

Universidad Nacional de Salta

**FACULTAD DE
INGENIERIA**

Avda. Bolivia 5150 - 4400 SALTA
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351
REPUBLICA ARGENTINA
E-mail: unsaing@unsa.edu.ar

Salta, 21 de Mayo de 2008

327/08

Expte. N° 14.091/08

VISTO:

Las actuaciones por las cuales el Dr. Ing. Ricardo Oscar Grossi solicita autorización para el dictado, conjuntamente con el Dr. Luis Tadeo Villa Saravia, del Curso de Postgrado **Los Espacios de Sobolev: Teoría y Aplicaciones** con una duración de 100 horas, a desarrollarse durante el primer cuatrimestre 2008; y

CONSIDERANDO:

Que adjunto se detalla objetivos, programa y bibliografía, metodología, propuesta de arancel, etc;

Que el Instituto de Ingeniería Civil y Medio Ambiente de Salta-ICMASA, presta su acuerdo para la realización de este Curso;

Que la Comisión de Carrera de Doctorado y Postgrado de la Facultad recomienda autorizar el dictado del mismo;

Que la Comisión de Hacienda, luego de analizar la propuesta de arancel, aconseja una modificación al planteo de fijar un mismo arancel para docentes de nuestra Facultad y de la Facultad de Ciencias Exactas, como asimismo la incorporación de los estudiantes de Postgrado y egresados de nuestra Facultad;

Que la Comisión de Asuntos Académicos mediante Despacho N° 107/08 aconseja autorizar el dictado del curso;

POR ELLO y en uso de las atribuciones que le son propias,

EL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
(En su V sesión ordinaria del 07 de mayo de 2008)

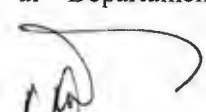
RESUELVE

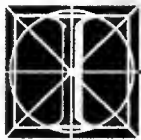
ARTICULO 1°.- Autorizar el dictado del Curso de Postgrado arancelado denominado **LOS ESPACIOS DE SOBOLEV: TEORIA Y APLICACIONES**, que se identificará con el Ordinal N° 03/08, a desarrollarse durante el primer cuatrimestre lectivo 2008, con el programa que se encuentra en **Anexo I** de la presente resolución.

ARTICULO 2°.- Hágase saber, comuníquese a Secretaría de Facultad, al Instituto de Ingeniería Civil y Medio Ambiente de Salta-ICMASA, a la Comisión de Carrera de Doctorado y Postgrado al Dr. Ricardo GROSSI, al Dr. Luis VILLA, difúndase entre la planta docente y página web de ésta Facultad y siga por las Direcciones Administrativa Económica y Académica al Departamento Presupuesto y Rendiciones de Cuenta y al Departamento Docencia respectivamente para su toma de razón y demás efectos.

MV/sia


Dra. **MARIA ALEJANDRA BERTUZZI**
SECRETARIA
FACULTAD DE INGENIERIA


Ing. **JORGE FELIX ALMAZAN**
DECANO
FACULTAD DE INGENIERIA

1) Nombre del Curso: **LOS ESPACIOS DE SOBOLEV: TEORIA Y APLICACIONES**2) **Objetivos - Fundamentación:**

El análisis funcional es una disciplina cuya importancia se ha incrementado notablemente en los últimos años, por el rol destacado que juega tanto en las ciencias aplicadas como en la matemática pura. Aplicaciones del análisis funcional se han realizado en numerosas áreas tales como: mecánica cuántica, etc. La esencia del análisis funcional reside en la aplicación de diversos resultados del análisis matemático, el álgebra y la geometría, a objetos generales de naturaleza arbitraria. Esto permite tratar desde un punto de vista uniforme y global a diversas cuestiones, desarrolladas previamente y en forma independiente en otras disciplinas y permite descubrir relaciones que existen entre teorías matemáticas que en principio aparecen inconexas. Así, muchos problemas que involucran a funcionales y/o ecuaciones diferenciales, que se originan en la física y la ingeniería, pueden concretarse con facilidad mediante el uso de operadores definidos en espacios de Hilbert, de una manera general y elegante. Sin el uso de esta teoría cada problema debe ser planteado y resuelto en forma particular, con las consiguientes repeticiones y limitaciones. Los espacios de Sobolev, que pueden ser descritos brevemente, como las clases de funciones que poseen derivadas débiles en los espacios $L^p(\Omega)$, ocupan un lugar destacado en el análisis funcional. En las últimas tres décadas se ha producido un gran aporte en la teoría y aplicaciones de estos espacios. Por otra parte dada la importancia de los mismos en la teoría moderna de ecuaciones diferenciales a derivadas parciales, se han transformado en una herramienta imprescindible para el tratamiento de las mismas. Por ello última se ha producido un creciente interés por el estudio y uso de parte de ingenieros y físicos, para la resolución de sus problemas. La teoría de estos espacios es iniciada por matemáticos a principios del siglo 20 y en particular por S. I. Sobolev en el año 1930. Si bien son varios los científicos que hicieron sus aportes, como es el caso de Beppo Levi, actualmente toda esa teoría se conoce como espacios de Sobolev.

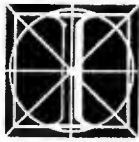
Estos espacios proporcionan un recurso extraordinario para el planteo y la búsqueda de soluciones de problemas de contorno. Esto es así porque estos espacios son completos y porque permiten obtener resultados generales respecto a la existencia y unicidad de soluciones de ecuaciones diferenciales.

Otra gran ventaja de los espacios de Sobolev radica en que permiten caracterizar el grado de regularidad de funciones y porque muchos de los métodos de aproximación, tales como el método de Ritz o el de los Elementos Finitos, son adecuada y correctamente formulados cuando se lo hace en el ámbito de estos espacios.

El carácter técnico y dificultoso de varios de los temas que componen la teoría básica de los espacios de Sobolev, constituye una formidable barrera para quienes no siendo matemáticos desean conocer y hacer uso de la misma. Por esta razón, este curso, está dirigido a estudiantes, profesionales e investigadores de matemática, ciencias aplicadas e ingeniería, que poseen conocimientos sobre análisis funcional y desean conocer detalles de la teoría mencionada. Se prevé el desarrollo detallado de las distintas demostraciones de teoremas y de proposiciones esenciales de esta teoría y aplicaciones en el estudio del comportamiento estático y de proposiciones esenciales de esta teoría y aplicaciones en el estudio del comportamiento estático y dinámico de elementos estructurales, tales como: vigas, pórticos y placas con diversas complejidades.

3) **Programa Sintético:**

- I. Operadores Diferenciales
- II. Soluciones clásicas y débiles.
- III. Regularización de funciones.
- IV. Derivadas débiles.
- V. Espacios de Sobolev.
- VI. Aplicaciones en Ingeniería.



Programa Analítico:

Unidad 1. Operadores Diferenciales

- 1.1 Introducción
 - 1.2 Operadores elípticos de orden $2m$
 - 1.3 Espacios de funciones continuas
 - 1.4 Teoremas de inmersión
 - 1.5 Contornos
 - 1.5.1 Contornos de tipo Lipschitz
 - 1.5.2 La integral de superficie
 - 1.5.3 Contornos de clase C^k
- Problemas

Unidad 2. Soluciones Clásicas y Débiles

- 2.1 Introducción
 - 2.2 Equivalencia entre problemas
 - 2.3 Noción sobre espacios de Sobolev
 - 2.4 Principios de Dirichlet
- Problemas

Unidad 3. Regularización de Funciones

- 3.1 Introducción
 - 3.2 Partición de la unidad
- Problemas

Unidad 4. Derivadas Débiles

- 4.1 Introducción
 - 4.2 Propiedades de las derivadas débiles
- Problemas

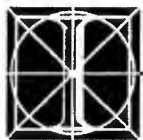
Unidad 5. Espacios de Sobolev

- 5.1 Introducción
 - 5.2 Espacios de Sobolev como completaciones
 - 5.3 Propiedades básicas
 - 5.4 Espacios de Sobolev en r
 - 5.5 Conjuntos Densos
 - 5.6 Aproximación mediante funciones regulares
 - 5.6.1 Aproximación interior
 - 5.6.2 Aproximación global
 - 5.7 Operadores de prolongación
 - 5.7.1 Introducción
 - 5.7.2 Operadores de prolongación en $W^{m,p}(\mathbb{R})$
 - 5.7.3 Operadores de prolongación en $W^{l,p}(\mathbb{R}^N)$
 - 5.8 Teoremas de inmersión
 - 5.9 El espacio $W_0^{m,p}$
 - 5.10 Traza de funciones
 - 5.11 El teorema de Green
 - 5.12 Desigualdades de Friedrichs y de Poincare.
 - 5.13 El espacio dual de $W_0^{l,p}$
- Problemas

Unidad 6. Aplicaciones en Ingeniería

- 6.1 Introducción
- 6.2 Determinación de soluciones débiles en la estática de vigas, pórticos y placas
- 6.3 Determinación de soluciones débiles en la dinámica de vigas, pórticos y placas.

Handwritten signatures and initials, including a large 'A' and 'C'.

**Bibliografía:**

1. ADAMS, R. 1975. Sobolev Spaces, Academia Press.
2. AGMON, S. 1965 Lectures on Elliptic Boundary Value Problems, D. Van Nostrand.
3. ALAQUI AZIZ EL KACIMI 1994. Introducción al Análisis Funcional. Editorial Reverté.
4. APOSTOL T. 1973. Calculus, Editorial Reverté. Tomo II
5. AYALA R., DOMINGUEZ E. Y QUINTERO A., 1997. Elementos de la Topología General. Addison Wesley Iberoamericana.
6. BACHMAN G. y NARICI L. 1981. Análisis Funcional. Edit TECNOS, Madrid.
7. BRÉZIS H. Analyse Fonctionnelle, Masson.
8. COTLAR M. CIGNOLI R. 1967. Nociones de Espacios Normados. EUDEBA, Bs. As. Tomo I
9. COTLAR M. CIGNOLI R. 1967. Nociones de Espacios Normados. EUDEBA, Bs. As. Tomo II.
10. FRIEDMAN A. 1970. Foundation of Modern Analysis, Holt, Rinehart and Winston. New York.
11. GOHBERG I. y GOLBERG S. 1980 Basic Operator Theory, Birkhauser.
12. HEUSER H. 1982 Functional Analysis, John Wiley & Sons.
13. HORVATH J. 1966 Topological Vector Spaces and Distributions, Addison Wesley, vol I.
14. HUTSON V. y PYM V. 1980. Applications of Functional Analysis, Academia Press.
15. KOLMOGOROV A. y FOMIN S. 1975. Elementos de la Teoría de Funciones y del Análisis Funcional, Editorial MIR, Moscú.
16. KREIDER D., et al 1980. Introducción al Análisis Lineal, Fondo Educativo Interamericano.
17. KREYSZIG, E. 1978. Introductory Functional Analysis UIT Applications, John Wiley & Sons.
18. LIPSCHUTZ S. 1965 General Topology, Schaum Publ, Co.
19. LUSTERNIK L. y SOBOLEV V., 1961, Elements of Functional Analysis, Hindustan Publ, Corporation, India.
20. MICHAVIDA, F. 1991. Fundamentos de Cálculo Numérico 1: Topología métrica, Editorial Reverté.
21. MIKHAILOV V. 1978. Partial Differential Equations, MIR Moscú.
22. MIKHLIN S. 1964 Variational Methods in Mathematical Physics, Pergamon Press, Oxford.
23. MILNE R. 1980 Applied Functional Analysis, Pitman Advanced Publ Program.
24. MUKHERJEA A. y POTHOVEN K. 1986 Real and Functional Analysis. Part B: Functional Analysis, Plenum Press, N.Y.
25. NECAS, J. 1967. Les Méthodes Directes en Theorie des Equations Elliptiques, Academia, Praga.
26. NIETO J. 1978 Introducción a la Topología General, OEA, Monografía N° 19.
27. NOWINSKI J. 1981, Applications of Functional Analysis in Engineering, Plenum Press, New York.
28. ODEN J.T. y DEMKOWICZ L., 1996. Applied Functional Analysis, CRC Press.
29. ODEN, J. y REDDY, J. 1976 Variational Methods in Theoretical Mechanics, Springer-Verlag, New York.
30. PERAL I., 1995. Ecuaciones Diferenciales en Derivadas Parciales. Addison Wesley UA de Madrid.
31. RAVIART P. y THOMAS J., 1998. Introduction a l'analyse numérique des equations aux derives partielles, Dunod, Paris.
32. REDDY B. 1986, Functional Analysis and Boundary Value Problems, Longman Scientific and Technical.
33. REDDY, j. n. 1986. Applied Functional Analysis and Variational Methods in Engineering, Mc Graw Hill B. Co.
34. REED, M. y SIMON B., 1979. Methods of Modern Mathematical Physics, Academic Press, Vol 1.
35. REKTORYS, K. 1980. Variational Methods in Mathematics, Science and Engineering. D. Reidel Co., 2da Edición.
36. RIESZ F. Sz-NAGY b. 1990, Functional Analysis, Dover Publications.
37. RUDIN W., 1979. Análisis Funcional, Editorial Reverté.
38. SIMMONS G.F. 1963. Introduction to Topology and Modern Analysis, Mc Graw-Hill Book Co.
39. SMIRNOV V., 1964 A Course of Higher Mathematics: Integration and Functional Analysis, por: V. Smirnov, vol 5. Pergamon Press, New York.
40. TAYLOR A. Y LAY D. 1986. Introduction to Functional Analysis, Krieger Publ. Co., 2da Edición.
41. TRENQUIN V., et al 1987 Problemas y Ejercicios de Análisis Funcional, Edit. MIR.
42. TROUTMAN, J.L. 1996 Variational Calculus and Optimal Control, Springer, New York.
43. VERA LOPES, A. et al. 1997. Un Curso de Análisis Funcional, AVL. Murcia.
44. WHEEDEN R. y ZYGMUND A., 1977, Measure and Integral, Dekker.



Avda. Bolivia 5150 - 4400 SALTA
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351
REPUBLICA ARGENTINA
E-mail: unsaing@unsa.edu.ar

ANEXO I
Res. N° 327-HCD-08
Expte. N° 14.091/08

45. WILANSKY A., 1970 Topology for Analysis, R. Krieger Publ, Co.
46. WOUK A, 1979 A course of Applied Functional Analysis. John Wiley.
47. ZEIDLER E., 1988 Nonlinear Funcional Análisis: Applications in Mathematical Physics, Springer. Vol IV
48. ZEIDLER E., 1990 Nonlinear Funcional Analysis and its applications, Springer, Vol IIA.
49. ZEIDLER E., 1995 Applied funciotnal Analysis: Applications To Mathematical Physics, Springer, Vol 108.
50. ZEIDLER E., 1995 Applied Functional Analysis: Main Principles an their Applications, Springer. Vol 109.
51. ZIEMER W., 1989 Weakly Differentiable Functions, Springer-Verlag.
52. ZIMMER R., 1990 Essential Results of Functional Analysis. The University of Chicago Press.

Duración Total del Curso: 100 (cien) horas.

Metodología:

Se dictarán cuarenta (40) clases teóricas y prácticas, de dos horas cada una. Se prevé una activa interacción entre profesores y asistentes y el desarrollo de trabajos prácticos y monografías.

Recursos: Textos y artículos científicos de la biblioteca del ICMASA, de la biblioteca de la Facultad de Ingeniería y de la biblioteca de la Facultad de Ciencias Exactas.

Sistema de Evaluación:

Evaluación: Se prevé el desarrollo de diversos trabajos prácticos y de monografías.

Se entregará **Certificado de Aprobación** a todo inscripto que cumpla con un mínimo del 80% de asistencia a las clases, que apruebe los trabajos prácticos y desarrolle la monografía correspondiente.

Constancias de Asistencia: (acorde al Art. 11 de Res. N° 445-CS-99 – Reglamento de Cursos de postgrado “Los asistentes al curso que no hayan aprobado o rendido la evaluación podrán solicitar una constancia...”)-

Se extenderá **dicha constancia** a quienes cumplan con asistencia mínima de 80% de las clases teóricas y no apruebe los trabajos prácticos o no desarrolle la monografía correspondiente.

Lugar, Fecha y Hora de realización:

Aula o Laboratorio de la Facultad de Ingeniería.

Primer cuatrimestre del año 2008. **Inicio clases:** marzo de 2008.

Las inscripciones se recibirán en la Facultad de Ingeniería y en la Facultad de Ciencias Exactas.

- 4) **Conocimientos Previos Necesarios:** Nociones de análisis funcional
- 5) **Profesionales a los que está dirigido el curso:** Profesionales, investigadores y alumnos avanzados.

6) **Director responsable del curso y cuerpo docente:**

Director: Dr. Ricardo Grossi

Profesores: Dr. Ricardo Grossi y Dr. Luis Villa

7) **Arancel:**

- Docentes y Estudiantes de Postgrado de nuestra Facultad \$50.00
- Docentes y Estudiantes de Postgrado de otras Facultades de la UNSa.....\$70.00
- Egresados de nuestra Facultad vinculados a la Universidad \$80.00
- Profesionales y Docentes de otras Universidades o Instituciones\$100.00