispone de los siguientes elementos a través del (GIAIQ), que brinda soporte al área "Informática Aplicada a la Ing. De Procesos", dentro de la cual se encuentra la asignatura "Integración IV":</p> <p>- Simuladores: HYSIS</p> <p>- Simuladores Específicos de desarrollo propio. Demos</p> <p>- Diversos utilitarios (demos).</p> <p>- Sala de cómputos, nueve computadores personales (dos con desperfectos a subsanar) y dos impresoras conectados en red, según la siguiente descripción:</p> <p>1 PC K6 II (400 Mhz) 64 Mb de RAM, HD de 8Gb, monitor color super VGA, CD Rom.</p> <p>1 PC K6 II (400 Mhz) 64 Mb de RAM, HD de 8Gb, monitor color super VGA, CD Rom, CD Rom Writer.</p> <p>1 PC K6 II (500 Mhz) 64 Mb de RAM, HD de 8Gb, monitor color super VGA, CD Rom, 1 Carry.</p> <p>1 PC 6x86 (330 Mhz), 64 Mb de RAM, HD 6 Gb, monitor color super VGA.</p> <p>1 PC Pentium II (350 Mhz), 120 Mb de RAM, 1HD 8 Gb, 1 HD 4 Gb, monitor color super VGA, CD Rom.</p> <p>1 PC Pentium (166 Mhz), 32 Mb de RAM, 1HD de 1 Gb, monitor color super VGA.</p> <p>1 PC Pentium MMX (233 Mhz), 64 Mb de RAM, 1HD de 4 Gb, monitor color superVGA.</p> <p>1 Impresora Color Inyección de Tinta Epson Stylus.</p> <p>1 Impresora Laser HP-1100 con Scanner página en blanco y negro.</p> <p>Biblioteca de la facultad, del departamento, del GIAIQ, personal, con volúmenes suficientes para una cohorte normal.</p> <p>1 local de 6m x 4.9 m – Oficina y centro de cómputos (GIAIQ)</p>
--

## 10. BIBLIOGRAFIA

AUTOR	NOMBRE DE LA OBRA	EDITORIAL	EDICIÓN
Beveridge G.S.G	Optimization: Theory and Practice	McGraw-Hill Book Company	1970
Husain A.	Chemical Process Simulation	John Wiley & Sons	1986
Edgar T.F., Himmelblau D.M.	Optimization of Chemical Proceses	McGraw Hill, Boston.	1988
Ingham J., Dunn I.J.,	Chemical Engineering Dynamics. Modelling with PC Simulation	VCH, Weinheim.	1994

Heinzle E., Prenosil J.E.	Modelling with PC Simulation		
Franks R. G. E	Modeling and Simulation in Chemical Engineering	John Wiley & Sons	1972
Reid, R.	The properties of gases And Liquids	Mc Graw-Hill	1976
Reklaitis G.V, et al.	Engineering Optimization. Methods and Applications.	John Wiley and Sons	1983
Scenna N., et al.	Modelado, simulación y optimización de procesos químicos.	UTN	1999
	Manuales de HYSYS		

AUTOR	NOMBRE DE LA OBRA	EDITORIAL	EDICIÓN
	Manuales y Folletos de demos de software		

## 11. OBSERVACIONES

Algunos de los libros citados están en biblioteca o en proceso de compra. Los restantes están disponibles a través de fotocopias o apuntes distribuidos por la cátedra.

Se enfatiza el uso de internet para lograr bibliografía propia.

El tiempo asignado a la materia es escaso. El logro de los objetivos se va logrando gracias a las herramientas auxiliares creadas: bibliografía en español, página web sobre el tema y la formación de becarios y auxiliares de cátedra ad-honorem. Se ha formado a través del trabajo de los últimos años literalmente una “pirámide” de conocimientos y recursos humanos (a través de las actividades de alumnos avanzados de la carrera en las becas del GIAIQ, en proyectos de investigación y el consiguiente proceso de formación y autoformación) que cumplen un papel fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En efecto, estos alumnos son compañeros, y a la vez instructores, de los menos formados, lográndose una actividad “auto-organizada”, en equipo, con libertad responsable, con objetivos, con informes, etc., en donde el docente es solo un miembro más del equipo. El efecto resultante es no solo la colaboración con los proyectos del GIAIQ, sino que también se “derrama” sobre los alumnos cursantes de la asignatura las oportunidades y el espacio fundamental para lograr el aprendizaje de las herramientas computacionales, los conceptos, la experiencia, etc., con el único techo de su tiempo disponible y dedicación puesta en juego. Las clases prácticas y las clases “libres” de consulta –las instalaciones del GIAIQ están abiertas a toda hora y son de libre acceso a los alumnos a condición de incorporarse a la citada “organización del trabajo en equipo y aceptar las reglas establecidas”- son el

medio para ello. Aquí más de 10 alumnos avanzados actúan como auxiliares de cátedra, lográndose para los alumnos más inquietos, casi una enseñanza “práctica” personalizada. Nótese que en esta actividad, se logra que los alumnos interactúen con publicaciones internacionales en inglés, en revistas de reconocido prestigio, planes de estudio de otras universidades de diversos países, aplicaciones y desarrollos de empresas del primer nivel internacional, etc.

Facultad Regional Rosario,  
Universidad Tecnológica Nacional  
., 10 de marzo de 2002.-

NICOLAS JOSÉ SCENNA

INTEGRACIÓN IV  
PERIODO LECTIVO 2002