

Plan de Estudios

Carrera de Doctorado en Matemática

1. Identificación:

Plan de Estudios de la Carrera de Posgrado Doctorado en Matemática

2. Fundamentación:

Como una de las más antiguas de las ciencias, la Matemática ha estado ligada a numerosos cambios históricos. Sus implicancias han ido más allá del campo específico matemático. En la actualidad su estado subyacente a los avances tecnológicos es innegable. La Universidad Nacional de Rosario, desde una perspectiva creativa generadora, fomenta la formación de recursos humanos que respondan a las necesidades sociales, culturales y científicas de su tiempo. Así, el Doctorado en Matemática obedece este requerimiento desde el más alto nivel académico a ser alcanzado por sus profesionales.

Las tendencias actuales de la educación matemática en ciencias, exigen una permanente actualización curricular y una ulterior preparación de posgrado. La Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA) ofrece dos carreras de grado en matemática: el Profesorado y la Licenciatura y cuenta, desde hace décadas, con grupos de investigación en Matemática que, ya consolidados, producen resultados originales en sus respectivas áreas de estudio. Esto permite sustentar una carrera de Doctorado en Matemática que ofrece a sus alumnos un nivel académico solvente para responder, no sólo a requerimientos científicos-académicos, sino a cualquier fin que solicite su saber en un marco ético, brindando desde la investigación, aportes originales y superadores a la ciencia en su modo más universal.

3. Objetivos:

El Doctorado en Matemática tiene como objetivo la formación de posgraduados que puedan lograr aportes originales en Matemática, dentro de un marco de excelencia académica a través de una formación que se centre fundamentalmente en torno a las tareas de investigación. El Doctorado en Matemática no tendrá orientación ni especialidad fija y culminará con una tesis de carácter individual, la cual deberá constituirse en un aporte original al área de la Matemática elegida, y en la que se demuestre solvencia teórica y metodológica.

4. Características de la carrera

4.1 Nivel

Posgrado

4.2 Modalidad

Presencial

4.3 Acreditación

Obtendrán el título de **Doctor/a en Matemática** quienes cumplieren los requisitos establecidos en el presente Plan de Estudios.

4.4 Perfil del Egresado

El perfil del egresado es el de un posgraduado con una sólida formación, capaz de producir avances en el conocimiento de la Matemática y en el desarrollo de nuevas metodologías y trabajar en equipos interdisciplinarios.

4.4 Requisitos de Ingreso:

Será requisito de ingreso poseer título universitario de grado o posgrado, en el área de conocimiento de la Matemática, otorgado por universidades argentinas, nacionales, provinciales o privadas legalmente reconocidas. Podrán admitirse otros graduados universitarios argentinos, que demuestren una adecuada trayectoria, ya sea profesional, académica o de investigación, que ponga en evidencia su sólida formación en el área de la Matemática afín con el tema de tesis propuesto.

A los fines de someterse al proceso de admisión, los postulantes deberán presentar:

- a) Solicitud de inscripción consignando datos personales.
- b) Copia legalizada (anverso y reverso) del título universitario.
- c) Curriculum vitae.
- d) Propuesta de asignaturas que integrarán el Ciclo de Formación Superior, vinculadas con el tema de tesis.
- e) Propuesta del plan de investigación correspondiente a la Tesis, con una justificación.
- f) Propuesta de Director de Tesis y Co-director, si lo hubiera, acompañada de sus curriculum vitae.
- g) Nota de aceptación del Director de Tesis, (y Co-director si lo hubiera), indicando además su conformidad con el plan de investigación propuesto.

Asimismo, podrán ingresar a la carrera, los graduados de universidades extranjeras, oficialmente reconocidas en sus respectivos países, que posean títulos de grado equivalentes a indicados en el inciso anterior, previa certificación de la Facultad, del Organismo Acreditador de su país o Ministerio correspondiente. Su admisión no significará reválida del título de grado para el ejercicio profesional. En el caso de que el español no sea su primera lengua, los aspirantes deberán acreditar el conocimiento de aquél como segunda lengua.

Su admisión no significará reválida del título de grado para el ejercicio profesional.

A fin de someterse a un proceso de admisión los postulantes extranjeros deberán presentar:

- a) Solicitud de inscripción consignando datos personales.
- b) Copia del título de grado, previa certificación de la Facultad, del Organismo Acreditador de su país o Ministerio correspondiente.
- c) Acompañar en todos los casos PLAN DE ESTUDIOS de la carrera de grado aprobada.
- d) Curriculum vitae.

- e) Propuesta de asignaturas que integrarán el Ciclo de Formación Superior, vinculadas con el tema de tesis.
- f) Propuesta del plan de investigación correspondiente a la Tesis, con una justificación de su elección.
- g) Propuesta de Director de Tesis y Co-director, si lo hubiera, acompañada de sus curriculum vitae.
- h) Nota de aceptación del Director de Tesis, (y Co-director si lo hubiera), indicando además su conformidad con el plan de investigación propuesto.

La Comisión Académica será quien apruebe las solicitudes de admisión y en caso de ser necesario podrá solicitar una entrevista personal con los aspirantes.

5. Organización del Plan de Estudios

La carrera de posgrado de Doctorado en Matemática consta de un Ciclo Básico, un Ciclo de Formación Superior y una Tesis, cuyos contenidos y carga horaria se describen en secciones siguientes.

Se prevé un plan de estudios flexible que permite al doctorando, proponer algunas asignaturas vinculadas con el tema de Tesis que integrarán el Ciclo de Formación Superior, el que estará orientado a lograr la formación científica y metodológica necesaria para la elaboración de la Tesis.

5.1 Presupuesto de tiempo

Las actividades curriculares constituidas por las asignaturas del Ciclo Básico y el de Formación Superior constarán de al menos 400 horas.

El Ciclo Básico constará de cuatro asignaturas obligatorias que sumarán 180 hs y dos idiomas que sumarán 60hs.

El Ciclo de Formación Superior constará de no menos de 240 horas, distribuidas en al menos tres asignaturas.

La Tesis, que constituirá la parte fundamental de la carrera de Doctorado, podrá realizarse en forma simultánea con los otros dos ciclos y demandará una dedicación de al menos 400 horas.

5.2 Ciclos, asignaturas y delimitación de los contenidos

Ciclo Básico

Está integrado por cuatro asignaturas de formación básica general y dos idiomas. Las asignaturas de formación básica permitirán al Doctorando, completar la formación matemática general adquirida en el grado e iniciarse en la metodología de la investigación científica. El ciclo comprende además el cursado y aprobación de dos idiomas extranjeros, con preferencia a ser elegidos entre los más utilizados en la literatura específica del área elegida.

Área Formación Básica

Las asignaturas del Ciclo Básico son de carácter obligatorio en la formación de todos los doctorandos. Específicamente ellas son:

Metodología de la Investigación (60 hs)

Tópicos Avanzados en Análisis y Ecuaciones Diferenciales (40 hs).

Tópicos avanzados en Álgebra y Geometría (40 hs).

Tópicos avanzados en Optimización Combinatoria y Teoría de Grafos (40hs)

Área Idiomas

Dadas las características de la carrera de Doctorado, es necesario que el Doctorando pueda leer, escribir, y comunicarse en los idiomas utilizados en la literatura y por la comunidad científica en el campo de la Matemática.

El Doctorando deberá rendir examen de suficiencia en dos idiomas extranjeros elegidos entre los siguientes: Alemán, Francés, Inglés, Italiano y Portugués. Podrá proponer otro idioma en reemplazo de cualquiera de los anteriores, previa justificación de su necesidad dentro del tema de Tesis. La carga horaria asignada a cada idioma es de 30 hs.

Contenido de las asignaturas del Área de Formación Básica

DM-1.1.1 Metodología de la Investigación

Nociones de estadística. Los problemas científicos. Diseño de experimentos. Cómo reportar los resultados: informe científico; artículo científico; monografía; tesis.

DM-1.2.1 Tópicos Avanzados en Análisis y Ecuaciones Diferenciales

Problemas de contorno en ecuaciones diferenciales. Principios de máximo para ecuaciones diferenciales. Espacios de Sobolev; aplicaciones a las ecuaciones diferenciales. Cálculo clásico de variaciones; ecuación de Euler-Lagrange.

DM-1.3.2 Tópicos Avanzados en Álgebra y Geometría

Formas multilineales y multilineales alternadas en espacios vectoriales de dimensión finita. Algebras asociativas y no asociativas. Algebras de Lie de matrices. Campos tensoriales y formas diferenciales sobre una variedad diferenciable; álgebras tangentes a una variedad. Subvariedades diferenciables. Grupos de Lie de matrices. Integración de formas diferenciales sobre una variedad.

DM-1.4.2 Tópicos Avanzados en Optimización Combinatoria y Teoría de Grafos

Problemas de optimización en grafos: matchings, conjuntos estables, coloreos. Problemas de cubrimiento y empaquetamiento. Nociones de complejidad computacional de problemas. Abordaje de problemas NP-completos: instancias donde el problema resulta polinomial, algoritmos heurísticos y aproximados y estudio poliedral de formulaciones como programa lineal entero.

Ciclo de Formación Superior

Está integrado por no menos de tres asignaturas electivas de no menos de 60 horas cada una, mediante las cuales el doctorando logrará acercarse a la frontera del conocimiento en el campo de las temáticas elegidas. Dichas asignaturas podrán elegirse entre las aprobadas por el Consejo Superior para tal fin, las cuales se encuentran listadas en el Anexo III del presente plan de estudios. Las mismas serán elegidas por el doctorando, con el aval de su Director de Tesis y/o Consejero de Estudios.

5.3 TESIS:

La Tesis comprende la tarea original de investigación que el doctorando llevará a cabo con la supervisión del Director de Tesis, el cual será responsable de la originalidad y calidad de la misma. Constituye la parte más importante de la Carrera de Doctorado y es, en función de su realización, que se define el perfil de las asignaturas a cursar durante la misma.

Por sus características, la tesis podrá desarrollarse conjuntamente con los Ciclos Básico y de Formación Superior, y deberá garantizar un nivel de excelencia basado en la calidad y originalidad de la investigación realizada.

Es recomendable que este trabajo de investigación, o parte del mismo, sea sometido a consideración de la comunidad científica mediante su publicación en revistas científicas de reconocida relevancia.

Una vez aprobada la defensa oral, el Consejo Directivo de la Facultad considerará aprobado la Tesis y se procederá a expedir el diploma correspondiente.

6. Asignación horaria y correlatividades

La asignación horaria, los créditos otorgados y las correlatividades se indican en la siguiente tabla

Ciclo Básico

Código	Área de Formación Básica	Carga horaria	Créditos
DM-1.1.1	Metodología de la Investigación	60 horas	6
DM-1.2.1	Tópicos Avanzados en Análisis y Ecuaciones Diferenciales	40 horas	4
DM-1.3.2	Tópicos Avanzados en Álgebra y Geometría	40 horas	4
DM-1.4.2	Tópicos Avanzados en Optimización Combinatoria y Teoría de Grafos	40 horas	4
	Total	180 horas	18

	Área Idioma		
DM-2.5.1	Idioma I	30horas	3
DM-2.6.2	Idioma II	30 horas	3
	Total	60 horas	6

	Ciclo de Formación Superior		
DM-2.7*	Asignaturas electivas	Al menos 240 horas	Al menos 24

	Tesis		
	Tesis de Doctorado **	Al menos 400	Al menos 40
	Total de la carrera	Al menos 880	Al menos 88

(*) No se consigna cuatrimestre ya que las asignaturas electivas pueden tomarse en cualquier momento por ser una carrera con plan personalizado. El alumno deberá tomar un mínimo de 3 asignaturas y hasta 5 asignaturas como máximo para cubrir el total de horas requeridas. Las asignaturas electivas se listan en el Anexo III.

(**) Tener aprobadas todas las asignaturas

ANEXO II

REGLAMENTO DE LA CARRERA

Artículo 1: La carrera de Doctorado en Matemática está organizada de acuerdo con las normas vigentes en la Universidad Nacional de Rosario.

Artículo 2: La dirección académica del Doctorado en Matemática estará a cargo de un Director, quien será designado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, a propuesta de la Escuela de Posgrado y Educación Continua.

Artículo 3: El Director deberá ser un Profesor y/o Investigador que posea las condiciones exigidas por el presente Reglamento para ser Director de Tesis. Su designación será por un periodo de cuatro años, podrá ser reelegido, y tendrá las siguientes funciones:

- a) Planificar, organizar y controlar las actividades académicas y científicas de la Carrera.
- b) Asesorar a la dirección de la Escuela de Posgrado y Educación Continua en todas las cuestiones relacionadas con la Carrera que sean requeridas por el Consejo Directivo de la Facultad, por la Universidad, y por el Ministerio.
- c) Ejercer la representación de la Carrera ante organismos estatales o privados, nacionales o extranjeros, para promover y establecer relaciones académicas y gestionar recursos que mejoren el desarrollo de la Carrera.
- d) Convocar y presidir las reuniones de la Comisión Académica de la carrera de Doctorado en Matemática.

Artículo 4: El Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, a propuesta de la Escuela de Posgrado y Educación Continua, designará una Comisión Académica de la carrera de Doctorado en Matemática que estará constituida, como mínimo, por cinco titulares y dos suplentes, profesores y/o investigadores que posean condiciones para ser Directores de Tesis.

Artículo 5: Los miembros de esta Comisión Académica durarán en sus funciones un periodo de cuatro años y podrán ser reelegidos. La Comisión será renovada cada dos años.

Artículo 6: Serán funciones de la Comisión Académica de la carrera de Doctorado en Matemática:

- a) Actuar como Comisión de Admisión a la carrera.
- b) Entrevistar a los aspirantes cuando lo considere necesario.
- c) Estudiar y aprobar el Plan de Tesis de los aspirantes.
- d) Analizar los antecedentes del Consejero de Estudios, Director y Co-Director de Tesis propuestos por el Doctorando y asesorar en este tema al Consejo Directivo de la FCEIA.
- e) Analizar y aprobar el Plan de Asignaturas propuesto y el cronograma de avance.
- f) Otorgar las equivalencias de tareas curriculares cuando así corresponda.
- g) Realizar el seguimiento de los doctorandos, pudiendo solicitar informes de avance anuales, presentaciones orales, y cualquier otra instancia tendiente a la mejora del cursado y avance en la Carrera.
- h) Proponer al Consejo Directivo la constitución del Jurado de Tesis, una vez presentada la versión definitiva de la misma y verificado el cumplimiento de los aspectos formales.
- i) Analizar y aprobar las propuestas de programas analíticos de asignaturas del Doctorado

Todos los dictámenes de la Comisión Académica deberán ser fundados.

Artículo 7: La duración de la carrera, está prevista para desarrollarse entre tres (3) años y cinco (5) años como máximo, contados desde la admisión del doctorando a la Carrera de Doctorado en Matemática hasta la presentación de la tesis.

INSCRIPCION Y ADMISION

Artículo 8: Podrán ser admitidos al Doctorado quienes posean título universitario de grado o posgrado expedido por la UNR o por otras universidades nacionales o extranjeras, oficialmente reconocidas, en áreas de conocimiento afines a la Matemática. Podrán admitirse otros aspirantes que demuestren una adecuada trayectoria académica, de investigación o profesional, que ponga en evidencia su sólida formación en el área de la matemática, afín con el tema de tesis propuesto. En este último caso, el Consejo Directivo dictaminará sobre la admisibilidad del solicitante al Doctorado en Matemática, previo informe de la Comisión Académica de la carrera correspondiente.

Artículo 9: El contenido de los créditos establecidos en el Plan de Doctorado será propuesto, cuando corresponda, por cada doctorando con la participación del Consejero de Estudios y/o Director de Tesis, seleccionando entre los cursos y/o seminarios aprobados por el Consejo Directivo y que se detallan en el Anexo II. La elección de dichas asignaturas deberá ser convalidada oportunamente por el Director de Tesis.

La Tesis podrá ser propuesta libremente por el doctorando, debiendo contar con la aprobación del Director de Tesis propuesto.

Artículo 10: El Consejo Directivo, a propuesta de la Comisión Académica de la carrera, designará a los docentes que tendrán a su cargo el dictado de las asignaturas y/o seminarios, y aprobará los programas analíticos de contenido y de trabajos que para cada asignatura proponga el profesor designado.

Artículo 11: El dictado de las asignaturas establecidas en el Plan de Doctorado será organizado y coordinado por la Escuela de Posgrado y Educación Continua. La propuesta de dictado de toda asignatura del Doctorado deberá realizarse ante la Comisión Académica de la carrera y deberá incluir el programa que se desarrollará, el profesor responsable del mismo y la modalidad de dictado y de evaluación.

Artículo 12: Cuando el doctorando haya aprobado cursos de posgrado fuera del ámbito de la Universidad Nacional de Rosario o en otras carreras de posgrado de la Universidad Nacional de Rosario, con contenidos equivalentes a alguna de las asignaturas de su plan de estudios, el Consejo Directivo, bajo recomendación de la Comisión Académica de la carrera de Doctorado en Matemática, podrá otorgar la equivalencia de la misma.

Para la realización del trámite, el interesado deberá presentar certificado o constancia de aprobación expedida por la Institución responsable del dictado de la actividad y documentación que acredite a la mencionada actividad como inserta en un plan de carrera de posgrado. Deberá además constar la carga horaria, la modalidad de evaluación, y el profesor o investigador responsable de la asignatura.

El porcentaje de las actividades curriculares que podrán aprobarse por equivalencia no podrá superar el 50%. El Ciclo de Formación Superior no podrá ser aprobado en su totalidad por equivalencia.

El total de horas del Ciclo de Formación Superior que doctorando podrá cursar con su director, co-director y/o consejero de estudios como profesor/es de la misma no podrán superar las 120.

PROPOSICIÓN DEL TEMA, PLAN DE TESIS Y DIRECCIÓN

Artículo 13: La proposición del plan de investigación de tesis deberá contener:

a) Tema de Tesis: descripción breve, concisa y pertinente.

- b) Introducción: Exposición concisa sobre el estado actual del tema propuesto, incluyendo los resultados obtenidos por otros investigadores, con las citas bibliográficas correspondientes, con el planteo de las incógnitas que quedan por resolver y su importancia.
- c) Objetivos: expresión de las finalidades específicas del plan propuesto y la posible importancia de los resultados que se obtengan.
- d) Plan a desarrollar: descripción del material a investigar, los métodos a aplicar y la forma de analizar los resultados.
- e) Facilidades disponibles: personal, equipos y lugar de trabajo. El doctorando deberá considerar si con las facilidades técnicas a su disposición será posible llevar a cabo el trabajo de investigación propuesto.
- f) Trabajos previos realizados: resumen breve de todos los trabajos propios realizados hasta la fecha, vinculados con el tema de tesis propuesto.
- g) Publicaciones personales: referencia de las publicaciones personales más importantes relativas al tema propuesto o a otros estrechamente vinculados.

No serán admitidos trabajos de recopilación. El carácter de inédito no se invalida por la publicación de los avances de la investigación resultados en revistas científicas y/o congresos antes de la presentación de la Tesis, si la misma cuenta con la autorización del Director de Tesis y de la Comisión Académica de la carrera.

Artículo 14: El plan del aspirante al Doctorado, que acompañará a la solicitud de admisión deberá contener:

- a) Asignaturas que se proponen elegidas entre las aprobadas por el Consejo Superior para el Doctorado y que figuran en Anexo III.
- b) Tema, plan de Tesis, lugar institucional de trabajo de Tesis y su fundamentación
- c) Director de Tesis propuesto. Esta proposición deberá ir acompañada con el curriculum y una nota de aceptación firmada por el Director de Tesis propuesto.
- d) Consejero de Estudios propuesto, en caso que se proponga un Director de Tesis no perteneciente a la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Esta proposición deberá ir acompañada por una nota de aceptación firmada por el Consejero de Estudios propuesto y curriculum vitae abreviado del mismo

Las partes componentes del plan propuesto por el doctorando se presentarán refrendadas por el Consejero de Estudios, o por el Director de Tesis y el co-director propuestos, o por todos, según corresponda.

Artículo 15: Dadas las características particulares que presenta la Tesis en Matemática, la Comisión Académica de la carrera, cuando considere que existen razones valederas, podrá proponer al Consejo Directivo se apruebe la solicitud de inscripción al Doctorado sin la presentación del Plan de Tesis (inciso c del Artículo 14), siempre que se mencione el área en que se desarrollará la Tesis, otorgando un lapso máximo de dos (2) años para la presentación del Plan de Tesis (no de su tema de Tesis), Director de Tesis, lugar de trabajo de Tesis y su fundamentación.

APROBACIÓN DEL PLAN DE TESIS

Artículo 16: El plan propuesto, previa verificación de sus aspectos formales por parte de la Escuela de Posgrado y Educación Continua, será analizado por la Comisión Académica de la carrera que lo evaluará desde el punto de vista académico y científico.

Artículo 17: La Comisión Académica, elevará al Consejo Directivo, a través de la Escuela de Posgrado y Educación Continua, un informe exhaustivo aconsejando la aceptación de la inscripción del aspirante, su rechazo o el pedido de modificaciones en la presentación realizada, según corresponda.

Artículo 18: En base al informe citado en el Artículo 17, el Consejo Directivo decidirá aceptar la solicitud de inscripción o rechazarla parcial o totalmente.

Artículo 19: Si el rechazo es parcial el aspirante podrá modificar la presentación e insistir en la inscripción en el mismo período lectivo.

Si el rechazo es total, podrá reelaborar su plan debiendo transcurrir un año antes de insistir en la solicitud de inscripción.

DIRECTOR Y CO-DIRECTOR DE TESIS

Artículo 20. Todo Doctorando deberá proponer un Director para la ejecución y desarrollo de la Tesis Doctoral. La firma del Director en la solicitud significará su aceptación del cargo y la asunción de los compromisos y responsabilidades implícitos en su labor.

Podrá proponerse también un Co-Director en los casos que esto fuese necesario para el desarrollo de la Tesis, cuando el tema sea de índole interdisciplinario o cuando el Director resida en un lugar diferente al del Doctorando. La firma del Co-Director en la solicitud implicará la aceptación del cargo y la asunción de los compromisos y responsabilidades implícitos de su labor. El Director o Co-Director deberán acreditar producción científica en matemática.

El Director no podrá dirigir más de tres (3) trabajos de Tesis simultáneamente, salvo autorización expresa del Consejo Directivo, previa opinión de la Comisión Académica de la carrera.

Artículo 21. Podrán desempeñarse como Director o Co-Director, Docentes-Investigadores de la UNR o Investigadores de otras instituciones del país o del extranjero, que certifiquen poseer grado académico de Doctor, expedido por universidades del país y reconocido por el Ministerio de Educación de la Nación o por universidades del extranjero, con el reconocimiento del Ente correspondiente, que acrediten trayectoria en la disciplina del Plan de Tesis presentado.

Artículo 22: Serán funciones del Director de Tesis:

- a) Asesorar y orientar al doctorando en el plan de tesis.
- b) Evaluar periódicamente el desarrollo de la investigación.
- c) Informar a la Comisión Académica de la carrera de Doctorado en Matemática los cambios sustanciales en el transcurso de la investigación, que modifiquen el plan de tesis original.
- d) Aconsejar fundadamente a la Comisión Académica de la carrera, el otorgamiento de equivalencias, así como asesorarla en toda otra recomendación sobre el accionar del doctorando que considere pertinente.
- e) Informar la finalización de la tesis y presentar un informe final evaluando la investigación realizada, la calidad del trabajo y la significación de la tesis elaborada por el doctorando en la oportunidad de ser presentada.

Serán funciones del Co-Director:

- a) Asegurar un buen nexo y supervisión del Doctorando, en los casos en que el Director sea externo a la FCEIA.
- b) Complementar el asesoramiento científico, cuando el desarrollo de la Tesis implique el trabajo en diferentes temáticas del Plan propuesto, cuando la misma abarque campos interdisciplinarios o el Director no sea Doctor en Matemática.
- c) Otros motivos que el Comité Académico del Doctorado considere pertinentes y concordantes con el propósito del presente artículo.

Artículo 23 - La designación del Director y Co-Director será efectuada por la Consejo Directivo de la FCEIA, previo asesoramiento de la Comisión Académica de la carrera.

Artículo 24: El doctorando podrá proponer durante el desarrollo de su trabajo, un cambio de Director de Tesis. Esta propuesta será fundada, informada por el Consejero de Estudios y será el

Consejo Directivo el que decida previo informe fundado de la Comisión Académica de la carrera y otro informe del Director de Tesis saliente, si correspondiera. La propuesta debe ir acompañada de la aceptación por parte del Director de Tesis propuesto quien, además, deberá avalar el tema de Tesis, el lugar institucional de trabajo y el Plan de Doctorado o sugerir modificaciones de algunos de estos elementos.

Artículo 25: Director y Co-Director de Tesis podrán, mediante informe fundado presentado al Consejo Directivo, renunciar a su función. En tal caso el doctorando deberá proponer un nuevo Director o Co-Director.

CONSEJERO DE ESTUDIOS

Artículo 26: El doctorando tendrá desde su admisión al Doctorado un Consejero de Estudios, que lo guiará y aconsejará en temas académicos hasta su graduación. El Consejero de Estudios será a quien Comisión Académica de la carrera recurrirá frente a cualquier inconveniente que perturbe el normal desarrollo de la carrera del doctorando.

El Consejero deberá ser profesor de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, con probada experiencia y reconocida trayectoria en investigación.

Será el responsable de guiar al doctorando en sus estudios, debiendo cumplir las siguientes funciones:

- a) Asesorar y guiar al doctorando en sus actividades académicas.
- b) Participar en la elaboración y aconsejar sobre el plan de estudios que considere conveniente para la más adecuada capacitación científica del doctorando.
- c) Refrendar el informe sobre el plan, Director de Tesis y lugar de Trabajo a presentar por el doctorando.
- d) Refrendar las notas que eleve el doctorando sobre temas académicos referidos al plan.
- e) Comunicar a la Comisión Académica de la carrera cualquier inconveniente que impida el normal desarrollo de las actividades que comprenden el plan del Doctorado y sugerir la forma de solucionarlos.
- f) Actuar como vínculo entre el Director de Tesis y esta Facultad.

El Consejero podrá cesar en sus funciones y responsabilidades sólo en el caso en que Director o Co-Director de la tesis sean profesores de esta Facultad.

Artículo 27: El doctorando podrá proponer durante el desarrollo de sus estudios, el cambio de Consejero de Estudios. Esta propuesta será fundada. Será analizada por la Comisión Académica e informada para consideración del Consejo Directivo.

LUGAR INSTITUCIONAL DE TRABAJO

Artículo 28: El lugar donde se desarrollen los trabajos para la elaboración de la Tesis podrá ser cualquier Centro de Investigación, oficial o privado, del país o del extranjero, que permitan asegurar tanto por su prestigio como por el equipamiento disponible, la eficiente realización de los mismos. En todos los casos deberá ser avalado por el Director de Tesis y por la Comisión Académica de la carrera.

DURACIÓN Y READMISIÓN.

Artículo 29: El ciclo completo de Doctorado deberá ser cumplido en un lapso no mayor de cinco (5) años a contar desde la fecha de admisión por el Consejo Directivo y hasta la presentación formal de su trabajo escrito de Tesis para la valoración por el Jurado. Vencido este lapso el

doctorando podrá solicitar su readmisión y revalidación del plan. En la solicitud de readmisión el doctorando deberá consignar las causas de su retraso, el lapso en que se compromete a cumplir sus obligaciones y justificar, ratificándolo con la nota del Director de Tesis, la vigencia en ese momento de la temática y plan de su Tesis.

El Consejo Directivo decidirá la readmisión o no, previo informe de la Comisión Académica de la carrera.

CAMBIO DE PLAN O DE LUGAR DE TRABAJO.

Artículo 30: Durante la realización del Doctorado, el doctorando podrá proponer un cambio en el plan y/o lugar de realización de la Tesis. Asimismo podrá solicitar un cambio de una o más asignaturas propuestas según el Artículo 14 parte a).

Serán motivos válidos para el cambio de tema de Tesis, la particular evolución del conocimiento en el área o insalvables dificultades que se hayan presentado en el desarrollo del tema original.

La propuesta deberá ser fundada y avalada por el Director de Tesis.

Artículo 31: El Consejo Directivo resolverá, previo dictamen de la Comisión Académica de la carrera, acerca de la validez de las asignaturas y/o seminarios que eventualmente se hubieran cumplimentado.

SUPERVISIÓN ACADÉMICA

Artículo 32: La supervisión académica, incluyendo los trabajos efectuados en otra Universidad o Centro de Investigación estará a cargo de la Comisión Académica de la carrera, la cual informará al Consejo Directivo sobre cualquier anomalía detectada y propondrá las medidas de corrección que considere necesarias.

EVALUACIÓN Y APROBACIÓN

Artículo 33: Para las asignaturas obligatorias y optativas, la evaluación y aprobación será en forma individual, ante un tribunal examinador compuesto por tres (3) especialistas, profesores o investigadores. En ningún caso la aprobación será efecto de mera asistencia.

Artículo 34: Para poder presentarse a examen será necesario haber alcanzado la condición de regular, lo que se logrará habiendo aprobado el 75% de las actividades prácticas programadas si las hubiera.

Artículo 35: El doctorando podrá rendir en carácter de libre uno o más cursos correspondientes a su plan, sólo cuando, a criterio de la Comisión Académica de la carrera y bajo recomendación del Consejero de Estudios, se halle plenamente justificado.

Artículo 36: El doctorando que habiéndose presentado en una primera oportunidad a rendir examen de una asignatura y/o seminario, resulte no aprobado, tendrá una nueva opción a presentación transcurrido un lapso no menor de 60 días. Si no la aprobara en esta oportunidad, deberá cursar nuevamente la asignatura.

Artículo 37: Las actas de examen serán confeccionadas en formularios utilizados en los cursos de Posgrado y se utilizará una escala de evaluación igual a la establecida para los cursos de grado.

Artículo 38: La asignatura cursada en otra Universidad o Centro de Investigación, deberá ser

aprobada en el lugar de realización, pero la aprobación final será privativa del Consejo Directivo que resolverá previo informe de la Comisión Académica de la carrera.

Para ello el doctorando deberá presentar la solicitud de aprobación ante la Comisión Académica de la carrera adjuntando fotocopia legalizada del Acta de Examen o Certificado de Aprobación extendido por la Institución donde haya cumplimentado la asignatura y en el que consten: programa de actividades cumplidas, ponderación horaria, profesor o investigador responsable y condiciones de aprobación.

Artículo 39: Cuando los inscriptos al Doctorado acrediten formación y experiencia previa en su tema, el Consejo Directivo podrá, previa recomendación de la Comisión de Académica de la carrera, dar por aprobadas parte o la totalidad de las asignaturas de Doctorado.

IDIOMAS

Artículo 40: El doctorando deberá rendir examen de suficiencia en (2) idiomas extranjeros y podrá para ello elegir entre los siguientes: Alemán, Francés, Italiano, Inglés y Portugués. Podrá asimismo proponer otro idioma en reemplazo de cualquiera de los anteriores, previa justificación de su importancia dentro del tema de Tesis. El pedido será avalado por el Consejero de Estudios y el Director de Tesis. El Consejo Directivo decidirá, previo informe de la Comisión Académica de la carrera.

Artículo 41: La aprobación de los idiomas se realizará mediante examen de suficiencia que se cumplirá en el Departamento de Idiomas Modernos de la Facultad de Humanidades y Arte de la UNR o bien, en la Escuela de Posgrado y Educación Continua de esta Facultad. El mismo se referirá a la comprensión de un texto relacionado con el tema de Tesis.

Artículo 42: A solicitud del doctorando, el Consejo Directivo podrá eximirlo de la obligación de rendir examen de suficiencia de uno o de ambos idiomas, siempre que aquel acredite haber satisfecho los requerimientos que la Universidad establece en cuanto a la evaluación de idiomas extranjeros. El Consejo Directivo podrá requerir el asesoramiento del Departamento de Idiomas Modernos de la Facultad de Humanidades y Artes.

TESIS

Artículo 43: La Tesis Doctoral consistirá en un trabajo original e inédito, que sea un aporte significativo en el campo del tema elegido y estructurado sobre la base de una rigurosa metodología del trabajo científico.

No serán admitidos trabajos de recopilación. El carácter de inédito no se invalida por la publicación de los resultados en revistas científicas y/o congresos antes de la presentación de la Tesis, si la misma cuenta con la autorización del Director de Tesis y de la Comisión Académica de la carrera.

PROPOSICIÓN DEL TEMA, PLAN DE TESIS Y DIRECCIÓN

Artículo 44: En la proposición del plan de Tesis a desarrollar se contemplarán los siguientes aspectos:

- a) Tema del trabajo de Tesis: descripción breve, concisa y pertinente.
- b) Introducción: exposición concisa sobre el estado actual del tema propuesto, incluyendo los resultados obtenidos por otros investigadores, con las citas bibliográficas correspondientes, con el planteo de las incógnitas que quedan por resolver y su importancia.
- c) Objetivos: expresión de las finalidades específicas del plan propuesto y la posible importancia de los resultados que se obtengan.
- d) Plan a desarrollar: descripción del material a investigar, los métodos a aplicar y la forma de analizar los resultados.

- e) Facilidades disponibles: local, personal, equipos y lugares de trabajo.
- f) Trabajos previos realizados: resumen breve de todos los trabajos propios realizados hasta la fecha, vinculados con el tema de Tesis propuestos.
- g) Publicaciones personales: referencia de las publicaciones personales más importantes relativas al tema propuesto o a otros estrechamente vinculados.
- h) Director de Tesis/co-director de Tesis: apellido y nombres, situación académica y lugar de trabajo. Se adjuntará un curriculum del Director propuesto, relativo al área de conocimiento a que pertenece el tema de Tesis a desarrollar bajo su dirección.

PRESENTACIÓN DEL TRABAJO ESCRITO DE TESIS

Artículo 45: El trabajo escrito de Tesis podrá ser presentado solamente si se han cumplido todas las otras exigencias académicas. Se deberá adjuntar un dictamen del Director de Tesis autorizando su presentación y un certificado de asignaturas aprobadas.

La Tesis escrita será entregada en la Escuela de Posgrado y Educación Continua, la cual, luego de verificar si el doctorando está en condiciones de presentarla, la girará a la Comisión Académica de la carrera para que informe si cumple con los requisitos formales que establece esta reglamentación. Si así no fuera será devuelta al doctorando con las observaciones. Este deberá volver a presentarla una vez cumplimentadas las observaciones efectuadas.

Cuando no se señalen vicios formales, la Tesis será elevada por la Comisión Académica de la carrera al Consejo Directivo, junto con la propuesta del Jurado de Tesis. Una vez que éste último haya sido designado por el Consejo Directivo, se le enviará el Trabajo escrito para su evaluación.

Este diligenciamiento será de carácter urgente.

Artículo 46: El trabajo escrito de Tesis será estructurado en secciones según se indica más abajo.

En cada sección se desarrollará el respectivo contenido teniendo en cuenta que la necesidad de concisión no debe llevar a la omisión de detalles importantes para determinar la autoría de lo expuesto.

A) **CARÁTULA:** En la carátula se consignará:
Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Departamento, Centro o Instituto en donde se realizó
Título del Trabajo
Nombre del autor
Nombre del Director de Tesis
Nombre del Codirector (si corresponde)
Año de presentación

B) **ORDENAMIENTO DE LA TESIS:** La Tesis, en lo posible, se ordenará como sigue:
1ro) Resumen: deberá contener información relacionada con:
1- Breve presentación del problema;
2- Enfoque y planificación del trabajo;
3- Datos significativos y hallazgos más importantes;
4- Conclusiones.
2do) Introducción: Incluyendo una actualización bibliográfica del tema y una Exposición de los objetivos del trabajo realizado.

3ro) Desarrollo.

4to) Discusión de resultados y conclusiones.

5to) Bibliografía: Será numerada según el orden de citación en el texto u orden alfabético. Todas las referencias tendrán que ser citadas en el texto e igualmente, todas las citas deben figurar en la bibliografía.

C) **DETALLES DE PRESENTACIÓN:** Se evitarán los abusos en el empleo de Abreviaturas y en todos los casos se explicará su significado en el texto o al pie de los cuadros, o en una enumeración que se presentará después de la Introducción, bajo el título de Abreviaturas y Símbolos.

Las tablas y las figuras deberán estar claramente confeccionadas y llevar leyendas descriptivas.

Excepto que sea estrictamente necesario para la claridad del trabajo, no se deberán presentar los mismos datos en forma de tablas y figuras. Las fotografías deberán estar bien reproducidas, no pudiendo utilizarse en su reemplazo fotocopias. La bibliografía deberá incluir para cada trabajo citado los apellidos e iniciales de todos los autores, el título completo del trabajo, el nombre de la revista o libro, página y editorial y el año de la publicación. Las referencias bibliográficas se presentarán según normas internacionales de publicación.

Artículo 47: El trabajo escrito de Tesis deberá presentarse entregando cuatro (4) ejemplares iguales, a dos (2) espacios en papel tamaño normalizado IRAM A4 que deberán ser perfectamente legibles, acompañados de una versión digital del trabajo.

JURADO DE TESIS

Artículo 48: El Jurado de Tesis será elegido por el Consejo Directivo a propuesta de la Comisión de Académica de la carrera. Estará integrado por un número impar no inferior a tres (3) de miembros titulares y dos (2) suplentes. Ellos deberán ser profesores universitarios o investigadores, especialistas en el campo disciplinario al que pertenezca el tema de Tesis. Por lo menos uno de los miembros debe ser externo a la Universidad Nacional de Rosario y sólo uno podrá pertenecer a la FCEIA. De ser nombrados jurados suplentes, la constitución final del tribunal deberá reunir las condiciones de pertenencia recién mencionadas.

Artículo 49: No podrán formar parte del Jurado de Tesis el Director ni el Codirector de Tesis. Tampoco podrán ser miembros del Jurado de Tesis personas que posean relación de parentesco consanguíneo o no con el Doctorando, Director o Co-Director.

La propuesta de Jurados de Tesis de la Comisión de Académica de la carrera será comunicada previamente al Director o Co-director de Tesis según corresponda y el mismo se responsabilizará ante el Consejo Directivo de se cumplan estos requisitos a través de una nota que acompañará la presentación .

Artículo 50: La propuesta de constitución del Jurado será comunicada fehacientemente al doctorando, Director y Co-Director de Tesis, quienes dentro de los siete (7) días hábiles a partir de la notificación podrán recusar a alguno o algunos de los miembros propuestos.

Las causales de dicha recusación serán consideradas por el Consejo Directivo con el asesoramiento de la Comisión Académica de la carrera.

Artículo 51: Producida la recusación de uno o más miembros del Jurado, el Consejo Directivo decidirá sobre la misma en un lapso no mayor de treinta (30) días de recibida la recusación, siendo su resolución definitiva e inapelable. Si la recusación procede, la Comisión Académica de la carrera propondrá al Consejo Directivo, dentro de los treinta días de aceptación de la misma, un

nuevo miembro por cada uno de los recusados.

En los mismos plazos establecidos para el caso de recusación, cada miembro del Jurado podrá excusarse de integrar el tribunal por parentesco, amistad íntima, razones personales o de fuerza mayor. En caso de hacerlo así, será reemplazado por un nuevo miembro designado por el Consejo Directivo a propuesta de la Comisión Académica de la carrera.

Artículo 52: Una vez firme la designación del Jurado de Tesis y dentro de un lapso no mayor de quince (15) días, se enviará a cada miembro del Jurado, copia de la resolución de designación, en la que constará el plazo que se fija para cumplimentar el dictamen, adjuntando un ejemplar de la Tesis, copia del dictamen del Director de Tesis autorizando justificadamente su presentación y una copia del presente Reglamento.

VALORACIÓN DE LA TESIS

Artículo 53: El cumplimiento del artículo anterior debe hacerse a los efectos de la valoración del de la tesis.

Artículo 54: Cada uno de los miembros del Jurado emitirá un dictamen fundamentado, individual y por escrito, sobre la Tesis, en el que se analicen: la metodología empleada, interés del tema, originalidad del planteo, profundidad y calidad de la labor realizada, y rigor lógico en su desarrollo. Deberá asimismo indicar si el mismo es aprobado para la defensa oral, aprobado sujeto a modificaciones a realizar antes de la defensa o rechazado. Si el Jurado no fuera unánime en la aprobación de la Tesis para su defensa, la aprobación o el rechazo de la misma será definido por simple mayoría.

Todo dictamen no fundamentado, será desestimado por el Consejo Directivo previa opinión de la Comisión Académica de la carrera y devuelto al miembro de Jurado respectivo para su correcta tramitación. Si en esta segunda oportunidad se repite un dictamen no fundamentado, se desestimaré el mismo y se dejará sin efecto la designación de ese miembro del Jurado, designándose otro en su reemplazo. Los miembros del Jurado tendrán un lapso de treinta (30) días para emitir su dictamen, que podrá ser prorrogado por un segundo período de treinta (30) días, vencidos los cuales se requerirá la devolución del ejemplar de la Tesis a quien no haya emitido su dictamen y se dejará sin efecto su designación, procediéndose a designar un nuevo miembro en su reemplazo.

Artículo 55: Una vez recibidos todos los dictámenes, serán puestos en conocimiento de la Comisión Académica de la carrera y del Director de Tesis, los cuales solo podrán observarlos en sus aspectos formales, formulando impugnación. El Consejo Directivo decidirá sobre la validez de la impugnación, pudiendo llegar a anular el dictamen impugnado. En este caso designará un nuevo miembro del Jurado en reemplazo de aquél cuyo dictamen fuera impugnado.

Artículo 56: Si la mayoría de los miembros del Jurado no aprobaran el trabajo escrito de Tesis, el doctorando podrá reelaborarlo y presentarlo nuevamente, transcurrido un lapso no mayor de un (1) año. El trabajo reelaborado deberá volver a ser examinado por los miembros del Jurado, quienes emitirán dictamen.

Si el trabajo fuera nuevamente desaprobado por la mayoría de los miembros del Jurado, el doctorando no podrá insistir sobre el mismo tema. Podrá entonces proponer, por única vez, un cambio de tema en las condiciones que indica este Reglamento.

Si el doctorando no propone un nuevo tema dentro del año de rechazado el anterior quedará fuera del Doctorado y caducarán los derechos adquiridos. Para desarrollar el nuevo tema propuesto, el doctorando cuenta con un lapso no mayor de tres (3) años, contados a partir de la aprobación del mismo.

Si el trabajo escrito de Tesis no es presentado en este lapso, será cancelada la admisión al

Doctorado, perdiendo validez todos los actos realizados hasta el momento.

Artículo 57: Cuando el trabajo escrito de Tesis resulte aprobado por la mayoría de los miembros del Jurado, el Consejo Directivo fijará fecha para que el doctorando defienda su Tesis en sesión pública, en la que luego de una exposición libre por parte del doctorando, el Jurado promoverá un debate sobre el contenido de la Tesis. La fecha a fijar por el Consejo Directivo no excederá de los sesenta (60) días luego de recibido el último dictamen de los miembros del Jurado.

Artículo 58: Terminada la defensa oral de la Tesis, el Jurado labrará un acta en la que constará la aprobación o no de la misma por parte de cada uno de los miembros del Jurado. El Acta será leída al doctorando por uno de los miembros.

Artículo 59: Si la mayoría de los miembros del Jurado desaprobaban la defensa oral, el doctorando podrá solicitar al Consejo Directivo una nueva fecha para reiterar la defensa. La nueva fecha será fijada por el Consejo Directivo y estará comprendida entre los tres (3) y seis (6) meses posteriores a la primera defensa.

Artículo 60: Cuando la defensa oral resulte aprobada por la mayoría de los miembros del Jurado, el Consejo Directivo considerará aprobada la Tesis y se procederá a expedir el Diploma correspondiente.

Artículo 61: El dictamen del Jurado tendrá en cuenta fundamentalmente la originalidad del trabajo en el campo investigado como así también el conocimiento sobre el tema de Tesis puesto de manifiesto por el doctorando en la exposición de su Tesis.

Las opiniones vertidas por el doctorando antes o después de la aprobación de la Tesis son exclusiva responsabilidad del autor y no comprometen a la Universidad ni al Jurado.

TÍTULO Y DIPLOMA.

Artículo 62: Quienes aprueben la Tesis según lo establecido en este Reglamento, alcanzarán el grado y obtendrán el Título de “Doctor/a en Matemática”. El título tendrá carácter exclusivamente académico, y no habilitará para el ejercicio de profesión alguna.

Artículo 63: El diploma será emitido por la Universidad según la normativa vigente.

RESGUARDOS.

Artículo 64: Al autor de la Tesis le corresponderán los derechos de propiedad intelectual sobre la Tesis.

Artículo 65: Los trabajos escritos de Tesis, aprobados o no pertenecerán a la Facultad.

Artículo 66: Cuando se publique una Tesis mencionando el carácter de Tesis aprobada, deberá transcribirse el nombre de los miembros del Jurado y el párrafo: “Las opiniones vertidas por el doctorando antes o después de la aprobación de la Tesis son exclusiva responsabilidad del autor y no comprometen a la Universidad ni al Jurado”.

DOCTORADO EN CURSO. Disposición Transitoria

Artículo 67: Los doctorandos inscriptos que cursan el Doctorado en base a la Reglamentación anterior a la presente podrán optar por continuar su carrera bajo esta nueva normativa, reconociéndoseles Director, Co-director y plan de Tesis. En ese caso, el Doctorando deberá solicitarlo dentro de los 90 días a partir de la aprobación de la presente reglamentación.

ANEXO III

Asignaturas electivas del Ciclo de Formación Superior

CODIGO	CREDITO HORARIO	DENOMINACION
D-1	70-90 hs.	Teoría de Conexiones
D-2	70-90 hs.	Geometría Riemanniana
D-3	70-90 hs.	Ecuaciones Diferenciales Parciales Elípticas No-Lineales
D-4	70-90 hs.	Teoría de la Dimensión
D-5	70-90 hs.	Topología Algebraica
D-6	70-90 hs.	Teoría de Control Optimo
D-7	70-90 hs	Lógica y Teoría de Conjuntos
D-8	70-90 hs	Análisis Convexo
D-9	70-90 hs	Análisis Numérico: Algoritmos de Optimización y Problemas de Algebra Lineal
D-10	70-90 hs	Control de Sistemas Dinámicos
D-11	70-90 hs	Seminario de Matemática Aplicada
D-12	70-90 hs	Cálculo y Análisis Numérico de Problemas de Frontera Libre para la Ecuación del Calor de Tipos de Stefan
D-13	70-90 hs	Problemas de Frontera Libre para la Ecuación del Calor Multidimensional
D-14	70-90 hs	Problemas de Frontera Móvil y Libre para la Ecuación del Calor Unidimensional
D-15	70-90 hs	Inecuaciones Variacionales Elípticas
D-16	70-90 hs	Análisis Numérico de Ecuaciones e Inecuaciones Variacionales
D-17	70-90 hs	Seminario Superior de Análisis
D-18	70-90 hs	Probabilidad y Procesos Estocásticos avanzados
D-19	70-90 hs	Control Optimo Estocástico
D-20	70-90 hs	Seminario de Geometría Diferencial
D-21	70-90 hs	La Ecuación del Calor Unidimensional
D-22	70-90 hs	Ecuaciones Diferenciales no Lineales y Sistemas Dinámicos Caóticos
D-23	70-90 hs	Seminario de Algebra
D-24	70-90 hs	Dinámica, Termodinámica y Asimetría Temporal
D-25	70-90 hs	Aspectos Poliedrales de la Optimización Combinatoria
D-26	70-90 hs	Tópicos Avanzados en Optimización Combinatoria
D-27	70-90 hs	Programación Lineal Entera-Mixta
D-28	70-90 hs	Tópicos Avanzados en Teoría de Control
D-29	70-90 hs	Tópicos Avanzados en Teoría de Juegos
D-30	70-90 hs	Teoría Ergódica
D-31	70-90 hs	Relación entre Sistemas Dinámicos y Procesos Estocásticos

D-32	70-90 hs	Epistemología de la Matemática
D-33	70-90 hs	Métodos Matemáticos de la Mecánica Cuántica
D-34	70-90 hs	Métodos Matemáticos de la Física Clásica
D-35	70-90 hs	Métodos analíticos y numéricos de la dinámica de los sistemas estelares
D-36		Otros cursos o asignaturas que anualmente apruebe Consejo Directivo

Delimitación de Contenidos

D-1 Teoría de Conexiones

Introducción. Desarrollo histórico: Diversas definiciones. Extensiones a fibrados naturales de una variedad diferenciable. Conexiones lineales y afines. Transporte paralelo de objetos geométricos. Conexión de Levi-Civita, generalización, transporte paralelo de densidades. Geodésicas y propiedades extremales. Flujos geodésicos. Otras conexiones notables: proyectiva, conforme.

D-2 Geometría Riemanniana

Motivación introductoria. Desarrollo histórico. Conexión Riemanniana. Torsión y curvatura. Completitud Teorema de Hopf-Rino. El Laplaciano: Teoría espectral. El operador estrella: Teorema de Hodge. Isometrías: existencia e inexistencia. Primera y segunda variación de la longitud de arco: teoremas de Myers, Rauch y Synge.

D-3 Ecuaciones Diferenciales Parciales Elípticas No-Lineales

El método de Schauder. Espacios de Sobolev. Soluciones generalizadas y regularidad. Soluciones fuertes. Principio de máximo y comparación. Teoremas topológicos de punto fijo. Estimativas de Holder para el gradiente. Ecuaciones de tipo curvatura media. Ecuaciones de tipo Monge-Ampere.

D-4 Teoría de la Dimensión

Dimensión de Hausdorff. Geometría fractal. Dimensión fractal. Sistemas dinámicos caóticos. Dimensión de un atractor caótico

D-5 Topología Algebraica

Homología simplicial y singular. Álgebra homológica.

D-6 Teoría de Control Óptimo

Sistemas dinámicos. Ecuaciones diferenciales con término de control. Problemas de optimización. Principio de máximo de Pontryagin. Programación dinámica. Ecuaciones Hamilton-Jacobi-Bellman. Condiciones de optimabilidad. Aplicaciones.

D-7 Lógica y Teoría de Conjuntos

Ordinales. Cardinalidad. Axioma de elección. Teoría axiomática de conjuntos. Axiomas. Inducción transfinita. Aritmética cardinal. Independencia de axioma de elección y la hipótesis del continuo. Semántica y axiomática del cálculo de predicados. Teorema de incompletitud de Godel.

D-8 Análisis Convexo

Funciones convexas, afines y polares. Sub-diferenciabilidad. Separación de convexas. Minimización y funcionales convexas. Dualidad. Problemas duales y primales. Problemas

de mínimo-máximo. Punto silla de funcionales. Aplicaciones.

D-9 Análisis Numérico: Algoritmos de Optimización y Problemas de Álgebra Lineal

Algoritmos iterativos de block-relajación. Seudo-inversa.

Problemas de programación lineal y cuadrática. Teoría general de convergencia de algoritmos de optimización. Métodos de dualidad. Optimización no diferenciable.

D-10 Control de Sistemas Dinámicos

Control de sistemas gobernados por ecuaciones diferenciales ordinarias. Controlabilidad y Sistemas lineales. Espacio A-B invariantes. Problemas de estabilización, regulación, descomposición, invertibilidad, persecución de modelos. Teoría de invariantes.

Sistemas no-lineales. Ecuaciones diferenciales en variedades diferenciales.

Sistemas de dimensión infinita. Propiedades de controlabilidad, observabilidad, estabilidad.

Control óptimo con costos cuadráticos. Ecuaciones integrales de Riccati.

D-11 Seminario de Matemática Aplicada

Trabajos avanzados en diferentes ramas de la Matemática Aplicada

D-12 Cálculo y Análisis Numérico de Problemas de Frontera Libre para la Ecuación del Calor de Tipos de Stefan.

Modelos o métodos aproximados: cuasi-estacionario, balance integral, variacional de Biot, desarrollo en serie. Diferentes métodos que siguen la frontera libre: diferencias finitas con mallas fija y no fija, con paso variable, elementos finitos en espacio-tiempo, métodos de las líneas. Diferentes métodos que fijan la frontera libre: Transformación de Landau, método de migración isotérmica. Diferentes métodos de dominio fijo: entalpía, regularización, inecuaciones variacionales.

D-13 Problemas de Frontera Libre para la Ecuación del Calor Multidimensional

Problema de Stefan a una y dos fases. Formulación de entalpía, débil y a través de inecuaciones variacionales. Problemas de difusión-consumo de oxígeno en tejidos vivos.

Problema de la colada continua. Problema de inyección en una celda de Hele-Shaw.

D-14 Problemas de Frontera Móvil y Libre para la Ecuación del Calor Unidimensional

Problemas de frontera fija, móvil y libre. Problemas de frontera libre de tipo explícito e implícito. El problema de Stefan y de la difusión-consumo de oxígeno. Fórmula de salto.

Ecuaciones integrales de Volterra de segunda especie. Soluciones exactas de Lamé-Clapeyron y de Stefan. Diferentes métodos para el estudio de la solución del problema de Stefan a una fase con condiciones de contorno de temperatura o flujo de calor.

Comportamiento asintótico de la frontera libre. El problema de Stefan a dos fases.

D-15 Inecuaciones Variacionales Elípticas

Teorema de Lions-Stampacchia. Diferenciabilidad según Gateaux. Relación entre problemas de mínimo e inecuaciones variacionales. Método de penalización. Inecuaciones cuasi-variacionales del tipo elíptico.

D-16 Análisis Numérico de Ecuaciones e Inecuaciones Variacionales

Fundamentación Matemática del método de los elementos finitos. Teoría de interpolación de espacios de Sobolev. Estimaciones de error. Métodos de elementos finitos mixtos. Análisis numérico de ecuaciones e inecuaciones variacionales elípticas.

D-17 Seminario Superior de Análisis

Trabajos avanzados en diferentes ramas del análisis.

D-18 Probabilidad y Procesos Estocásticos

Axiomas y definiciones básicas de la teoría de probabilidad. Funciones aleatorias. Secuencias aleatorias. Martingalas y semimartingalas. Tiempos de Markov. Procesos de Markov.

Martingalas y semimartingalas en tiempo discreto. Teorema de Levy.

Descomposición de Doob. Descomposición de Doob-Mayer de supermartingalas. Proceso de Wiener. Integral estocástica. Fórmulas de Ito. Descomposición de Doob-Mayer. Teorema de Girsanov.

Teoría de filtrado. Interpolación y extrapolación de procesos parcialmente observables.

Filtrado lineal óptimo. Método de Halman-Buey.

D-19 Control Optimo Estocástico

Téoría de martingalas. Tiempos de Markov. Procesos Markovianos. Formula de Ito.

Ecuaciones diferenciales estocásticas.

Problemas de control óptimo estocástico para sistemas de tiempo discreto. Control de

cadenas de Markov. Políticas óptimas y epsilon-óptimas. Problemas con tiempo continuo.

Control de procesos de Markov, de procesos de saltos y de procesos de difusión. Principio

de optimalidad de Bellman. Problemas de detención óptima y de control impulsivo.

D-20 Seminario de Geometría Diferencial

Trabajos avanzados en diferentes ramas de la Geometría Diferencial

D-21 La Ecuación del Calor Unidimensional

El principio del máximo y algunas aplicaciones. El problema de Cauchy. Las funciones de

clase Holmgren. El problema de valores iniciales y de contorno para el primer cuadrante

con especificaciones de temperatura o de flujo de calor en el borde. El problema de valores

iniciales y de contorno para un cuerpo finito con especificaciones de temperatura o de flujo

de calor en los bordes. Reducción de diversos problemas de calor a ecuaciones integrales.

Ecuación integral de volterra de primera y segunda clase. Análiticidad de las soluciones.

Dependencia continua de los datos. Determinación de coeficientes desconocidos.

Problemas de valores iniciales y de contorno en regiones generales con fronteras de tipo

Holder. Algunas propiedades de las soluciones en dominios generales. La ecuación del

calor no-homogénea y aplicaciones.

D-22 Ecuaciones Diferenciales no Lineales y Sistemas Dinámicos Caóticos

Ecuaciones autónomas. Puntos críticos. Soluciones periódicas. Teorías de estabilidad y de

perturbación. Caos. Sistemas Hamiltonianos.

D-23 Seminario de Algebra

Trabajos avanzados en diferentes ramas del Álgebra.

D-24 Dinámica, Termodinámica y Asimetría Temporal

Simetría y asimetría temporal. Reversibilidad de las leyes fundamentales de la dinámica.

Irreversibilidad en la termodinámica. El rol de la inestabilidad dinámica en la mecánica

estadística. Flecha del tiempo universal.

D-25 Aspectos Poliedrales de la Optimización Combinatoria

Teoría poliedral. Teoría de desigualdades válidas. Desigualdades válidas fuertes y facetas de

programas enteros particulares. Dualidad y relajación. Algoritmos. Algoritmos de propósitos

específicos. Poliedros enteros. Matching.

D-26 Tópicos Avanzados en Optimización Combinatoria

Trabajos avanzados en diferentes ramas de la Optimización Combinatoria.

D-27 Programación Lineal Entera Mixta

Formulaciones. Optimalidad, relajaciones y cotas. Problemas bien resueltos. Complejidad y Reducciones. Branch and Bound. Algoritmos de planos de corte. Desigualdades válidas fuertes.

D- 28 Tópicos avanzados en Teoría de Control

Control de Sistemas dinámicos con parámetros distribuidos. Teoría de semigrupos lineales. Integración en EVTs. Operadores Compactos y Riez espectrales. Controlabilidad y Observabilidad. Estabilizabilidad y detectabilidad. Controlabilidad LQ. Aplicaciones a la síntesis de controladores de dimensión finita robustos.

D- 29 Tópicos Avanzados en Teoría de Juegos

Juegos dinámicos. Equilibrios Markovianos en juegos dinámicos con jugadas simultáneas. Juegos diferenciales con jugadas jerárquicas. Estrategias no markovianas. Juegos diferenciales con estructuras especiales. Juegos diferenciales estocásticos (con ruido blanco). Aplicaciones.

D- 30 Teoría Ergódica

Sistemas dinámicos, clásicos y abstractos. Dinámicas Hamiltonianas no integrables. Transformaciones mezcladoras, de Lebesgue, K-sistemas, C-sistemas, Sistemas de Bernuilli. Shifts. Operador de Frobenius-Perron. Invariantes espectrales. Entropías

D- 31 Relación entre Sistemas Dinámicos y Procesos Estocásticos

Sistemas dinámicos conjugados. Operador de conjugación. Procesos estocásticos de Markov. Operador de cuasi-conjugación entre una dinámica inestable y un proceso estocástico. Vinculación con la equipación con espacios de Hilbert . Asimetría temporal e irreversibilidad.

D- 32 Epistemología de la Matemática

Filosofía y Ciencias. Ciencias formales y fácticas. Crisis en los fundamentos de la Matemática. Logicismo. Intuicionismo. Formalismo. Otras corrientes.

D- 33 Métodos matemáticos de la Mecánica Cuántica

Aplicaciones del análisis funcional al formalismo cuántico y a la teoría de las resonancias. Espacios de Hilbert, operadores esencialmente autoadjuntos, Espacios de estados extendidos mediante la equipación del espacio de Hilbert con espacios localmente convexos nucleares.

D- 34 Métodos Matemáticos de la Física Clásica

Aplicaciones del cálculo variacional a la mecánica. Espacios de configuración y de las fases de un sistema. Lagrangiano. Ecuaciones de Euler-Lagrange. Principios de D'Alambert y de Hamilton. Hamiltoniano. Transformación dual de Legendre. Transformaciones canónicas. Ecuación de Hamilton-Jacobi. Funciones generadoras.

D- 35 Métodos analíticos y numéricos de la dinámica de los sistemas estelares.

Teoría del potencial para sistemas estelares. Orbitas en dichos potenciales. Nociones de caos. Equilibrio de sistemas estelares. Estabilidad de sistemas estelares. Interacciones de sistemas estelares. Fenómenos de relajamiento. Materia oscura.

D- 36 OTROS CURSOS O ASIGNATURAS QUE ANUALMENTE APRUEBE EL CONSEJO DIRECTIVO