



**"Año de la reconstrucción de la Nación  
Argentina"**

**"40 años de la creación del Consejo  
Interuniversitario Nacional - CIN"**



**Universidad Nacional de San Luis  
RECTORADO**

SAN LUIS, 6 de mayo de 2025.-

VISTO:

El EXPE: 3581/2025, mediante el cual se solicita la protocolización del Curso de Posgrado: MÉTODOS NUMÉRICOS AVANZADOS; y

CONSIDERANDO:

Que el Curso de Posgrado se propone dictar en el ámbito de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias del 6 de mayo al 24 de junio de 2025 con un crédito horario de OCHENTA (80) horas presenciales y bajo la coordinación de la Dra. María Laura RODRIGUEZ.

Que la Comisión Asesora de Posgrado de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias recomienda aprobar el curso de referencia.

Que el Consejo de Posgrado de la Universidad Nacional de San Luis en su reunión del día 22 de abril de 2025, analizó la propuesta y observa que el programa del curso, bibliografía, metodología de evaluación y docentes a cargo, constituyen una propuesta de formación de posgrado de calidad en su campo específico de estudio.

Que, por lo expuesto, el Consejo de Posgrado aprueba la propuesta como Curso de Posgrado, según lo establecido en Ordenanza CS N° 35/2016.

Que la actividad propuesta se encuentra incluida en el Ciclo de Formación Complementaria para Estudiantes de Carreras de Posgrado de la UNSL en su etapa 2024 y que se formula en el marco de las actividades del Proyecto Institucional de la UNSL presentado y aprobado en Nota No-2023-128740176-APN-SECPU#ME en la Convocatoria Programa DOCTORADOS 2023 de la SPU.

Que corresponde su protocolización.

Por ello, y en uso de sus atribuciones:



"Año de la reconstrucción de la Nación  
Argentina"

"40 años de la creación del Consejo  
Interuniversitario Nacional - CIN"



Universidad Nacional de San Luis  
RECTORADO

EL RECTOR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN LUIS

RESUELVE:

ARTÍCULO 1º.- Protocolizar el dictado del Curso de Posgrado: MÉTODOS NUMÉRICOS AVANZADOS, en el ámbito de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias del 6 de mayo al 24 de junio de 2025 con un crédito horario de OCHENTA (80) horas presenciales.

ARTÍCULO 2º.- Protocolizar como cuerpo docente del curso: Responsable: Dra. María Laura RODRÍGUEZ, DU N° 27394746; Colaborador: Dr. Pablo BELZUNCE, DU N° 35474974; Auxiliares: Ing. Abigail MUFARI, DU N° 34816034, Ing. María José OROZCO, DU N° 39797255, Dr. Franco TONELLI, DU N° 27907250, pertenecientes a esta Casa de Estudios.

ARTÍCULO 3º.- Aprobar el programa del Curso de referencia, de acuerdo al ANEXO de la presente disposición.

ARTÍCULO 4º.- Comuníquese, notifíquese, publíquese en el Digesto Administrativo de la Universidad Nacional de San Luis, insértese en el Libro de Resoluciones, y archívese.

VC

Documento firmado digitalmente según Ordenanza Rectoral N° 15/2021 por:  
Vicerrector FLORES, Héctor Daniel (a cargo RR - 436/2025) – Secretaria de Posgrado  
REYES, Nora Susana.



“Año de la Reconstrucción de la Nación Argentina”

“40 años de la Creación del Consejo Interuniversitario  
Nacional – CIN”

Universidad Nacional de San Luis  
RECTORADO

ANEXO

## IDENTIFICACIÓN DEL CURSO

UNIDAD ACADÉMICA RESPONSABLE: Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias.

DENOMINACIÓN DEL CURSO: MÉTODOS NUMÉRICOS AVANZADOS.

CATEGORIZACIÓN: Perfeccionamiento.

FECHA DE DICTADO DEL CURSO: 6 de mayo al 24 de junio de 2025.

MODALIDAD DE DICTADO: Presencial.

CRÉDITO HORARIO TOTAL: 80 hs. (40 hs. teóricas y 40 hs. de prácticas de aula).

COORDINADORA: Dra. María Laura RODRÍGUEZ, DU N° 27394746.

## EQUIPO DOCENTE

RESPONSABLE: Dra. María Laura RODRÍGUEZ.

COLABORADOR: Dr. Pablo BELZUNCE.

AUXILIAR: Ing. Abigail MUFARI, Ing. María José OROZCO, Dr. Franco TONELLI.

## PROGRAMA ANALÍTICO

### FUNDAMENTACIÓN:

Los Métodos Numéricos Avanzados constituyen una disciplina esencial para la formulación y resolución de problemas matemáticos altamente complejos mediante operaciones aritméticas y lógicas, permitiendo su implementación computacional de manera eficiente. Se centran en el desarrollo de algoritmos sofisticados capaces de abordar funciones y ecuaciones con variables subyacentes continuas, como tiempo, distancia, temperatura o presión, características fundamentales en la modelización de sistemas de ingeniería.

Dado que muchos problemas en matemática aplicada carecen de soluciones exactas en un número finito de pasos, los Métodos Numéricos Avanzados recurren a estrategias iterativas de alta precisión que garantizan la convergencia hacia soluciones óptimas dentro de márgenes de error controlados. En este contexto, el diseño de algoritmos con rápida convergencia y la evaluación rigurosa de la precisión de los resultados son aspectos críticos. Asimismo, esta disciplina analiza los efectos de las aproximaciones inherentes a



**“Año de la Reconstrucción de la Nación Argentina”**

**“40 años de la Creación del Consejo Interuniversitario Nacional – CIN”**

**Universidad Nacional de San Luis  
RECTORADO**

los cálculos numéricos, considerando tanto la naturaleza de los métodos empleados como las limitaciones de la representación digital de los números reales en computadoras.

Este curso forma parte del plan curricular obligatorio del Doctorado en Ciencias de la Ingeniería Química (FICA-UNSL) y responde a la necesidad de proporcionar a los estudiantes herramientas avanzadas para la modelización y solución de problemas complejos en su área de especialización. La formación en Métodos Numéricos Avanzados es indispensable para abordar con solvencia sistemas de ecuaciones algebraicas, ecuaciones diferenciales y modelos no lineales, elementos clave en la investigación y desarrollo de la ingeniería química.

#### **OBJETIVOS:**

El objetivo principal de este curso es proporcionar a los estudiantes las herramientas avanzadas del análisis numérico necesarias para la resolución de problemas complejos en Ingeniería Química. Se busca que los alumnos comprendan en profundidad los fundamentos de los distintos métodos numéricos, así como los criterios adecuados para su selección y aplicación en función de la naturaleza del problema.

Dado el amplio desarrollo de herramientas computacionales, el curso enfatiza el uso de paquetes comerciales especializados, destacando MATLAB (u OCTAVE) como una herramienta clave para la implementación y resolución de problemas en ingeniería química. A través de su aplicación práctica, los estudiantes aprenderán a seleccionar estrategias numéricas adecuadas y a optimizar su implementación para garantizar precisión y eficiencia en los cálculos.

#### **CONTENIDOS MÍNIMOS:**

Unidad Temática N° 1: Solución numérica de ecuaciones algebraicas. Unidad Temática N° 2: Sistemas de ecuaciones algebraicas. Unidad Temática N° 3: Ajuste de parámetros. Unidad Temática N° 4: Solución de sistemas de ecuaciones no lineales. Unidad Temática N° 5: Ecuaciones Diferenciales Ordinarias. Unidad Temática N° 6: Ecuaciones diferenciales Ordinarias. Problemas de valor de contorno. Unidad Temática N° 7: Ecuaciones en Derivadas Parciales.

#### **PROGRAMA DETALLADO:**

Unidad Temática N° 1: Introducción a los métodos numéricos, Errores: revisión general y definiciones, Solución de ecuaciones de una sola variable, Método de la bisección, Método de la Falsa Posición (Regula Falsi), Métodos iterativos de un punto, Iteración de punto fijo modificada, Métodos de aceleración de la convergencia, Método de Aitken, Método de Steffensen, Método de Weigstein, Métodos iterativos de puntos múltiples, Método de



“Año de la Reconstrucción de la Nación Argentina”

“40 años de la Creación del Consejo Interuniversitario  
Nacional – CIN”

Universidad Nacional de San Luis  
RECTORADO

Newton-Raphson, Método de la secante, Iteración funcional en una raíz múltiple, Método de Müller.

Unidad Temática N° 2: Sistemas de ecuaciones algebraicas. Descripción del problema. Métodos Directos. Definición. Uso de multiplicadores. Descomposición LU. Variantes de la descomposición LU. Selección de pivotes. Escalado. Sensibilidad de sistemas lineales. Problemas mal condicionados y análisis de errores. Refinamiento iterativo. Matrices con estructuras especiales. Matrices banda. Matrices sparse. Métodos iterativos. Método de Gauss-Seidel. Método de Jacobi.

Unidad Temática N° 3: Ajuste de parámetros en modelos algebraicos lineales. Introducción. Ajuste de parámetros por mínimos cuadrados. Modelos algebraicos lineales en los parámetros. Ajuste de parámetros por mínimos cuadrados ponderados. Ajuste de parámetros con otras normas. Las ecuaciones normales. Factorizaciones ortogonales. Transformaciones de Householder.

Unidad Temática N° 4: Ecuaciones algebraicas. Solución de Sistemas de ecuaciones no Lineales Introducción. Criterios de Convergencia. Teoría de punto fijo para sistemas de ecuaciones. Convergencia cuadrática para métodos de iteración de un punto. Iteración de punto fijo modificada. El método de Newton Raphson n-dimensional. Variaciones del método de Newton-Raphson. Newton-Raphson amortiguado. Newton-Raphson modificado. Newton-Raphson discretizado. Métodos quasi-Newton. Minimización de una función. Método del gradiente o del descenso más rápido. Método de mínimos cuadrados generalizados.

Unidad Temática N° 5: Ecuaciones diferenciales ordinarias. Problemas de valor inicial. Introducción. Existencia de soluciones. Aproximación de funciones. Aproximación por diferencias. Aproximaciones de la derivada de  $y(t)$ . Aproximación a la integral de  $y(t)$ . Integración de ODES. Introducción. Derivación de métodos explícitos. Derivación de métodos implícitos. Método predictor corrector. Métodos de Runge-Kutta. Análisis de errores. Extrapolación. Estabilidad.

Unidad Temática N° 6: Ecuaciones diferenciales Ordinarias. Problemas de valor de contorno. Introducción. El método de los residuos ponderados. Colocación. Método de los subdominios. Método de Galerkin. El método de los cuadrados mínimos. El método de los momentos. El método de las diferencias finitas.

Unidad Temática N° 7: Introducción a las ecuaciones en derivadas parciales, Clasificación de ecuaciones: elípticas, parabólicas e hiperbólicas, Condiciones iniciales y de frontera, Discretización mediante el método de diferencias finitas, Aproximación de derivadas parciales por diferencias hacia adelante, hacia atrás y centradas, Análisis de consistencia, estabilidad y convergencia, Solución numérica de ecuaciones elípticas (Laplace y Poisson), Métodos iterativos: Gauss-Seidel, SOR, Solución numérica de ecuaciones parabólicas (ecuación del calor), Métodos explícitos e implícitos: FTCS, BTCS y Crank-Nicolson, Estabilidad numérica y criterio de Von Neumann, Solución numérica de ecuaciones hiperbólicas (ecuación de ondas), Tratamiento numérico de problemas de



“Año de la Reconstrucción de la Nación Argentina”

“40 años de la Creación del Consejo Interuniversitario  
Nacional – CIN”

Universidad Nacional de San Luis  
RECTORADO

transporte, Introducción al método de elementos finitos, Comparación entre métodos numéricos para EDP.

#### SISTEMA DE EVALUACIÓN:

Asistencia mínima de 80 % a las clases teórico-prácticas.

La evaluación consistirá en la aprobación de los trabajos prácticos correspondientes a cada unidad temática, así como la aprobación de una evaluación final individual.

La aprobación del curso requerirá un promedio no inferior a 7 (siete) contabilizando el conjunto de calificaciones de todas las instancias de evaluación ya mencionadas.

#### BIBLIOGRAFÍA:

-Chapra, S. C. (2023). Applied Numerical Methods with MATLAB for Engineers and Scientists (5ª ed.). McGraw-Hill.

-Atkinson, K. E., & Han, W. (2009). Theoretical Numerical Analysis: A Functional Analysis Framework (3ª ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0455-2>

Burden, R. L., & Faires, J. D. (2010). Numerical Analysis (9ª ed.). Brooks/Cole, Cengage Learning. <https://www.cengage.com/c/numerical-analysis-9e-burden>

-Nakamura, S. (2010). Numerical analysis and graphic visualization with MATLAB (2ª ed.). Pearson Education.

-Brugnano, L., Angermann, L., Monegato, G., & Rădulescu, R. (Eds.). (2022). Advanced Numerical and Computational Methods for Engineering and Applied Mathematical Problems.

-Kreyszig, E. (2011). Advanced engineering mathematics (10ª ed.). Wiley.

-Süli, E., & Mayers, D. F. (2003). An Introduction to Numerical Analysis. Cambridge University Press.

-Shampine, L. F., Gladwell, I., and Thompson, S., (2003) Solving ODEs with MATLAB, Cambridge University.

-Mark H. Holmes (2007), Springer, Introduction to Chemical Engineering Computing. Bruce A. Finlayson, Ph.D. John Wiley & Sons.

-Moler, C. B. (2004). Numerical Computing with MATLAB. Society for Industrial and Applied Mathematics.

-Stanoyevitch, A. (2005). Introduction to Numerical Ordinary and Partial Differential Equations Using MATLAB. John Wiley & Sons.

-Finlayson, B. A. (1992). Numerical Methods for Problems with Moving Fronts. Ravenna Park Publishing.



“Año de la Reconstrucción de la Nación Argentina”

“40 años de la Creación del Consejo Interuniversitario Nacional – CIN”

Universidad Nacional de San Luis  
RECTORADO

-Cutlip, M. B., & Shacham, M. (1999). Problem Solving in Chemical Engineering with Numerical Methods. Prentice Hall.

### CARACTERÍSTICAS DEL CURSO

DESTINATARIOS/AS Y REQUISITOS DE INSCRIPCIÓN: Egresados de carreras de grado con una duración mínima de 4 (cuatro) años, en disciplinas afines a la Ingeniería Química, Ingeniería en Alimentos u otras ramas de la ingeniería.

CUPO: Mínimo 1 (uno) - máximo 20 (veinte) estudiantes.

PROCESO DE ADMISIÓN: Quienes cumplan con los requisitos de inscripción y acrediten los conocimientos básicos requeridos para el curso.

### CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:

FECHA	TIPO DE ACTIVIDAD / TEMAS A DESARROLLAR	DOCENTE/S RESPONSABLE/S	ÁMBITO
06/05/2025	Unidad 1: Solución numérica de ecuaciones algebraicas.	Dra. María Laura RODRÍGUEZ Dr. Pablo BELZUNCE Ing. Abigail MUFARI Dr. Franco TONELLI	FICA-UNSL
13/05/2025	Unidad 2: Sistemas de ecuaciones algebraicas.	Dra. María Laura RODRÍGUEZ Dr. Pablo BELZUNCE Ing. Abigail MUFARI Dr. Franco TONELLI	FICA-UNSL
20/05/2025	Unidad 3: Ajustes de parámetros	Dra. María Laura RODRÍGUEZ Dr. Pablo BELZUNCE Ing. Abigail MUFARI Dr. Franco TONELLI	FICA-UNSL
27/05/2025	Unidad 4: Solución de sistemas de ecuaciones no lineales.	Dra. María Laura RODRÍGUEZ Dr. Pablo BELZUNCE	FICA-UNSL



“Año de la Reconstrucción de la Nación Argentina”

“40 años de la Creación del Consejo Interuniversitario Nacional – CIN”

Universidad Nacional de San Luis  
RECTORADO

		Ing. Abigail MUFARI Dr. Franco TONELLI	
03/06/2025	Unidad 5: Ecuaciones diferenciales ordinarias.	Dra. María Laura RODRÍGUEZ Dr. Pablo BELZUNCE Ing. Abigail MUFARI Dr. Franco TONELLI Ing. María José OROZCO	FICA-UNSL
10/06/2025	Unidad 6: Ecuaciones diferenciales ordinarias. Problemas de valor de contorno.	Dra. María Laura RODRÍGUEZ Dr. Pablo BELZUNCE Ing. Abigail MUFARI Dr. Franco TONELLI Ing. María José OROZCO	FICA-UNSL
17/06/2025	Unidad 7: Ecuaciones en derivadas parciales	Dra. María Laura RODRÍGUEZ Dr. Pablo BELZUNCE Ing. Abigail MUFARI Dr. Franco TONELLI.	FICA-UNSL
24/06/2025	Evaluación final.	Dra. María Laura RODRÍGUEZ Dr. Pablo BELZUNCE Ing. Abigail MUFARI Dr. Franco TONELLI	FICA-UNSL

LUGAR DE DICTADO: Aula 147 y Aula CAD - Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias - Campus Universitario Villa Mercedes - UNSL.

FECHA PREVISTA PARA ELEVAR LA NÓMINA DE ESTUDIANTES APROBADOS/AS: Agosto de 2025.



“Año de la Reconstrucción de la Nación Argentina”

“40 años de la Creación del Consejo Interuniversitario  
Nacional – CIN”

Universidad Nacional de San Luis  
RECTORADO

### FINANCIAMIENTO DEL CURSO

COSTOS: Honorarios docentes, materiales e insumos.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO: El curso se financiará a través del cobro de aranceles y con los aportes del Proyecto Institucional de la UNSL aprobado en Nota N° 2023-128740176-APN SECPU#ME de la Convocatoria Programa DOCTORADOS 2023 de la SPU, RESOL2023-329-APN- SECPU#ME, rectificada por RESOL-2023-394-APN-SECPU#ME de la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) del Ministerio de Educación.

ARANCEL GENERAL: PESOS CUARENTA MIL (\$40.000).

BECA A DOCENTES DE LA UNSL: Se realizará un descuento del 100%, por lo que el arancel en este caso será gratuito.

BECA A ESTUDIANTES DE LA UNSL: Se realizará un descuento del 100%, por lo que el arancel en este caso será gratuito.

OTRAS BECAS: Se realizará un descuento del 50% a docentes de Universidades Nacionales, por lo que el arancel en este caso será PESOS VEINTE MIL (\$20.000).

Se realizará un descuento del 100% a becarios del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, por lo que el arancel en este caso será gratuito.

## Hoja de firmas