ANEXO I DE LA ORDENANZA DE CONSEJO SUPERIOR Nº 1800

PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERADE DOCTORADO EN MATEMÁTICA, DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

1. INSERCIÓN Y MARCO INSTITUCIONAL DE LA CARRERA

1.1. Normativa institucional

La carrera de Posgrado Doctorado en Matemática se creó en 2009 en el ámbito de La Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), mediante la OCS 004/09.La carrera se rige conforme a la normativa de funcionamiento de las carreras de Posgrado en la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP): la OCS Nº 600/14 (Reglamento de las Carreras de Posgrado Presenciales de esta Universidad) y modificatorias: OCS 529/18,OCS1269/19y OCS 590/19. En el ámbito de la FCEyN, la carrera se enmarca en el Reglamento de la Escuela de Postgrado, creada por OCA 1740/99 y su modificatoria (OCA 1082/12). En el año 2020 se creó un Consejo Consultivo de la Escuela de Postgrado (OCA 1682/20) con el fin de coordinar la oferta de posgrado de la FCEyN.

1.2. Ubicación en la estructura institucional

La Carrera de Posgrado Doctorado en Matemática de la UNMdP pertenece a la oferta académica de la Escuela de Postgrado (EPG) de la FCEyN, la que regula su funcionamiento interno. La EPG cuenta con un Director y un Secretario de acuerdo a la reglamentación vigente (OCA 1082/12) y posee una compleja estructura que involucra el dictado de seis carreras (4 doctorados, una especialización y una maestría), cuyas/os Directoras/es conforman el Consejo Consultivo junto con la Dirección de la EPG, representantes graduados y estudiantes de las carreras de posgrado y del personal universitario. En la actualidad la EPG cuenta con seis Comisiones de Doctorado/Comités Académicos compuestos por numerosos docentes e investigadores que gestionan los aspectos académicos de los posgrados, y personal administrativo. A través de esta estructura se garantiza la coordinación de la oferta académica con la Secretaría Académica, las subunidades de la Facultad relacionadas con la docencia de grado y los institutos de doble y/o múltiple dependencia (UNMdP-CONICET-CIC).

Las/os estudiantes del Doctorado desarrollan sus proyectos de tesis doctoral bajo la supervisión de un/a Director/a en los grupos de investigación que pertenecen a los Departamentos, Centros e Institutos de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, así como también en otras instituciones de investigación externas a la Facultad, tanto de Mar del Plata y la región como de diferentes puntos del país y en el extranjero.

2. PLAN DE ESTUDIOS

2.1. **Identificación curricular de la carrera**

2.1.1. **Fundamentación**

El plan de estudios del Doctorado en Matemática se fundamenta en los lineamentos del Plan Estratégico Participativo 2030 de la UNMdP OCS 563/18, orientado a promover posgrados de calidad y relevancia científica, social y cultural, con un fuerte anclaje zonal, y una clara perspectiva internacional. Los doctorados están directamente vinculados a las carreras de grado de la facultad y de otras Facultades de la UNMdP, y también de universidades argentinas y extranjeras a través del trabajo colaborativo en redes. A su vez, el desarrollo de líneas de investigación interdisciplinarias los vincula horizontalmente con las otras áreas de Doctorado de la Facultad.

La matemática se originó como una herramienta de apoyo para resolver necesidades específicas y ha ido evolucionando en un enriquecimiento propio, más allá de contribuir a otras ciencias. Así, el Doctorado en Matemática afronta este requerimiento desde el más alto nivel académico a ser alcanzado por sus profesionales, desde la base de su planta docente como así también de la colaboración de colegas locales, nacionales y extranjeros.

Las tendencias actuales de la educación matemática en ciencias, exigen una permanente actualización curricular y una ulterior preparación de posgrado. La FCEyN ofrece dos carreras de grado en matemática: el Profesorado y la Licenciatura y cuenta, desde hace tiempo, con grupos de investigación en Matemática consolidados, que producen resultados originales en sus respectivas áreas de estudio a nivel internacional.

De esta manera el Doctorado en Matemática ofrece a sus estudiantes un nivel académico eficiente para responder a requerimientos científico-académicos, como así abordar otros fines que requieran sus saberes, brindando, desde la investigación, aportes originales y superadores al conocimiento científico.

La trayectoria académica y los equipos de investigación que conforman el cuerpo académico, sumados a las facilidades que brinda una estructura consolidada de grupos de investigación, y las capacidades competitivas de las/los estudiantes para la obtención de becas de posgrado en el sistema científico-tecnológico nacional permiten, a través de la exigencia de aprobar tres cursos básicos de distintas áreas, una formación sólida donde las/los estudiantes pueden desarrollar su plan de trabajo en estrecho contacto con su Dirección y grupo de investigación.

La reciente validación del SIED de la UNMdP (OCS 079/18 y RR 3628/20), que incorpora el conjunto de acciones, normas, procesos, equipamiento, recursos humanos y didácticos enunciados en la RM 2641/17, permite el acceso a cursos formativos a través del uso de entornos virtuales de enseñanza y de aprendizaje. De esta manera se promueve la incorporación de nuevas estrategias formativas asociadas a la interconexión a nivel nacional y/o internacional como acompañamiento a la presencialidad.

Es importante destacar, además, que en el año 2017 se creó el Centro Marplatense de Investigaciones Matemáticas dependiente de la FCEyN de la UNMDP y asociado a la Comisión de Investigaciones de Provincia de Buenos Aires (CIC) en 2019,que ha contribuido al fortalecimiento de este doctorado, tanto en el desarrollo de líneas de investigación, como en la participación en grupos de investigación y actividades de intercambio.

2.2. **Denominación de la carrera**

Doctorado en Matemática.

Nivel: Posgrado.

Tipo: Doctorado

2.2.1. **Denominación de la titulación a otorgar**

Doctor/a en Matemática

2.2.2. **Permanencia**

Carácter continuo.

2.2.3. **Opción Pedagógica y Didáctica**

Presencial.

2.2.4. Duración de la carrera

La Carrera de Doctorado tendrá una duración que no superará los cinco (5) años, contados desde la fecha de admisión, salvo excepciones consideradas en el Reglamento de las Carreras de Posgrado de la Facultad.

2.3. **Objetivos de la carrera**

Objetivo general:

El Doctorado en Matemática tiene por objeto formar recursos humanos de un alto nivel académico, de modo de insertar ala/al egresada/o con un perfil creativo tanto en el mundo científico,(fundamentalmente en la investigación, capaces de producir contribuciones originales y resolver problemas dentro de un marco de excelencia académica ya sea en ciencia básica o aplicada), como en la enseñanza universitaria de grado y posgrado.

Objetivos particulares:

- Promover en las/los doctorandos una actitud creativa y espíritu crítico que les permita formular nuevas teorías, evaluar la metodología y juzgar la adecuación de determinado esquema teórico a la solución de un problema concreto.
- Dotar a el/la estudiante de un sólido dominio conceptual y operativo de la Matemática, al igual que un conocimiento profundo y actualizado de su línea de investigación.
- Capacitar a profesionales en el manejo de nuevas metodologías y técnicas destinadas a la indagación científica disciplinar e interdisciplinar.

- Impulsar y favorecer el intercambio de estudiantes y saberes con otras instituciones nacionales e internacionales, buscando enriquecer la formación científica y su comunicación, tanto en forma oral como escrita y su capacidad de trabajo en equipo.
- Proporcionar Doctoras/es en Matemática, altamente capacitadas/os para responder a las necesidades científicas y tecnológicas de la sociedad.
- Promover la formación integral dela/del doctorando como partícipe implicado con el fortalecimiento de ámbitos universitarios de enseñanza y de aprendizaje, la vinculación con el medio y la gestión institucional.

2.4. **Perfil del egresado**

Las/los egresadas/os reúnen las siguientes competencias y habilidades:

- Sólida formación científica en el campo de la Matemática.
- Capacidad de producir contribuciones en el campo de la investigación científica y en la resolución de problemas científicos.
- Compromiso con los valores académicos de la Universidad.
- Dominio en los aspectos técnicos, éticos y normativos que rigen la investigación científica.
- Autonomía y creatividad para proponer proyectos de investigación originales con rigor metodológico.
- Utilización de las herramientas metodológicas propias y actualizadas de la investigación académica de alto nivel.
- Integración y colaboración con equipos de trabajo de alto rendimiento para el fortalecimiento y la consolidación de la actividad de I+D en el país y en el extranjero.
- Comunicación rigurosa de ideas y experiencias en la comunidad científica local, regional e internacional a partir de la construcción disciplinaria e interdisciplinaria de la ciencia.
- Amplitud y flexibilidad en la visión para solucionar problemas de impacto social mediante la Iniciativa e idoneidad para evaluar con criterio las necesidades de actualización continua.
- Capacidad para la investigación científica entendiendo que el conocimiento es una fuerza productiva fundamental.
- Idoneidad para la participación activa en las funciones sustantivas de la vida universitaria.
- Agregado de valor, originalidad e innovación a sus capacidades como docentes.

2.5. **Características curriculares de la carrera**

2.5.1. **Requisitos de ingreso**

Podrán ser admitidas/os como estudiantes a la carrera de Doctorado en Matemática, las/los aspirantes que posean título de Magíster en Matemática, Master en Matemática o Licenciatura en Matemática, expedido por una Universidad Argentina o extranjera reconocida oficialmente. Cualquier excepción será evaluada por la Comisión de Doctorado y Director/a de la Carrera y resuelta por el órgano que correspondiese.

La Comisión de Doctorado (CD) podrá establecer requisitos académicos adicionales que deberán aprobar aquellas/os aspirantes a ingresar con título no contemplado en el párrafo anterior, y que a criterio de la CD no acreditan la formación mínima requerida. Estos requisitos se basarán en alguna de las siguientes modalidades:

a) Aprobar tres asignaturas de grado del ciclo superior de la Licenciatura en Matemática de la FCEyN, de acuerdo al plan de estudios vigente. Dichas asignaturas serán elegidas por la CD, de forma tal que pertenezcan por lo menos a dos áreas distintas,entre Álgebra, Análisis, Geometría, y Matemática Aplicada.
b) Aprobar un examen de admisión. Dicho examen consistirá en una evaluación escrita que abarque temas a elegir por la CD.

Respecto de los/las postulantes con títulos extranjeros, será de aplicación lo establecido en los artículos 12º, 13º y 14º de la OCS N 600/14 y sus modificatorias.
Será potestad de la CD enviar a evaluación externa el plan de tesis propuesto. Todos los procedimientos para la admisión se realizarán conforme a lo establecido en el Reglamento de las Carreras de Doctorado de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

2.5.2. **Requisitos específicos de permanencia y promoción, académicos y administrativos**

A los dieciocho (18) y a los treinta y seis (36) meses de ser admitida/o como estudiante del posgrado, este elevará un informe de avance académico para su seguimiento que será evaluado por la CD, junto con las actividades de posgrado relacionadas con la acreditación de las horas reloj y el cumplimiento del requisito de idioma expresado en 2.4.4.

2.5.3. **Localización de la propuesta**

La propuesta se desarrolla en la sede central de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, ciudad de Mar del Plata, Buenos Aires.

2.5.4. **Asignación horaria total de la carrera:** La duración total de la carrera es de 5 años (60 meses), incluyendo la realización, presentación y defensa la tesis doctoral, así como la realización de actividades formativas, estas últimas con una carga horaria mínima total de 320 horas reloj.

2.5.5. **Estructura del Plan de estudios:** El plan de estudios personalizado se define para cada estudiante sobre la base del área de conocimiento y tema del trabajo final y consiste en:

a. **Actividades formativas**

Acreditación de trescientas veinte (320) horas reloj en base a un plan de actividades formativas avalado por el/la Director/a de tesis, debiendo optar entre las alternativas detalladas en el artículo 2.5.6.

b. **Requisitos académicos**

Acreditación de Requisitos académicos sin asignación de horas

- Demostrar conocimientos de idioma Inglés

Presentación de informes de avance a los 18 y 36 meses, según lo Establecido en el reglamento de las Carreras de Doctorado de la FCEyN.

c. **Tesis doctoral**

Elaboración, presentación y defensa de una tesis doctoral orientada a la obtención de aportes significativos y originales en el campo específico en el que se investiga, estructurada sobre la base de una rigurosa metodología y planteo de hipótesis científicas originales según lo establecido en el Reglamento de las Carreras de Doctorado de la FCEyN.

2.5.6. **Acreditación de horas**

- Cursos de posgrado básicos: Deberán acreditarse un mínimo de 3 (tres) cursos de posgrado, mediante cursos pertenecientes a tres áreas distintas a elegir entre Álgebra, Geometría, Análisis y Matemática Aplicada, del listado de cursos básicos. Dicho listado de cursos básicos, sus contenidos mínimos y bibliografía de referencia se detallan en el Anexo II. Cada curso básico acreditará 48 horas.

- Cursos de posgrado humanísticos: Dentro de la carga horaria se deberá incluir no menos de 24 horas reloj y hasta 48 horas reloj como máximo, de cursos correspondientes a ética científica, deontología, metodología, filosofía o epistemología que tiendan al logro de un perfil de graduado consciente de sus responsabilidades frente a la sociedad.

  La acreditación de las restantes horas de actividades formativas podrá ser por:

- Otros cursos de posgrado complementarios: La carga horaria restante (para completar las 320 horas reloj requeridas para la carrera, una vez descontadas las obtenidas en cursos básicos y humanísticos) podrá ser completada mediante la aprobación de cursos de posgrado, reconocidos por la CD. Se acreditará un máximo de 60 horas por curso.

- Asignaturas Universitarias de Grado: Sólo en casos debidamente justificados se admitirán asignaturas de grado que no hayan formado parte de la carrera de grado del/de la estudiante, hasta cubrir un máximo de 48 horas totales.

- Otras actividades formativas: El desarrollo de prácticas sistemáticas de formación o capacitación en problemas teóricos y prácticos de la Enseñanza, Extensión, Vinculación y Transferencia Tecnológica o Gestión hasta un máximo de 30 horas.

  Al menos un 50% de la carga horaria total de la carrera deberá ser obtenida por cursos organizados por este Doctorado.

2.5.7. La carga horaria mínima presencial destinada a cursos, deberá ser igual o superior al setenta por ciento (70%), pudiendo el treinta (30) por ciento restantes ser obtenido a través de medios no presenciales.

3. EVALUACIÓN / TESIS DOCTORAL

Se realiza una evaluación continua del/la doctorando/a, bajo una dirección que acompaña la elaboración de la tesis y orienta la obtención de aportes significativos y originales en el campo específico en el que se investiga. La CD interviene además en instancias de evaluación del plan y en los informes de avance.

El Doctorado en Matemática se concreta con la presentación de una tesis doctoral de carácter individual. La originalidad, solvencia teórica y metodológica y el aporte y relevancia en el campo de la investigación científica de la tesis, son evaluados por un jurado de expertos que incluye al menos un miembro externo a la institución universitaria y excluye al Director.

La reglamentación de las tesis, los plazos máximos para su cumplimiento y los requisitos necesarios para su elaboración, presentación y defensa se encuentran detallados en la OCS 600/14 y en el Reglamento de las Carreras de Doctorado de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

ANEXO II DE LA ORDENANZA DEL CONSEJO SUPERIOR N° 1800

PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE DOCTORADO EN MATEMÁTICA,

DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

1. <u>LISTADO DE CURSOS BÁSICOS</u>

Área ÁLGEBRA

Álgebra Homológica
Álgebra Conmutativa
Representaciones de Grupos
Topología Algebraica
Representaciones de Álgebras
Álgebras de Conglomerado
Teoría de Módulos
Teoría de Galois
Teoría de la inclinación

Área GEOMETRÍA

Geometría Algebraica

Álgebras y Grupos de Lie
Conexiones en Fibrados
Topología Diferencial
Topología Algebraica

Área ANÁLISIS

Análisis Real
Análisis Complejo
Complementos de Análisis Funcional
Análisis Funcional para Matemática
Análisis Armónico
Marcos, Bases y Ondículas
Geometría Fractal
Ecuaciones Diferenciales Parciales
Sistemas Dinámicos

Área MATEMÁTICA APLICADA

Probabilidad Avanzada
Métodos Asintóticos en Estadística
Biomatemática
Introducción a los Procesos Estocásticos
Fundamentos de Optimización
Introducción a la Matemática de las
Modelos Lineales
Inferencia Estadística

2. <u>CONTENIDOS MÍNIMOS Y BIBLIOGRAFÍA (de referencia) DE CURSOS BÁSICOS</u>

2.1 Área ÁLGEBRA

Álgebra Homológica

Contenidos mínimos: Conjuntos simpliciales. Categorías y funtores. Equivalencias de categorías. Equivalencias de Morita. Funtores representables. Funtores adjuntos. Teorema de Watts. Resoluciones proyectiva e inyectiva. Funtores de homología. Funtores derivados. Funtores Ext y Tor. Sucesiones exactas cortas y extensiones. Dimensiones homológicas de módulos y anillos.

Bibliografía:

1. Rotman, J. An introduction Homological Algebra. Academic Press, New York, 1979.

2. Hilton, P. Stammbach, U. A course in homological algebra. Graduate Texts in Mathematics, 4. Springer-Verlag, New York, 1997.

3. Cartan, H., Eilenberg, S. Homological algebra. Princeton University Press, NJ, 1999.

4. Weibel, Charles A. An introduction to homological algebra. Cambridge Studies in Advanced Mathematics 38, 1994.

5. Gelfand, S., Manin, Y. Methods in Homological Algebra. Springer-Verlag, Berlin, 2003.

Álgebra Conmutativa

Contenidos mínimos: Raíces del álgebra conmutativa. Localización. Fracciones. La construcción de Primos. Anillos graduados. Anillos Z-graduados. Introducción a la teoría de la dimensión. Anillos locales regulares. Anillos de valoración discreta. Anillos normales y Criterio de Serre. Anillos Cohen-Macaulay.

Bibliografía:

1. Eisenbud, D. Commutative Algebra with view towards Algebraic Geometry. Springer-Verlag, New York, 1995.

2. Atiyah, M. F., Macdonald, I. G. Introducción al Álgebra Conmutativa. Reverté 1978.

Representaciones de Grupos

Contenidos mínimos: Acciones de Grupos. El Grupo general lineal, subgrupos parabólicos. El grupo especial lineal. P-grupos finitos. El teorema de Schur-Zassenhaus. Grupos solubles. Módulos y representaciones. Álgebras semisimples, teoría de Wedderburn. Representaciones de Grupos. Caracteres. Tabla de caracteres. Aplicaciones. Teorema de Burnside. Módulos inducidos. Teorema de Reciprocidad de Frobenius. Teorema de Mackey y Teorema del producto tensorial.

Bibliografía:

1. Alperin, J. L., Bell, R. B. Groups and Representations, Springer Verlag, New York 1995.

2. Curtis & Reiner, Methods of Representation theory. Wiley & Sons, 1990.

3. Jean Pierre Serre. Linear representations of finite groups. Graduate Texts in Mathematics, vol. 42, Springer-Verlag, 1977.

4. Burrow, M. Representation Theory of Finite Groups. Dover, New York, 1993.

Representaciones de Álgebras.

Contenidos mínimos: Álgebras y módulos. Carcajes y álgebras de caminos. Representaciones de quivers con relaciones. Teoría de Auslander-Reiten. Morfismos irreducibles y sucesiones que casi se parten. Carcaj de Auslander-Reiten. Álgebras de tipo de representación finita. Álgebras hereditarias.

Bibliografía:

1. Assem, I. Simson, D. Skowronski A. Elements of the Representation Theory of Associative Álgebras. London Mathematical Society. Student Text 65.

2. Auslander, M., Reiten, I. and Smalo, S. Representation Theory of Artin Algebras. Cambridge Studies in Advance Mathematics 36.

Topología Algebraica

Contenidos mínimos: Homotopía. El grupo Fundamental. Homología singular. El teorema de Hurewicz. Sucesión larga de homología. Excisión y Mayer–Vietoris. Homología de Esferas y Aplicaciones. Complejos simpliciales. Homología simplicial. Grupos fundamentales de Poliedros. Relación con homología singular. Axiomas de Eilenberg - Steenrod.

Bibliografía:

1. Rotman, J. An Introduction to Algebraic Topology. Springer, N. Y., 1988.

2. Massey, W. Algebraic Topology: An Introduction. Springer, N. Y. 1967.

3. Vick, J. Homology Theory. An Introduction to Algebraic Topology. Springer, N. Y., 1994.

4. Bredon. Topology and Geometry. Springer, N. Y., 1993.

Álgebras de Conglomerado.

Contenidos mínimos

Álgebras de conglomerado. Estructura combinatoria. Su relación con las álgebras de caminos, los grupos de Coxeter y las superficies de Riemann.

Bibliografía

1. S. Fomin, A. Zelevinsky. Cluster algebras I: Foundations, J. Amer. Math. ·soc. 15 (2002), 497-529.

2. S. Fomin, A. Zelevinsky. Cluster algebras II: Finite type classification, Invent. Math. 154 (2003), 63-121.

3. S. Fomin, M. Shapiro, D. Thurston. Cluster algebras and triangulated surfaces. I. Cluster complexes. Acta Math., 201(1), 83-146, 2008.

4. D. Labardini-Fragoso. Quivers with potentials associated to triangulated surfaces. Proc. Lond. Math. Soc. (3), 98 (3), 797-839, 2009.

5. G. Musiker, R. Schiffler. Cluster algebras of unpunctured surfaces and snake graphs. Proceedings 21st International Conference on Formal Power Series and Algebraic Combinatorics, (2009), 673-684.

Teoría de Módulos

Contenidos mínimos: Categorías y funtores. Categorías de módulos. Equivalencias de categorías. Módulos. Sucesiones exactas. Funtores Hom. Módulos proyectivos e inyectivos. Condiciones de finitud. Módulos simples y semisimples. Módulos noetherianos y artinianos. Funtores Ext y Tor.

Bibliografía

1. Assem, I. Algebres et modules. Le Presses de L' Universite d' Ottawa. Masson, 1997.

2. Rotman, J. J. An introduction to homological Algebra. Academic Press, New York-San Francisco-London, 1979.

Teoría de Galois.

Contenidos mínimos: Extensiones de cuerpos. Construcciones con regla y compás. Clausura algebraica. Extensiones separables y extensiones normales. Cuerpos finitos. Extensiones de Galois. Cuerpos ciclotómicos. Criterio de resolubilidad por radicales.

Bibliografía:

1. Gastaminza María Luisa. Notas del Curso: Extensiones Algebraicas y teoría de Galois. Departamento de matemática, UNS, Bahía Blanca. 1991.

2. Artin, E. Galois theory. Notre dame Mathematical Lectures, N 2, 1964.

3. Stewart I. Galois theory. Chapman and Hall, London, 1973.

Teoría de la inclinación.

Contenidos mínimos. Preliminares de la teoría de representaciones I. Algebras de artin. Dualidad. Carcajes ligados. Morfismos irreducibles y sucesiones casi escindidas. Las fórmulas de Auslander-Reiten. El carcaj de Auslander-Reiten. Módulos inclinantes. Algebras de endomorfismos. Pares de torsión y módulos inclinantes parciales. Definición y propiedades de pares de torsión. Módulos-inclinantes parciales. Pares de torsión escindidas. Módulos inclinantes. El teorema de inclinación. Dualidad entre un álgebra y el álgebra de endomorfismos de un módulo inclinante. Consecuencias del teorema de inclinación. Dimensión global. Algebras inclinadas. Triangularidad. Relación con pares de torsión. Módulos inclinantes convexos. Caracterización de algebras inclinadas por módulos inclinantes convexos. Módulos sinceros. Rodajas y rodajas completas. Caracterización de álgebras inclinada por rodajas completas. El criterio de Liu y Skowronski. Secciones. Algebras de endomorfismos de módulos inclinantes parciales.

Bibliografía:

1. Assem, I. Simson, D., and Skowronki, A., Elements of the representation theory of Associative Algebras, London Math..Soc. Student Texts 85, Cambridge University Press (2006).

2. Assem, I, Tilting theory -an introduction, Topics in Algebra, Banach Center Publ. Vol. 26, Part 1, PWN (1990)

3. Assem I, Cappa J. A., Platzeck M. I. y Verdecchia M. Módulos inclinantes y álgebras inclinadas. Notas de Álgebras y Análisis N 21 INMABB-CONICET, Universidad Nacional del Sur, (2008)

4. Happel, D. and Ringel, C. M., Tilted algebras, Trans. Amer. Math. Soc. 274, No~ 2 (1982) 399-443.

5. Hoshino, M., Tilting modules and torsion theories, Bull. London Math. Soc. 14 (1982) 334-336.

6.Smaht, S. 0., Torsion theories and tilting modules, Bull. London Math. Soc. 16 (1984) 518.

2.2 Área GEOMETRÍA

Geometría Algebraica

Contenidos mínimos: Conjuntos algebraicos afines. El teorema fundamental de Hilbert. Componentes irreducibles de un conjunto algebraico. Teorema de los ceros (Nullstellensatz). Variedades afines. Anillo de coordenadas. Funciones racionales. Propiedades locales de las curvas planas. Número de intersección. Variedades proyectivas. Variedades afines y proyectivas. Curvas proyectivas planas. Teorema de Bezout. Teorema fundamental de Max Noether. Variedades y Morfismos, aplicaciones racionales. La topología de Zariski. Resolución de singularidades. El teorema de Riemann-Roch.

Bibliografía:

1. William Fulton. Curvas Algebraicas. Reverté, 1971.

2. Robin Hartshorne. Algebraic Geometry. Springer 1977.

3. Joe Harris. Algebraic Geometry. Geometry: A First Course. Springer-Verlag.1995.

4. Igor Safarevich. Basic Algebraic Geometry. Springer-Verlag, 1995.

5. Phillips Griffiths. Introduction to Algebraic Curves. Translations of AMS 76, 1989.

Álgebras y Grupos de Lie

Contenidos mínimos:Álgebras de Lie. Morfismos. Subálgebras. Ideales. Cocientes. Representaciones. Derivaciones. Representación adjunta. Extensión del cuerpo de escalares. Álgebras Solubles. Álgebras Nilpotentes. Descomposición de Jordan de una representación. Teoremas de Engel y de Lie. Álgebras semi-simples. Subálgebras de Cartan. Forma de Cartan-Killing. Sistemas simples de Raíces. Grupos de Lie. Morfismos. Álgebras de Lie. Aplicación exponencial. Representación adjunta. Grupos clásicos. Teorema de Frobenius. Subgrupos de Lie. Subgrupos cerrados. Cociente. Espacios Homogéneos.

Bibliografía:

1. S. Helgason. Differential geometry, Lie groups, and symmetric spaces. Academic Press (1978).

2. L. A. B. San Martin. Álgebras de Lie. Editora Unicamp (1999).

3. J.J. Duistermaat y J.A.C. Kolk. Lie groups. Springer (2000).

4. V. S. Varadarajan. Lie groups, Lie algebras, and their representations.

Prentice-Hall Inc., (1974).

5. A.W. Knapp: Lie groups beyond an introduction. Second edition, Birkhäuser (2004).

Conexiones en Fibrados

Contenidos mínimos: Grupos de Lie. Subgrupos Cerrados. Espacios Homogéneos. Fibrados, Fibrados principales, Fibrados asociados. Pull-back de un fibrado. Fibrados vectoriales. Conexión en Fibrados principales, Forma conexión, Levantamiento, Transporte paralelo. Grupo de holonomía. Forma curvatura. Conexiones lineales, Forma Torsión y Ecuación de Estructura, Derivada Covariante, Símbolos de Christoffel y Geodésicas.

Bibliografía:

1. Kobayashi & Nomizu, “Foundations of Differentiable Geometry”, vol. I, N.Y.,John Wiley & Sons Inc., 1965.

2. Birman, G. S., “Introducción a la Teoría de Conexiones”, UNC-FAMAF Serie B, Matemática. 2000.

3. F. Warner, “Foundations of differentiable manifolds and Lie groups”, Springer-Verlag, 1983.

4. Steenrod N. "The Topology of Fibre Bundles" Princeton University Press. 1951.

Topología diferencial

Contenidos mínimos: Introducción: Variedades diferenciables. Valores críticos y regulares. Teorema de Sard y aplicaciones. Transversalidad. Introducción y resultados básicos sobre Homología y CW-complejos. Teoría de Morse: puntos críticos y Hessiano. Funciones de Morse. Teoremas fundamentales de la teoría de Morse. Estructuras celulares asociadas. Aplicaciones de la teoría de Morse: Caracterización de discos y esferas. Índice de campos y teorema de Poincaré-Hopf. Clasificación de superficies compactas. Cobordismo y h-cobordismo. Conjetura de Poincaré.

Bibliografia:

1. M. Hirsch. Differential topology. Springer.

2. J. Milnor. Topology from the differentiable viewpoint. University Press of Virginia.

3. J. Milnor. Lectures on the h-cobordism theorem. Princeton University Press.

4. J. Milnor. Morse Theory. Princeton University Press.

5. F. Warner. Foundations of differentiable manifolds and Lie groups. Springer.

6. Guillemin, Polack. Differential Topology.

7. Madsen-Tornehave. From Calculus to Cohomology. Cambridge University Press.

Topología Algebraica

Contenidos mínimos: Homotopía. El grupo Fundamental. Homología singular. El teorema de Hurewicz. Sucesión larga de homología. Excisión y Mayer–Vietoris. Homología de Esferas y Aplicaciones. Complejos simpliciales. Homología simplicial. Grupos fundamentales de Poliedros. Relación con homología singular. Axiomas de Eilenberg - Steenrod.

Bibliografía:

1. Rotman, J. An Introduction to Algebraic Topology. Springer, N. Y., 1988.

2. Massey, W. Algebraic Topology: An Introduction. Springer, N. Y. 1967.

3. Vick, J. Homology Theory. An Introduction to Algebraic Topology. Springer, N. Y., 1994.

4. Bredon. Topology and Geometry. Springer, N. Y., 1993.

2.3 Área ANÁLISIS

Análisis Real

Contenidos mínimos: Teoría General de la Medida: Medida Abstracta. Construcción de la medida a partir de la premedida. Construcción de Caratheodory. Convergencia débil y criterio de compacidad para medidas de Radon. Teoremas de cubrimiento, diferenciación de medidas de Radon. Medidas de Hausdorff: Definición y propiedades elementales; dimensión de Hausdorff. Desigualdad Isodiamétrica; Ln = Hn. Densidades. Medida de Hausdorff y propiedades elementales de las funciones. Fórmulas de área y de co-área: Funciones Lipschitz, gradientes débiles Teorema de Rademacher. Mapas lineales; Jacobianos. Funciones de variación acotada y conjuntos de perímetro finito.

Bibliografía:

1. L. Evans and R.Gariepy, "Measure Theory and Fine Properties of Functions", CRC Press, 1992.

2. F. Maggi, Sets of Finite Perimeter and Variational Problems: An Introduction to Geometric Measure Theory, Cambridge University Press, 2012.

3. P. Mattila, "Geometry of Sets and Measures in Euclidean Spaces", Cambridge University Press, Cambridge", 1995.

4. G. Folland, "Real Analysis: Modern Techniques and Their Applications”, second edition, John Wiley & Sons, 1999.

Análisis Complejo

Contenidos mínimos: Espacio de funciones analíticas. Convergencia y compacidad. Teorema de Runge. Continuación analítica y superficies de Riemann. Funciones armónicas. Funciones entera. Propiedades de la imagen de funciones analíticas.

Bibliografía:

1. Conway, J.B.: Functions of One Complex Variable. Springer-Verlag, 1973.

2. Cartan, H.: Elementary Theory of Analytic Functions of One or Several Complex Variables. Dover Publications, 1995.

3. Lang, S.: Complex Analysis. Addison Wesley, 1977.

4. Ash, R.B.: Complex Variables. Academic Press, (1971).

5. Rudin, W.: Real and Complex Analysis. McGraw-Hill International, (1987).

Complementos de Análisis Funcional

Contenidos mínimos: Espacios vectoriales topológicos. Metrización. Continuidad y acotación. Seminormas y convexidad local. Completitud. Convexidad. Teoremas de Hahn Banach. Topologías débiles. Integración de funciones vector valuadas. Funciones holomorfas. Dualidad en espacios de Banach. Distribuciones y transformada de Fourier. Teoremas de Paley-Wiener. Lema de Sobolev. Álgebras de Banach y teoría espectral. Álgebra de Banach conmutativas. Transformada de Gelfand. Involuciones. Aplicaciones a las álgebras no-conmutativas. Operadores acotados en espacios de Hilbert. Resolución de la identidad. El teorema espectral. Autovalores de operadores normales. Operadores positivos y raíces cuadradas. Operadores no acotados. La transformada de Cayley. Resolución de la identidad. Semigrupos de operadores.

Bibliografía:

1. Rudin, W., Functional Analysis, McGraw Hill, 1991.

2. Yosida, K., Functional Analysis, Springer-Verlag. New York, 1980.

3. Riesz F., Nagy B., Functional Analysis, Frederick Ungar Publishing Company, New York, 1955.

Análisis Funcional para Matemática Aplicada

Contenidos mínimos: Distribuciones. Operaciones, convergencia y aproximación a la identidad. La transformada de Fourier. La teoría de Fourier en L1, en L2 y en el espacio de Schwartz. Transformada de Fourier de distribuciones. Aplicaciones a las EDP's. Espacios de Sobolev. Teoremas de incrustación. Teorema de la traza. Ecuaciones diferenciales de segundo orden elípticas. Condiciones de borde. Un problema variacional y minimización de la energía. Teorema de Lax-Milgram. Cálculo Diferencial en espacios de Banach. Diferenciación. Teorema del punto fijo y aplicaciones contractivas. Ecuaciones no lineales. Cálculo de variaciones. Ecuaciones de Euler-Lagrange.

Bibliografía:

1. Arbogast, T. and Bona, J. Functional Analysis for the Applied Mathematician, Department of Mathematics. The University of Texas at Austin, Austin, 2010.

2. Brézis, H. Functional Analysis, Sobolev spaces and Partial Differential Equations. Springer, 2011.

3. Reed, M. and Simon, B. Methods of Modern Physics, Vol. 1, Functional Analysis, Academic Press, 1980.

4. Rudin, W. Functional Analysis, McGraw Hill, 1991.

Análisis Armónico

Contenidos mínimos: Series de Fourier. Convergencia y sumabilidad. Transformada de Fourier en espacios de Lebesgue y en espacios de Schwartz. Aproximaciones a la identidad. Desigualdades de tipo débil y convergencia en casi todo punto. El teorema de interpolación de Marcinkiewicz. La función maximal de Hardy – Littlewood. La función maximal diádica. Tipo débil (1,1) de la función maximal. La transformada de Hilbert. El valor principal de 1/x. Los teoremas de M. Riesz y Kolmogorov. Integrales truncadas y convergencia puntual. Multiplicadores.Integrales singulares. La transformada de Fourier del núcleo. Integrales singulares con núcleo par. Integrales singulares con núcleo variable. El teorema de Calderón- Zygmund. Operadores de Calderón-Zygmund generalizados. Extensión vectorial. El espacio atómico H1 y el espacio BMO. Desigualdades con pesos. La condición Ap. Desigualdades de tipo fuerte con pesos. Pesos A1. Desigualdades con pesos para integrales singulares.

Bibliografía:

1. Duoandikoetxea, J., Fourier Analysis. Graduate Studies in Mathematics. Volume 29. American Mathematical Society. 2001

2. García Cuerva, J. - Rubio de Francia, J. L. "Weighted norm inequalities and related topics", North Holland Math. Studies 116 (1985).

3. Stein, E. M., Singular Integrals and Differentiability Properties of Functions. Princeton University Press. Princeton, Princeton 1970.

4. L. Grafakos: Classical and Modern Fourier Analysis. Pearson Education, Inc. 2004.

5. Tao, T. Notas del curso "Fourier Analysis", http://www.math.ucla.edu/~tao/247a.1.06f/

Marcos, Bases y Ondículas

Contenidos mínimos: Marcos en espacios de dimensión finita:, espacios funcionales de dimensión finita. Cotas y algoritmos. Transformada de Fourier discreta. Seudo-inversa. Espacios lineales de dimensión infinita. Convergencia. Representación en serie. Sucesiones de Bessel. Bases en esp. de Banach y de Hilbert. Bases incondicionales. Bases ortogonales. Bases de Riesz. Bases duales. Marcos de trasladadas. Subespacios invariantes. Transformada de Fourier. Transformada de ondícula. Ondículas. Caracterización de ondículas Análisis de Multi-resolución (AMR). Filtros. Ondículas asociadas a AMR. Regularidad. Ondículas de Daubechies. Multi-ondículas. Ondículas no ortogonales: de Riesz, de marco, biortogonales. Caracterizaciones de espacios de funciones usando ondículas: Sobolev, Lipschitz. Ondículas cristalográficas. Orden de precisión.

Bibliografía:

1. Christensen, O. An introduction to Frames and Riesz bases, Applied and Numerical Harmonic Analysis. Birkhäuser, Boston, MA. (2003).

2. Heil, C. A Basis Theory Primer. Expanded edition. Birkhäuser, 2011.

3. Daubechies, I. Ten Lectures on Wavelets, CBMS-NSF Regional Conference Series in Applied Mathematics 61, Society for Industrial and Applied Mathematics. Philadelphia. (1992).

4. Hernández, E. y Weiss, G. A First Course on Wavelets, CRC Press. Boca Raton, FL. (1996).

5. Heil, C., Jorgensen, P., Larson, D. eds. Wavelets, Frames and Operator Theory, Contemporary Mathematics 345. American Mathematical Society. (2004).

Geometría Fractal

Contenidos mínimos: Medida y dimensión de Hausdorff, dimensión box y relacionadas. Técnicas para calcular dimensiones, métodos básicos y de teoría de potencial. Fractales definidos por transformaciones, conjuntos y medidas autosimilares, autoconformes y autoafines. Otros ejemplos: fracciones continuas, aproximaciones diofánticas, dimensión del gráfico de funciones, el problema de Kakeya. Sistemas dinámicos y repulsores: el mapeo logístico, sistemas dinámicos continuos. Iteración de funciones complejas: conjuntos de Julia de funciones cuadráticas, el conjunto de Mandelbrot. Fractales aleatorios, percolación fractal, movimiento Browniano.

Bibliografía:

1. Falconer, K. Fractal Geometry: Mathematical Foundations and Applications, second edition, John Wiley & Sons, 2003.

2. Mattila, P. Geometry of Sets and Measures in Euclidean Spaces, Cambridge University Press, 1995.

3. Falconer, K. Techniques in Fractal Geometry, John Wiley & Sons, 1997.

4. C.A. Rogers, "Hausdorff Measures", Cambridge University Press, Cambridge, 1998.

Ecuaciones Diferenciales Parciales

Contenidos Mínimos: Problemas correctamente planteados. Soluciones clásicas. Soluciones débiles y regularidad. 4 Ecuaciones clásicas. Solución fundamental. Problema no homogéneo.EDP de primer orden no-lineal. Características, cálculo de variaciones, soluciones débiles, problema de Riemann. Separación de variables. Ondas planas y viajeras, solitones. Métodos con transformaciones de Fourier y de Laplace. Funciones potenciales. Métodos asintóticos. Series de potencias. Espacios de Sovolev. Aproximación. Extensiones. Trazas. Desigualdades de Poincaré. El espacio H^{-1}. Ecuaciones Elípticas de segundo orden. Teorema de Lax-Milgram. Regularidad. Autovalores y autovectores. Ecuaciones lineales de evolución. Ecuaciones parabólicas de segundo orden. Ecuaciones hiperbólicas de segundo orden. Teoría de semigrupos. Cálculo de variaciones. Existencia de minimizantes. Regularidad. Problemas de autovalores no lineales. EDP semilineales elípticas.

Bibliografía:

1. L.C. Evans, “Partial Differential Equations”, Graduate Studies in Mathematics, V.19, American Mathematical Society, 1998.

2. Jeffrey Rauch, “Partial Differential Equations”, graduate studies in mathematics, Springer, 1992.

3. Walter Strauss, “Partial differential equations: An introduction”, Wiley, 1992.

4. Sandro Salsa, “Equazioni a derivati parziali”, Notas de curso.

5. Gilbarg and Trudinger, “Elliptic Partial differential equations of second order”, Springer, 1983.

Sistemas Dinámicos

Contenidos Mínimos: Definiciones: sistemas dinámicos continuos y discretos. Flujos. Ecuaciones Diferenciales Autónomas. Puntos fijos. Puntos periódicos. Órbitas periódicas. El caso lineal, estabilidad de soluciones. Puntos fijos hiperbólicos, variedad estable e inestable, conjuntos límites. Estabilidad de Liapunov de soluciones periódicas. El mapa de Poincaré. El Teorema de Poincaré Bendixon.

Bibliografía:

1)Alligood K., Sauer T., Yorke J.; Chaos. An Introduction to Dynamical Systems. Springer, 1996.

2)Amann H.; Ordinary Differential Equations. An introduction to Nonlinear Analysis, de Gruyter Studies in Mathematics, 13, 1990.

3)Hirsch M.W., Smale S.; Differential Equations, Dynamical Systems and Linear Algebra, Academic Press, 1974.

4)Palis, J. Jr, de Melo, W., Introdução aos Sistemas Dinâmicos.

5)Perkko L.; Differential Equations and Dynamical Systems, Springer-Verlag, 1991.

6)Sotomayor J.; Lecciones de ecuaciones diferenciales ordinarias. Projeto Euclides, IMPA, Rio de Janeiro, 1979.

2.4 Área MATEMÁTICA APLICADA

Probabilidad avanzada

Contenidos mínimos: Espacios Probabilísticos. Medida de Lebesgue-Stieltjes. Teorema de extensión de Carathéodory y de Kolmogorov. Variables aleatorias. Esperanza. Teoremas de convergencia. Independencia. Convergencia casi segura, en probabilidad, en distribución. Ley débil y fuerte de los grandes números. Esperanza condicional. Martingalas. Funciones características. Teorema central del límite para v.a.i.i.d. y extensiones.

Bibliografía:

1. Shiryaev, A. N. (1996). Probability. (Graduate Texts in Mathematics), Second edition. Springer.

2. Durrett, R. (2010). Probability: Theory and Examples. Fourth Edition. (Cambridge Series in Statistical and Probabilistic Mathematics.) Cambridge University Press, Cambridge.

3. Billingsley, P. (1995). Probability and Measure. Third edition. Wiley.

Métodos asintóticos en estadística

Contenidos mínimos: Órdenes de magnitud y series de Taylor. Convergencia débil y fuerte de estimadores. Casos univariado y multivariado. Teorema de Slutsky. Teorema central del límite: univariado y multivariado. Teorema de Cramér-Wold. Teorema de Hajek-Sidak y aplicaciones a modelos de regresión. El método Delta y transformaciones estabilizadoras de la varianza. Comportamiento asintótico de estadísticos de test. Aplicaciones.

Bibliografía:

1. Sen, P.K., Singer, J.M. y Pedroso de Lima, A.C. (2010). From Finite Sample to Asymptotic Methods in Statistics. New York, Cambridge University Press.

2. Serfling, R.J. (1980). Approximation Theorems of Mathematical Statistics. New York, John Wiley and Sons.

3. Barndorff-Nielsen, O.E. y Cox, D.R. (1989). Asymptotic Techniques for Use in Statistics. London, Chapman and Hall.

Biomatemática

Contenidos Mínimos: Modelos discretos para una especie. Estabilidad, soluciones periódicas y bifurcación. Modelos discretos para la interacción de especies. Hospedero - parásito. Modelo de Nicholson-Bailey. Modelos continuos para una especie y para interacción de especies. Modelo presa-predador. Modelos epidemiológicos. Ecuaciones diferenciales parciales en biología. Dispersión y agrupamiento de especies. Modelos de advección-difusión-reacción. Modelos no locales. Ondas viajantes para modelos de una especie. Modelo de Fisher. Análisis dimensional. Solución asintótica y estabilidad. Ondas viajantes para multiespecies. Dispersión geográfica de epidemias. Patrones espaciales con mecanismos de reacción-difusión de Turing.

Bibliografía:

1. J.D. Murray. Mathematical Biology. Springer-Verlag. 1989.

2. Leah Edelstein-Keshet. Mathematical Models in Biology. The Random House Ed.,Toronto. 1988.

3. Akira Okubo. Diffusion and Ecological Problems: Mathematical Models. Springer-Verlag. 1980.

4. J. Smoller. Shock waves and reaction-diffusion equations. Springer-Verlag. 1967.

5. D. Guedes de Figueiredo. A. Freira Neves. Equações Diferenciáis aplicadas. Associacao Ed. IMPA, Rio de Janeiro, 2002.

Introducción a los procesos estocásticos

Contenidos mínimos: Introducción y fundamentos. Cadenas de Markov. Medidas invariantes. Pérdida de memoria y convergencia al equilibrio. Procesos markovianos de salto. Estudio de algunos procesos especiales: Poisson, nacimiento y muerte, ramificación, renovación, procesos de difusión.

Bibliografía:

1. Karlin y Taylor (1981). A first course in stochastic processes. Academic Press.

2. Ross, S.M. (1983). Stochastic processes. Wiley.

3. Durrett, R. (1999). Essentials of Stochastic Processes. Springer.

Fundamentos de Optimización

Contenidos Mínimos: Conjuntos y funciones convexas. Convexidad y optimización. Teorema de Caratheodory. Condiciones de optimalidad. Función de Lagrange. Multiplicadores de Lagrange. Regularidad. Condiciones de Fritz-John. El problema dual. Dualidad débil: Dualidad fuerte. Condiciones de Fritz-John cuando no existe solución.

Bibliografía:

1. Bazaraa, M.S, Sherali, H.D. and Shetty, C.M., Nonlinear Programming, Theory and Algorithms. Wiley & Sons, New York, 1993. Second edition.

2. Bertsekas, D.P., Convex Analysis and Optimization. Athenas Scientific, Belmont, MA, 2003.

3. Borwein, J.M and Lewis A.S., Convex analysis and nonlinear optimization theory and examples. Canadian Math. Society, CMS Books in Mathematics, Canada, 2006.

4. Boyd, S. and Vandenverghe, L., Convex Optimization. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2004.

Introducción a la Matemática de las Finanzas.

Contenidos Mínimos: Elementos básicos de Finanzas. Mercados. Stock. Contratos. Derivados. Modelos financieros. Riesgo y arbitraje. Procesos estocásticos. Movimiento Browniano. Filtraciones. Martingalas. Instrumentos financieros. Precificación. Portafolio replicante. Probabilidad de riesgo neutro. Medida equivalente de martingala. El modelo de Black & Scholes.

Bibliografía:

1. Cutland, N., Roux, J. Derivative Pricing in Discrete Time. Springer Undergraduate Mathematics Series, 2013.

2. Föllmer, H., Schied, A. Stochastic Finance: An Introduction in Discrete Time, Walter de Gruyter, 2011.

3. Pliska, S. Introduction to Mathematical Finance: Discrete Time Models, Wiley, 1997.

Modelos Lineales.

Contenidos mínimos: Esperanza condicional. Modelo de regresión lineal simple. Estimadores de mínimos cuadrados. Teorema de Gauss-Markov. Coeficiente de determinación. Supuestos. Diagnóstico. Regresión lineal múltiple: modelo y supuestos. Intervalos de confianza y de predicción. Hipótesis lineal general. Coeficiente de correlación parcial. Selección del mejor modelo. Modelos lineales generalizados.

Bibliografía:

1. Scheffée, H (1959) The Analysis of Variance. Wiley, New York.

2. Johnson, R.; Wichern, D. (1992). Applied Multivariate statistical Analysis. Prentice-Hall

3. Searle, S.R. (1997). Linear Models. Wiley, New York.

4. Hardin, J.W. y Hilbe, J.M. (2001). Generalized Linear Models and Extensions. Stata Press.

Inferencia estadística

Contenidos mínimos: Estadísticos suficientes, completos y ancilares. Familias exponenciales de distribuciones. Información de Fisher y Kullback-Leibler. Teoría de decisión, estimadores óptimos, admisibilidad. Estimadores insesgados de mínima varianza, de máxima verosimilitud, bayesianos y robustos. Intervalos de confianza. Tests de hipótesis, lema de Neyman-Pearson y tests UMP. Test de razón de verosimilitudes. Factor de Bayes. Eliminación de parámetros de perturbación.

Bibliografía:

1. Lehmann, E.L. y Casella, G. (1998): Theory of Point Estimation. Springer.

2. Lehmann, E.L. y Romano, J.P (2005). Testing Statistical Hypotheses. Springer.

3. Schervish, M.J. (1995). Theory of Statistics. Springer.

4. Shao, J. (2003). Mathematical Statistics. Springer.