



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Rosario

Rosario, 5 de diciembre de 2017

VISTO el Expediente ID N° 8086759, relacionado con el programa analítico de la asignatura *Matemática Superior Aplicada*, de la carrera Ingeniería Química, y

CONSIDERANDO

Que los objetivos y contenidos del mismo se ajustan a la reglamentación vigente.

Que dicho programa cuenta con el aval del respectivo Consejo Departamental.

Que la Comisión de Enseñanza evaluó la presentación y aconsejó su aprobación.

Por ello y atento a las atribuciones otorgadas por el artículo 85° del Estatuto Universitario.

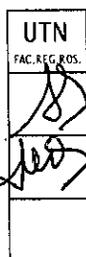
EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD REGIONAL ROSARIO
DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

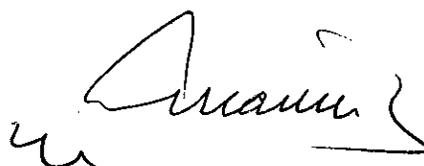
RESUELVE:

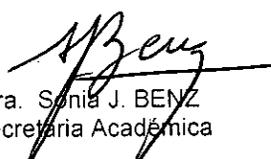
ARTÍCULO 1°.- Aprobar el programa analítico de la asignatura *Matemática Superior Aplicada*, que se agrega como Anexo I de la presente resolución, de la carrera Ingeniería Química.

ARTÍCULO 2°.- Regístrese. Comuníquese. Cumplido, archívese.

RESOLUCIÓN N° 752/2017




Ing. Rubén F. CICCARELLI
Decano


Dra. Sonia J. BENZ
Secretaría Académica



PROGRAMA ANALÍTICO
ANEXO I
RESOLUCIÓN N° 752/2017

I. DATOS GENERALES DE LA ACTIVIDAD CURRÍCULAR

ASIGNATURA			
Matemática Superior Aplicada			
CARRERA	DEPARTAMENTO	PLAN DE ESTUDIOS	CARÁCTER
Ingeniería Química	Ingeniería Química	2004	Obligatoria
CARGA HORARIA ANUAL (hs cátedra)		RÉGIMEN DE DICTADO	
96		Anual	

II. OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERALES

Los objetivos generales de la asignatura son complementarios con los objetivos detallados en la ordenanza Nro. 1028 que aprueba el plan de estudios para la carrera de Ingeniería Química. Además, la asignatura Matemática Superior Aplicada forma parte del Área Informática Aplicada a la Ingeniería Química, 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 e institucionales (éstos ya explicitados en la ordenanza antes mencionada).

Entre de los objetivos relacionados con el alumno, podemos mencionar los siguientes:

- 1) Fomentar el trabajo grupal y una activa participación durante las clases.
- 2) Promover el manejo de bibliografía diversa, para el conocimiento de la literatura básica y especializada.
- 3) Estimular la creatividad.
- 4) Desarrollar su capacidad de análisis y el espíritu crítico.
- 5) Enseñar a pensar en forma independiente y a fundamentar sus apreciaciones.

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

- 1) Alcanzar una estrecha relación docente – alumno.
- 2) Fomentar la libertad responsable.
- 3) Fomentar la responsabilidad sobre los resultados obtenidos, la metodología seguida y las conclusiones arribadas.
- 4) Facilitar el seguimiento de la materia.



5) Brindar una visión amplia del contenido de la asignatura y sus aplicaciones en las actividades comunes de los proyectos de ingeniería química.

6) Enfatizar la importancia de los trabajos prácticos implementados en computadora como modo de consolidación de los conocimientos adquiridos en las respectivas unidades temáticas, como herramienta de comunicación y de confiabilidad de los resultados obtenidos y como medio para facilitar la organización de datos así como 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:

- 1) Que el alumno sea capaz de implementar los algoritmos numéricos en algún lenguaje computacional de alto nivel, a partir de los conocimientos ya adquiridos en los cursos Fundamentos de Informática, Álgebra y Análisis Matemático.
- 2) Resolver problemas complejos como los que típicamente se plantean en el modelado de procesos.
- 3) Poner énfasis en las técnicas matriciales de resolución de sistemas de ecuaciones lineales y su implementación en algoritmos computacionales específicamente destinados a la simulación de procesos cuyo modelado conduce a matrices tridiagonales en banda (matrices ralas). Su aplicación a la resolución de problemas de regresión lineal múltiple.
- 4) Que el alumno domine integralmente la resolución de ecuaciones y sistemas de ecuaciones no lineales (algebraicas y no algebraicas). Su aplicación a problemas de regresión no lineal múltiple.
- 5) Manejo de las técnicas de optimización unidimensional no restringida y restringida. Su extensión a problemas de optimización multidimensional. Su importancia en la simulación de procesos químicos.
- 6) Manejo de técnicas de integración numérica de funciones conocidas (cuadratura).
- 7) Manejo de métodos explícitos e implícitos de resolución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias. Problemas de condiciones de contorno y de valores iniciales.
- 8) Que el alumno comprenda el concepto de rigidez (stiffness) de un sistema de ecuaciones a través de ejemplos concretos.

III. CONTENIDOS

PROGRAMA ANALÍTICO

Unidad 1: La Ingeniería en el Siglo XXI: Objetivos. Logros recientes en Ingeniería y en Ciencias Tecnológicas. Grandes desafíos para el futuro. El cambiante entorno de la Ingeniería y de las



Cs. Tecnológicas. Sistemas de cómputo: Computadora digital. Equipo de cómputo. Tipos de computadoras. Software para computadoras: Sistemas operativos, entornos Windows y McIntosh, procesadores de texto, hojas de cálculo, bases de datos, diseño asistido por computadora (CAD). Software para cálculo matemático: MATLAB, Octave, Scilab, Mathematica, MATHCAD, MAPLE, etc. Lenguajes informáticos. Ejecución de un programa en computadora. Ciclo de vida del software. Prototipos de software. Internet, correo electrónico y la World Wide Web. Estrategia para la resolución de problemas en ingeniería utilizando software para cálculo. Operaciones con matrices y vectores.

Unidad 2: Introducción a los métodos numéricos. Series de Taylor. Los números en las computadoras. Bases de representación de los números. Rango de las constantes numéricas. Números en el hardware de la computadora. Errores numéricos: Errores de redondeo y errores de truncamiento. Overflow, underflow y problemas mal condicionados.

Unidad 3: Sistemas de ecuaciones lineales: Existencia y unicidad de la solución. Métodos directos de resolución: Eliminación de Gauss y Gauss - Jordan. Métodos especiales para la resolución de sistemas de ecuaciones con matrices ralas. Método de Thomas para la resolución de matrices tridiagonales en bloque. Aplicación a procesos de separación múltiple etapa. Descomposición LU y PLU. Análisis de la condición del sistema: Números de condición, normas y errores. Métodos iterativos de resolución: Método de Jacobi, Gauss – Seidel.

Unidad 4: Regresión lineal: Planteo del problema. Mínimos cuadrados. Ecuaciones normales. Factorización QR. Matrices degeneradas. Descomposición en valores singulares.

Unidad 5: Resolución numérica de ecuaciones no - lineales de una variable. Métodos básicos. Discusión de la convergencia. Orden de convergencia del método. Resolución numérica de ecuaciones no - lineales de una variable: a) Método de sustitución directa o de aproximaciones sucesivas. Aceleradores de la convergencia: Método de Wegstein. b) Métodos de linealización: Método de Newton – Raphson, método de Newton Raphson de 2do. Orden, método modificado de Newton – Raphson, método de Von Mises o de las cuerdas paralelas, método de la secante, Regula Falsi y métodos relacionados. Resolución numérica de sistemas de ecuaciones no lineales: a) Métodos de aproximaciones sucesivas. Aceleradores de convergencia: Método de Wegstein. b) Métodos de linealización: Método de Newton – Raphson, métodos cuasi-Newton. Aplicaciones a problemas típicos de Ingeniería Química.

Unidad 6: Optimización unidimensional: Métodos de Newton, interpolación parabólica sucesiva y de la búsqueda dorada (Fibonacci). Optimización multidimensional: Método de la pendiente más pronunciada. Método de Newton. Modificación del método de Newton. Método Simplex: El método Nelder Mead. Optimización con restricciones: Método de los multiplicadores de Lagrange. Aplicaciones a problemas típicos de Ingeniería Química.

Unidad 7: Cuadratura numérica: Regla del trapezoide, regla de Simpson. Cuadratura Gaussiana. Estimación del error. Cuadratura adaptativa. Cuadratura multidimensional y mapping. Aplicaciones a problemas típicos de Ingeniería Química.

Unidad 8: Aproximación a la solución de ecuaciones diferenciales ordinarias. Definiciones. Solución de una ecuación diferencial. Problemas de condiciones de contorno y de valores



iniciales. Algoritmos numéricos para resolver EDO's con condiciones iniciales: Aproximación de una EDO mediante expansión en series de Taylor. Algoritmos numéricos para resolver EDO's con condiciones iniciales: Métodos explícitos de resolución de EDO's: Método de Euler, métodos Runge – Kutta. Métodos predictores correctores: Método de Euler-Gauss. Métodos implícitos de integración. Estabilidad numérica. Métodos de integración de orden superior. Aplicaciones a problemas típicos de Ingeniería Química.

IV. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS

Clases Teóricas

Las clases teóricas son de tipo expositivas frente al 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 lo expuesto, recalcando lo contenidos más importantes.

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 prácticos. 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 un proceso o sistema fisicoquímico, de formular el sistema de ecuaciones que lo representa como su implementación en un algoritmo numérico por computadora 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 de la ingeniería, 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 de ingeniería 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 está claro, si existe una visión precisa del alcance necesario para la solución buscada, todo problema puede ser encarado y resuelto.

Trabajos Prácticos

Los trabajos prácticos tienen como objetivo 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.

Como metodología de enseñanza de uso sistemático, antes de la entrega de cada práctico, se motiva el uso de la herramienta o método numérico a través de un ejemplo de aplicación.

Los trabajos prácticos consistirán en la resolución de problemas típicos de ingeniería química en los que resulta necesario utilizar métodos numéricos y su implementación por computadora (utilización de laboratorio informático). Para este propósito se utilizarán programas específicos para realizar cálculos numéricos con vectores y matrices para resolver problemas relacionados con procesos fisicoquímicos. Se instrumentarán trabajos prácticos para realizar en forma individual y en forma grupal, en casa, en el aula, y en el laboratorio informático.

Clases de Consulta

Destinadas a resolver las dudas que los estudiantes tienen para resolver los trabajos prácticos. Estas tendrán una frecuencia fija semanal, en forma permanente.

Otras Clases

Clases de apoyo en temas específicos según necesidades detectadas (clases a convenir, fuera del horario habitual) como consultas para exámenes parciales, finales, resolución de problemas de otras asignaturas de la carrera o proyectos de investigación que puedan resolverse a través de los contenidos dictados en la materia.



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 de los mismos sobre su propio aprendizaje. Dentro del método se encuentra la planificación del dictado de las clases y de los trabajos prácticos organizados según unidades temáticas.

El material de estudio de la cátedra se aloja en la página WEB:<http://www.modeladoeningenieria.edu.ar/>

A partir del año 2017 y como recurso complementario a la página WEB antes citada, se empezó a trabajar con el Campus Virtual de la Facultad Regional con el objetivo de mantener una comunicación más fluida con los alumnos de la Cátedra. El acceso al Campus está restringido a los alumnos de la materia, mientras que el sitio de modelado es de libre acceso.

VI. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

EVALUACIÓN DEL PROCESO

De conformidad al nuevo Reglamento de Cursado, Ord. Nro. 1549/2016 de CSU, que reemplaza a la Ordenanza Nro. 908/99, y la Ordenanza Complementaria Nro. 1562/2016, se establecen las siguientes condiciones de aprobación:

I) Aprobación directa basada en un régimen de evaluación continua. Son condiciones de aprobación directa las siguientes:

- Cumplir con los prerequisites de inscripción a la materia según diseño curricular.
- Asistir a clase (mínimo 75%, salvo las condiciones de excepcionalidad establecidas en el In-ciso 7.1.1.2 de la Ord. Nro. 1549/2016).
- Cumplir con las actividades de formación práctica.
- Aprobar dos exámenes parciales cuyas fechas de realización se hallan estipuladas en el Cronograma Estimado de Clases.
- El estudiante que no apruebe alguno de los exámenes parciales programados tendrá al menos una instancia de recuperación.
- La calificación final se expresará en número entero y en caso de promedios con decimales se redondeará al valor más próximo.

II) Aprobación no directa - Examen final:

- Cumplir con los prerequisites de inscripción a la materia según diseño curricular.
 - Asistir a clase (mínimo 75%, salvo las condiciones de excepcionalidad establecidas en el Inciso 7.1.1.2 de la Ord. Nro. 1549/2016).
 - Cumplir con las actividades de formación práctica.
-



• El estudiante que habiendo demostrado en los exámenes parciales programados niveles mínimos y básicos de aprendizaje y no alcance los objetivos específicos de aprobación directa.

• El estudiante que se inscriba a examen final en un plazo no mayor a un (1) ciclo lectivo siguiente al de cursado, no le serán exigidas las asignaturas correlativas para rendir el examen final.

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.

El rendimiento del alumno se evaluará de manera continua, considerando su desempeño durante todas las actividades de formación práctica e instancias de evaluación propuestas en la presente planificación, según los siguientes criterios:

	Aprobación No Directa	Aprobación Directa
Asistencia a clases	X	X
Actividades de Formación Práctica:		
- Participación proactiva en las actividades grupales	X	X
- Conocimiento básico del software específico para implementación de los algoritmos de cálculo avanzado	X	X
- Entrega y aprobación de prácticos en tiempo y forma	X	X
- Deliberación, intercambio y crítica de las alternativas presentadas	X	X
Instancias de Evaluación:		
- Aprobación de 2 exámenes parciales		X
- El estudiante que habiendo demostrado en los exámenes parciales programados niveles mínimos y básicos de aprendizaje y no alcance los objetivos específicos de aprobación directa estará habilitado a rendir un examen final en los turnos de examen previamente pautados.		

VII. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía General sobre Métodos Numéricos:

* Burden R. y Faires, J., Análisis Numérico, Thomson, 2002.

* Carnahan, B., H. A. Luther, y J. O. Wilkes, Applied Numerical Methods, John Wiley and Sons, Inc., New York, 1969.

* Chapra, S. y R. Canale, Métodos Numéricos para Ingenieros, McGraw-Hill/Interamericana Editores S.A., 2007.



-
- * Hornbeck, R. W., Numerical Methods, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1975.
 - * Kahaner, D., C. Moler and S. Nash, Numerical Methods and Software, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1989.
 - * Luthe, R., A. Olivera y F. Schutz, Métodos Numéricos, Editorial Limusa, México, 1978.
 - * Nakamura, S., Métodos Numéricos Aplicados con Software, Prentice Hall Hispanoamericana, S. A., 1992.
 - * Ralston, A. y P. Rabinowitz, First Course in Numerical Analysis, McGraw-Hill Inc., New York, 1978.
 - * Scenna, N. J. y otros, Modelado, Simulación y Optimización de Procesos Químicos, Universidad Tecnológica Nacional, 1998. Material electrónico:
<http://www.modeloingenieria.edu.ar/>
- Bibliografía General sobre Métodos Numéricos Utilizando MATLAB:
- * Borse, G. J., Numerical Methods with MATLAB: A Resource for Scientists and Engineers, PWS Publishing Company, Boston, 1997.
 - * Constantinides, A. y N. Mostoufi, Numerical Methods for Chemical Engineers with MATLAB Applications, Prentice Hall PTR, 1999.
 - * Chapra, S., Applied Numerical Methods with MATLAB for Engineers and Scientists, 3rd. Edition, McGraw-Hill, 2012.
 - * Cooper, J. M., Introduction to Partial Differential Equations with MATLAB, Birkhäuser, Boston, 1998.
 - * Etter, D. M., Solución de Problemas de Ingeniería con MATLAB, 2da. Edición, Prentice Hall, Inc., México, 1998.
 - * Karris S. T., Numerical Analysis Using MATLAB and Excel, Third Edition, Orchard Publications, 2007.
 - * Kiusalaas, J., Numerical Methods in Engineering with MATLAB, Cambridge University Press, 2004.
 - * Moler, C., Numerical Computing with MATLAB, 2004. Material electrónico:
<http://www.mathworks.com/moler/chapters.html>
 - * Nakamura, S., Análisis Numérico y Visualización Gráfica con MATLAB, Prentice Hall Hispanoamericana, S. A., 1997.
 - * Polking, J. C., Ordinary Differential Equations using MATLAB, Prentice Hall, Inc., New Jersey, 1995.
 - * Recktenwald, G., Numerical Methods with MATLAB Toolbox. Prentice Hall, 2000. Material electrónico: <http://www.me.pdx.edu/~gerry/nmm>
-



* Yang, Y. Y., C. Wenwu, T. Cheng and J. Morris, Applied Numerical Methods Using Matlab, John Wiley and Sons, 2005.

Uso de MATLAB:

* García de Jalón, J. y J. I. Rodríguez, Aprende MATLAB 7.0 Como si Estuviera en Primero, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España, Diciembre 2005. Material electrónico: <http://www.modeloingenieria.edu.ar/mei/repositorio/catedras/msa/apuntes/matlab70.pdf>
