

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR		1	5
BAHIA BLANCA		ARGENTINA	
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA			
PROGRAMA DE: TÓPICOS DE ECUACIONES DIFERENCIALES		Curso	
		Posgrado	

HORAS	PROFESOR RESPONSABLE
128 (ciento veintiocho)	Dr Alberto Déboli Dr. Mariano De Leo

REQUISITOS PREVIOS

Conocimientos de Cálculo diferencial e integral en varias variables, álgebra lineal, topología de espacios métricos, espacios de funciones.

DESCRIPCIÓN

Este curso propone hacer un recorrido por algunos temas naturalmente vinculados a las Ecuaciones Diferenciales pero que no forman parte de las currículas tradicionales. Específicamente, en este curso presentaremos algunos marcos teóricos propios del análisis funcional pero enfocados a la resolución de ecuaciones diferenciales; enfoque que procura abarcar las dos caras del problema: el caso lineal, que ofrece los resultados y las herramientas básicas y establece los espacios de funciones; y el caso no lineal, que tiene sus herramientas particulares, presenta desafíos significativos y permite resolver problemas más realistas. El programa incluye: EDOs: repaso (generalidades, la ecuación de orden 2, el problema de Sturm-Liouville), puntos singulares regulares: resolución por series, el método de Frobenius; ecuaciones elípticas: formulación débil, espacios de Sobolev, teoremas de existencia: Lax-Milgram, Stampacchia y la alternativa de Fredholm; teoremas del análisis funcional: topologías fuerte, débil y débil*, compacidad, teoremas de convergencia: Alaoglu, y Arzelá-Ascoli; estimaciones en espacios de funciones: desigualdades varias: Hölder, Young, Gagliardo-Nirenberg-Sobolev, su relación con los espacios de interpolación; cálculo de variaciones: formulación variacional, existencia de minimizantes; técnicas no variacionales: teoremas de punto fijo.

El curso se dictará en clases presenciales distribuidas en clases teóricas, prácticas y de laboratorio de acuerdo al siguiente esquema: cuatro horas semanales serán destinadas a la presentación de los marcos teóricos en clases teóricas. Tres horas semanales serán utilizadas para el trabajo con actividades prácticas: resolución de problemas e integración de contenidos. Una hora semanal será destinada al trabajo computacional vinculado con la resolución numérica de algunos casos de interés y se realizará en el laboratorio. El cronograma de trabajo incluye el tiempo destinado tanto para la presentación de los marcos y la resolución de problemas como para las evaluaciones.

OBJETIVOS

Este curso ofrece un recorrido por diferentes herramientas conceptuales y/o metodológicas que resultan imprescindibles para encarar el análisis cuantitativo o cualitativo de una ecuación diferencial. Esto incluye adquirir familiaridad con el tipo de problemas, las técnicas utilizadas en su resolución y la potencial aplicabilidad para el modelado de sistemas; asimismo, se incluye el estudio numérico para algunas familias destacadas de problemas. Específicamente se espera que el estudiante:

AÑO	2026							
-----	------	--	--	--	--	--	--	--

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR						2	5
BAHIA BLANCA						ARGENTINA	
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA							
PROGRAMA DE: TÓPICOS DE ECUACIONES DIFERENCIALES						Curso	
						Posgrado	
1- Se familiarice con los métodos de resolución por series y Froboenius. 2- Se familiarice con las nociones de espacios de funciones: L^p, $W^{k,p}$, H^p y su relación con las ecuaciones diferenciales. 3- Se familiarice con la formulación débil y las ventajas que ofrece. 4- Conozca los resultados que aseguran la existencia de solución débil y las condiciones para que las soluciones débiles sean clásicas (fuertes). 5- Adquiera los conocimientos básicos acerca de las topologías fuerte, débil y débil-* 6- Conozca los criterios de convergencia para sucesiones en las topologías débil y débil-* 7- Conozca las desigualdades básicas del análisis y su relación con los espacios de interpolación. 8- Conozca las diferentes versiones del Teorema de Punto Fijo.							
MOTIVACIÓN O FUNDAMENTACIÓN DEL CURSO							
El estudio de problemas concretos, provenientes del electromagnetismo, de la mecánica cuántica o de la mecánica de fluidos suele involucrar el estudio conjunto de los casos dinámico y estacionario. En ambos casos, el modelo matemático está basado típicamente en un sistema de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales. En el caso estacionario, debido a las dificultades intrínsecas del problema, no hay una teoría que unifique el tratamiento y, en consecuencia, el abordaje siempre comporta el estudio de grandes familias de problemas cuya característica común es incluir el <i>operador</i> laplaciano en su formulación. Esta primera descripción ya es fundamento suficiente para estudiar las características del laplaciano ya sea en su dependencia en el tipo de condición de borde (sobre la función, el potencial, o sobre la derivada, el campo, o condiciones mixtas, o en la geometría del borde) como en los espacios de funciones sobre los que opera. La necesidad de definir un marco teórico que asegure existencia de soluciones implica trabajar con espacios vectoriales de dimensión infinita que sean completos: la geometría provee la estructura complementaria y propone la formulación débil. Los espacios de Sobolev son el marco teórico adecuado para plantear el modelo. Asimismo, para obtener soluciones numéricas es habitual considerar métodos iterativos; será necesario, entonces, disponer de algún tipo de compacidad secuencial que asegure la convergencia de dichas sucesiones: se impone visitar las topologías inducidas por el dual y deducir caracterizaciones accesibles en la forma de criterios. Finalmente, para tratar el caso no lineal será necesario contar con herramientas más sofisticadas; entre las más trabajadas se encuentran los teoremas de punto fijo y el cálculo variacional. Este curso propone un recorrido que incluya el estudio detallado de lo anteriormente expuesto tanto desde lo analítico-teórico-formal como desde lo cualitativo-computacional y está dirigido a estudiantes,							
AÑO	2026						

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR							3	5
BAHIA BLANCA				ARGENTINA				
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA								
PROGRAMA DE: TÓPICOS DE ECUACIONES DIFERENCIALES						Curso		
						Posgrado		
(de grado, maestría o doctorado) o profesionales con formación en matemática, física, ingeniería, química, etc., interesados en tener una perspectiva amplia acerca de las ecuaciones diferenciales y sus aplicaciones.								
MECANISMO DE EVALUACIÓN								
Se realizará una evaluación grupal distribuida en la cursada y una evaluación individual al cierre del curso. Al finalizar cada unidad, se conformarán los grupos de hasta tres integrantes, cada uno de ellos seleccionará un ejercicio a propuesta de los docentes, lo resolverá por escrito y lo entregará para su revisión, si la resolución no es satisfactoria, el docente ofrecerá alguna sugerencia y el grupo continuará con el proceso de resolución, proceso que se interrumpirá cuando la resolución sea satisfactoria. Al finalizar el curso, se replicará la dinámica anteriormente descrita, pero en forma individual. La aprobación del curso será alcanzada cuando las actividades encargadas estén satisfactoriamente resueltas.								
PROGRAMA								
Unidad I: Ecuaciones Diferenciales Ordinarias								
- Generalidades sobre las ecuaciones ordinarias: ejemplos y aplicaciones cinemáticas. Ecuaciones de orden superior y su representación matricial. La ecuación de orden 2 y el problema de Sturm-Liouville. Puntos singulares regulares: resolución por series, el método de Frobenius.								
Unidad II: Ecuaciones elípticas								
- Formulación débil y espacios de Sobolev. Teoremas de existencia: Lax-Milgram, Stampacchia y la alternativa de Fredholm.								
Unidad III: Teoremas del Análisis Funcional								
- Topologías fuerte, débil y débil-*. La compacidad y los teoremas de convergencia: Alaoglu, y Arzelá-Ascoli.								
Unidad IV: Desigualdades del análisis								
- Hölder, Young, Gagliardo-Nirenberg-Sobolev y su relación con los espacios de interpolación								
Unidad V: Métodos variacionales								
- Cálculo de variaciones: formulación variacional, existencia de minimizantes.								
Unidad VI: Teoremas de Punto Fijo								
AÑO	2026							

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR							4	5
BAHIA BLANCA							ARGENTINA	
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA								
PROGRAMA DE: TÓPICOS DE ECUACIONES DIFERENCIALES							Curso	
							Posgrado	
- Variantes: los teoremas de Brower-Banach y Schauder-Schaeffer.								
BIBLIOGRAFIA								
1. L. Evans, Partial Differential Equations, AMS, 1998.								
2. H. Weinberger, Ecuaciones en Derivadas Parciales, Reverté, 1977.								
3. L. Elsgolts, Differential Equations and the Calculus of Variations, MIR, 1970.								
4. I.M. Gelfand, S.V. Fomin, Calculus of variations, Prentice-Hall, 1963.								
5. H. Brezis, Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations, Springer, 2010.								
6. D. Gilbarg, N. Trudinger, Elliptic Partial Differential Equations of Second Order, Springer, 1998.								
7. M. Balanzat, Matemática avanzada para la física, EUDEBA, 1994.								
8. A. N. Kolmogorov. S.V. Fomin. Elementos de la teoría de funciones y del análisis funcional. MIR, 1975.								
9. E. Kreyszig, Introductory Functional Analysis with Applications, Wiley & Sons, 1978.								

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR		5	5
BAHIA BLANCA		ARGENTINA	
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA			
PROGRAMA DE: TÓPICOS DE ECUACIONES DIFERENCIALES		Curso	
		Posgrado	
AÑO	PROFESOR RESPONSABLE	DIRECTOR DEPARTAMENTO	
2026	Dr. Mariano De Leo		