A). CURSOS ESPECÍFICOS O COMPLEMENTARIOS

1. Línea Análisis No Lineal y Ecuaciones Diferenciales Parciales

Nombre del curso	**ECUACIONES DIFERENCIALES PARCIALES**
Descripción del curso	Este es un curso formal de Ecuaciones Diferenciales Parciales, fundamental en un programa de estudio para iniciar un Doctorado en Ciencias Matemáticas. El desarrollo de los temas le permite al estudiante comprender la relación que hay entre las matemáticas y las ciencias físicas o de la ingeniería, abordar problemas semilineales principalmente elípticos y parabólicos con valores en la frontera y resolverlos. El programa se desarrolla en 64 horas presenciales y comprende una amplia variedad de temas de la teoría elemental de Ecuaciones Diferenciales Parciales: orígenes, algunos problemas aplicados a la física e ingeniería, relación entre los conceptos básicos que definen las ecuaciones. Además, se estudian los espacios de Sobolev, la teoría de la ecuaciones elípticas de segundo orden y algunas extensiones a la teoría de ecuaciones parabólicas.
Objetivos	**Objetivo general:** Al aprobar la asignatura el alumno deberá ser capaz de comprender los fundamentos de la teoría de ecuaciones diferenciales parciales. **Objetivos específicos:** 1. Comprender los fundamentos de la teoría de ecuaciones diferenciales parciales; 2. Aplicar la teoría a problemas concretos provenientes del ámbito de la Física e Ingeniería. 3. Manejar algunas técnicas para solucionar ecuaciones diferenciales. 4. Establecer resultados de existencia y unicidad de soluciones, y otras propiedades cualitativas de las soluciones.
Contenidos	1. Algunas ecuaciones importantes: Ecuación del transporte, Ecuación de Laplace, Ecuación del calor, Ecuación de onda. 2. Espacios de Sobolev: Derivadas débiles, propiedades elementales, extensiones, trazas, desigualdades de Sobolev, Compacidad, Otros espacios de funciones, aplicaciones. 3. Ecuaciones elípticas de segundo orden: Soluciones débiles, existencia, regularidad, principios del máximo, valores propios y funciones propias. 4. Ecuaciones Parabólicas de segundo orden: soluciones débiles, existencia y unicidad, regularidad, principios del máximo.
Modalidad de evaluación	**Metodología:** Los cursos tienen una programación de dos sesiones por semana. Al menos un 70% de las clases lectivas estan centradas en la exposición sistemática de los

	contenidos teóricos del curso por parte del profesor (clases presenciales) y en la participación de los estudiantes. Este trabajo se combina con otras metodologías más participativas, donde el actor principal es el estudiante, como por ejemplo: • Trabajo grupal. • Sesiones de aplicaciones computacionales. • Tareas de resolución de problemas modelo. • Análisis y discusión de casos provenientes de la ingeniería. • Estudio independiente y exposiciones de estudiantes acerca de temas específicos. • Investigación y presentación de uno o mas proyectos, lecturas de artículos, desarrollo computacional, en el cual el alumno expone al curso sus resultados. • Otros. En cualquier caso, las metodologías centradas en la participación del estudiante no podrán superar el 30% de las clases lectivas del semestre **Evaluación:** El profesor define y pon en conocimiento de los estudiantes, al comienzo del curso, las actividades que deben desarrollar para su evaluación, y sus respectiva ponderación en la nota final del curso. Cada actividad es evaluada con una nota de 1 a 7 y la nota final del curso corresponde a un promedio ponderado de las notas obtenidas en las actividades. Dentro de las actividades para la evaluación se incluye dos o tres pruebas parciales escritas, cuya ponderación corresponde por lo menos al 70% de la evaluación del curso. Estas pruebas escritas contienen en su diseño preguntas tipo examen de calificación. El resto de las actividades definidas por el profesor para la evaluación del estudiante, tiene una ponderación de, a lo más, el 30% de la nota final del curso. Entre estas actividades alternativas se cuentan por ejemplo: • Tareas individuales o colectivas escritas. • Exposiciones de los estudiantes. • Proyecto de investigación o desarrollo. • Trabajos escritos sobre temas asignados por el profesor. • Desarrollo de software. • Talleres grupales o individuales. • Controles o evaluaciones escritas pequeñas. • Entrega de informes escritos u orales. • Un examen final, el cual debe ser una prueba escrita acumulativa, el cual incluya preguntas de nivel de examen de calificación. **Antiguo :** **Metodología:** Clases expositivas, combinadas con técnicas de trabajo grupal. **Evaluación:** 2 Certámenes, 6 tareas y una exposición de los estudiantes.

Bibliografía	**Básica:** 1. Evans, L.C., Partial Differential Equations. American Mathematical Society. 1998. 2. Gilbarg T., "Elliptic partial differential equations of second order".Springer, Berlin, Heidelberg, NY, Tokyo 1983. **Recomendada:** 1. John, F., "Partial differential equations". Springer, 1982. 2. Folland, B., "Lectures on partial differential equations”. Springer. 1983. 3. Ikeda, W. "Stochastic differential equation and diffusion processes". North-Holland, 1983. 4. Krylov, V. "Nonlinear elliptic and parabolic equations of the second order”. Reidel 1987

Nombre del curso	**MÉTODOS EN ANÁLISIS NO LINEAL PARA ECUACIONES DIFERENCIALES PARCIALES**
Descripción del curso	Este es un curso formal de Ecuaciones Diferenciales Parciales, que es una continuación natural de un curso básico de esta teoría en un programa de estudio de Doctorado en Ciencias Matemáticas. El desarrollo de los temas le permite al estudiante comprender la importancia de linealizar ecuaciones diferenciales parciales no-lineales, abordar problemas y resolverlos. El programa se desarrolla en 64 horas presenciales y comprende una amplia variedad de temas de la teoría elemental de Ecuaciones Diferenciales Parciales No-lineales: Linealización, Técnicas no-variacionales y análisis no-lineal se incorporan para resolver Ecuaciones Diferenciales No-lineales.
Objetivos	**Objetivo general:** Al aprobar la asignatura el alumno deberá ser capaz de comprender los fundamentos de la teoría de Ecuaciones Diferenciales Parciales No-lineales. Objetivos específicos: 1. Comprender los fundamentos de la teoría de Ecuaciones Diferenciales Parciales No-lineales; 2. Aplicar la teoría a problemas concretos provenientes del ámbito de la Física e Ingeniería. 3. Manejar algunas técnicas para resolver ecuaciones diferenciales No-lineales. 4. Establecer resultados de existencia y unicidad de soluciones, y otras propiedades cualitativas de las soluciones.
Contenidos	1. Linealización: Cálculo Diferencial en Espacios Banach, Teorema de la función implícita y métodos de continuidad, Reducción de Lyapunov-Schmidt y bifurcación 2. Teoremas de Punto Fijo: Métodos de orden, Funciones convexas, Convexidad y Compacidad, Aplicaciones monótonas. 3. Otras técnicas no-variacionales: Método de sub- y super-soluciones, No-existencia: Blow-up, Identidad de Derrick-Pohozaev, Flujos gradientes, propiedades geométricas de las soluciones 4. Grado topológico y aplicaciones: Propiedades fundamentales del grado de Brouwer y aplicaciones, El grado de Leray-Schauder, Bifurcación Global, Aplicaciones y extensiones.
Modalidad de evaluación	**Metodología:** Los cursos tienen una programación de dos sesiones por semana. Al menos un 70% de las clases lectivas estan centradas en la exposición sistemática de los contenidos teóricos del curso por parte del profesor (clases presenciales) y en la participación de los estudiantes. Este trabajo se combina con otras metodologías más participativas, donde el actor principal

es el estudiante, como por ejemplo:

- Trabajo grupal.
- Sesiones de aplicaciones computacionales.
- Tareas de resolución de problemas modelo.
- Análisis y discusión de casos provenientes de la ingeniería.
- Estudio independiente y exposiciones de estudiantes acerca de temas específicos.
- Investigación y presentación de uno o mas proyectos, lecturas de artículos, desarrollo computacional, en el cual el alumno expone al curso sus resultados.
- Otros.

En cualquier caso, las metodologías centradas en la participación del estudiante no podrán superar el 30% de las clases lectivas del semestre

Evaluación:

El profesor define y pon en conocimiento de los estudiantes, al comienzo del curso, las actividades que deben desarrollar para su evaluación, y sus respectiva ponderación en la nota final del curso. Cada actividad es evaluada con una nota de 1 a 7 y la nota final del curso corresponde a un promedio ponderado de las notas obtenidas en las actividades.

Dentro de las actividades para la evaluación se incluye dos o tres pruebas parciales escritas, cuya ponderación corresponde por lo menos al 70% de la evaluación del curso. Estas pruebas escritas contienen en su diseño preguntas tipo examen de calificación.

El resto de las actividades definidas por el profesor para la evaluación del estudiante, tiene una ponderación de, a lo más, el 30% de la nota final del curso. Entre estas actividades alternativas se cuentan por ejemplo:

- Tareas individuales o colectivas escritas.
- Exposiciones de los estudiantes.
- Proyecto de investigación o desarrollo.
- Trabajos escritos sobre temas asignados por el profesor.
- Desarrollo de software.
- Talleres grupales o individuales.
- Controles o evaluaciones escritas pequeñas.
- Entrega de informes escritos u orales.
- Un examen final, el cual debe ser una prueba escrita acumulativa, el cual incluya preguntas de nivel de examen de calificación.

ANTIGUO :
Metodología:
Clases expositivas, combinadas con técnicas de trabajo grupal.

Evaluación:
2 Certámenes, 6 tareas y una exposición de los estudiantes.

Bibliografía

Básica:

1. Chang, K-CH., Methods in Nonlinear Analysis. Springer, 2005.
2. Evans, L.C., Partial Differential Equations. American Mathematical Society. 1998.

	Recomendada: 1. S. Kesavan, Nonlinear Functional Analysis, A First Course, Texts and Readings in Mathematics, 2004.

2. Línea de Optimización

Nombre del curso	**Análisis Convexo**
Descripción del curso	En este curso se presentan los conceptos básicos del análisis convexo, así como las técnicas más utilizadas en el estudio de problemas de optimización en espacios de Banach y sus aplicaciones.
Objetivos	**<u>Objetivo general:</u>** Entregar las herramientas básicas de análisis convexo y sus aplicaciones a la optimización y el análisis no lineal. **<u>Objetivos específicos:</u>** El estudiante al final del curso deberá: • Aplicar las herramientas del análisis convexo y dualidad a problemas de optimización y análisis funcional (lineal y no lineal). • Analizar problemas en cálculo de variaciones y ecuaciones en derivadas parciales provenientes de la física a través del análisis convexo.
Contenidos	1. Propiedades de conjuntos convexos: Convexidad y topología; Interior relativo; Teoremas de Hahn-Banach Geométricos; Teorema de Mazur; Cono de recesión; Teorema de Krein-Milman. 2. Funciones convexas: Continuidad y Semi-continuidad inferior; Teorema de Weierstrass- Hilbert-Tonelli; Conjugada de Fenchel; Subdiferencial; Cálculo subdiferencial; Condiciones de optimalidad; Función de recesión; Aproximación de Moreau-Yosida; Inclusiones diferenciales. 3. Dualidad en optimización convexa: Funciones de perturbación; Teorema de dualidad Fuerte; Teorema de Fenchel-Rockafellar; Dualidad Lagrangiana; Teorema de Fritz-John; Teorema Minimax. 4. Alguno de los siguientes tópicos: a. Control óptimo convexo; b. Métodos iterativos; c. Subdiferenciales de funciones no convexas; d. Optimización estocástica.
Metodología	Los cursos tienen una programación de dos sesiones de cátedra y una ayudantía por semana. Al menos un 70% de las clases lectivas están centradas en la exposición sistemática de los contenidos teóricos del curso por parte del profesor de cátedra (clases presenciales) y en la participación de los estudiantes. Este trabajo se combina con otras metodologías más participativas, donde el actor

<table>
<tr>
<td></td>
<td>
principal es el estudiante, como por ejemplo:

Trabajo grupal.
Tareas de resolución de problemas modelo.
Estudio independiente y exposiciones de estudiantes acerca de temas específicos.
Investigación y presentación de uno o mas proyectos, lecturas de artículos, desarrollo computacional en el cual el alumno expone al curso sus resultados.
Otros.

En cualquier caso, las metodologías centradas en la participación del estudiante no podrán superar el 30% de las clases lectivas del semestre.
</td>
</tr>
<tr>
<td>Evaluación</td>
<td>
El profesor define y pone en conocimiento de los estudiantes, al comienzo del curso, las actividades que deben desarrollar para su evaluación, y sus respectiva ponderación en la nota final del curso. Cada actividad es evaluada con una nota de 0 a 100 (UTFSM) y la nota final del curso corresponde a un promedio ponderado de las notas obtenidas en las actividades.
Dentro de las actividades para la evaluación se incluyen dos o tres pruebas parciales escritas, cuya ponderación corresponde por lo menos al 70% de la evaluación del curso. Estas pruebas escritas contienen en su diseño preguntas tipo examen de calificación.
El resto de las actividades definidas por el profesor para la evaluación del estudiante, tiene una ponderación de, a lo más, el 30% de la nota final del curso. Entre estas actividades alternativas se cuentan por ejemplo:

Tareas individuales o colectivas escritas.
Exposiciones de los estudiantes.
Proyecto de investigación o desarrollo.
Trabajos escritos sobre temas asignados por el profesor.
Talleres grupales o individuales.
Controles o evaluaciones escritas pequeñas.
Entrega de informes escritos u orales.
Un examen final, el cual debe ser una prueba escrita acumulativa, el cual incluya preguntas de nivel de examen de calificación.

</td>
</tr>
<tr>
<td>Bibliografía</td>
<td>
Básica:

J. Peypouquet, Convex optimization in normed spaces: theory, methods and examples. Springer, 2015.
H Bauschke, P Combettes, Convex analysis and monotone operator theory in Hilbert spaces. Springer, New York, 2011.
J. M. Borwein, A. S. Lewis, Convex Analysis and Nonlinear Optimization. Theory and Examples, CMS Books in Mathematics, Springer-Verlag, New York, 2000.
J.-B. Hiriart-Urruty, C. Lemaréchal, Convex Analysis and Minimization Algorithms, Springer-Verlag, Berlin, 1993.

Recomendada:
<ol start="5">
H Brezis, Functional analysis, Sobolev spaces and partial differential equations.

</td>
</tr>
</table>

	Universitext. Springer, New York, 2011. 6. R.T. Rockafellar, *Convex Analysis*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey,1970.

Nombre del curso	**Inclusiones Diferenciales y Aplicaciones en Optimización**
Descripción del curso	En esta asignatura el estudiante conocerá las principales propiedades de inclusiones diferenciales. Entenderá una inclusión diferencial como una extensión natural de una ecuación diferencial ordinaria. Aprenderá las técnicas que permiten determinar la existencia de soluciones y propiedades globales del conjunto de soluciones, y las aplicará para analizar problemas de Optimización Convexa y Control Óptimo.
Objetivos	**<u>Objetivo general:</u>** Conocer los conceptos básicos de las inclusiones diferenciales y aplicarlos al estudio de problemas de Optimización y Control Óptimo. **<u>Objetivos específicos:</u>** El estudiante al final del curso deberá: • Comprender y utilizar los conceptos relacionados con multifunciones; • Deducir propiedades globales de trajectorias soluciones de una inclusion diferencial (existencia, compacidad, comportamiento asintótico, etc); • Aplicar el enfoque para encontrar soluciones de problemas de Optimización Convexa, Cálculo de Variaciones y Control Óptimo.
Contenidos	1. Multifunciones: Definiciones, ejemplos y propiedades de continuidad y monotonía; Teoremas de Selección (medible, continua y Lipschitz). 2. Inclusiones diferenciales: Ejemplos (sistema controlados, procesos de arrastre, ecuación de Euler-Lagrange, sistemas Hamiltonianos); Existencia y otras propiedades de las soluciones; Trayectorias relajadas; Lema de Gronwall y Teoremas de Filippov. 3. Aplicaciones en Cálculo de Variaciones (caso convexo): Definición de problema dual; Sistemas Hamiltonianos y existencia de soluciones. 4. Aplicaciones en Control Óptimo: Existencia de soluciones óptimas de problemas no-lineales; Propiedades de continuidad de la función valor. 5. Alguno de los siguientes temas a. Inclusión diferencial gobernada por un operador monótono; b. Viabilidad e invarianza.
Metodología	Los cursos tienen una programación de dos sesiones de cátedra y una ayudantía por semana. Al menos un 70% de las clases lectivas están centradas en la exposición sistemática de los contenidos teóricos del curso por parte del profesor de cátedra (clases presenciales) y en la participación de los estudiantes. Este trabajo se combina con otras metodologías más participativas, donde el actor principal es el estudiante, como por ejemplo: • Trabajo grupal.

	• Tareas de resolución de problemas modelo. • Estudio independiente y exposiciones de estudiantes acerca de temas específicos. • Investigación y presentación de uno o mas proyectos, lecturas de artículos, desarrollo computacional en el cual el alumno expone al curso sus resultados. • Otros. En cualquier caso, las metodologías centradas en la participación del estudiante no podrán superar el 30% de las clases lectivas del semestre.
Evaluación	El profesor define y pone en conocimiento de los estudiantes, al comienzo del curso, las actividades que deben desarrollar para su evaluación, y sus respectiva ponderación en la nota final del curso. Cada actividad es evaluada con una nota de 0 a 100 (UTFSM) y la nota final del curso corresponde a un promedio ponderado de las notas obtenidas en las actividades. Dentro de las actividades para la evaluación se incluyen dos o tres pruebas parciales escritas, cuya ponderación corresponde por lo menos al 70% de la evaluación del curso. Estas pruebas escritas contienen en su diseño preguntas tipo examen de calificación. El resto de las actividades definidas por el profesor para la evaluación del estudiante, tiene una ponderación de, a lo más, el 30% de la nota final del curso. Entre estas actividades alternativas se cuentan por ejemplo: • Tareas individuales o colectivas escritas. • Exposiciones de los estudiantes. • Proyecto de investigación o desarrollo. • Trabajos escritos sobre temas asignados por el profesor. • Talleres grupales o individuales. • Controles o evaluaciones escritas pequeñas. • Entrega de informes escritos u orales. • Un examen final, el cual debe ser una prueba escrita acumulativa, el cual incluya preguntas de nivel de examen de calificación.
Bibliografía	**Básica:** 1. J P Aubin, A Cellina, *Differential Inclusions: Set-valued maps and Viability Theory*. Springer-Verlag 1984. 2. H Brézis, *Opérateurs maximaux monotones et semi-groupes de contractions dans les espaces de Hilbert.* North-Holland Publishing Co., Amsterdam-London, 1973. 3. R. Vinter, *Optimal Control*. Birkhäusen Boston, 2000 **Recomendada:** 4. F Clarke, Y Ledyaev, R Stern, P Wolenski, *Nonsmooth Analysis and Control Theory*. Springer-Verlag New York, 1998 5. R Rockafellar, *Generalized Hamiltonian equations for convex problems of Lagrange*. Pacific Journal of Mathematics, 33 (3): 411-427, 1970

3. Línea de Sistemas Dinámicos

Nombre del curso	**INTRODUCCIÓN A LA TEORIA ERGODICA**
Descripción del curso	Asignatura que introduce los conceptos básicos de Teoría Ergódica. El curso comienza con diversos ejemplo de transformaciones que preservan medidas y las consecuencias dinámicas que se pueden deducir de este tipo de transformaciones, como el Teorema de Recurrencia de Poincaré. Luego se presenta el concepto de ergodicidad, y su rol fundamental en la teoría a través de los Teoremas Ergódicos y el Teorema de Descomposición Ergódica. Finalmente el curso se dedica al estudio de la entropía topológica y métrica, estableciéndose diversas propiedades y consecuencias, finalizando con el principio variacional que relaciona ambos conceptos.
Objetivos	Presentar las herramientas básicas la Teoría Ergódica y su aplicación a los sistemas dinámicos.
Contenidos	**1. Transformaciones que preservan medida** 1.1. Ejemplos de Transformaciones que preservan medidas: Rotaciones, Shift de Bernoulli, Transformacion de Gauss, transformaciones lineales en el toro, flujos conservativos, otros. 1.2. Teorema de recurrencia de Poincaré 1.3. Existencia de medidas invariante para transformaciones continuas. 1.4. Inducción. Transformación de Maneville-Pomeau **2. Ergodicidad.** 2.1. Teoremas de von Neumann, de Birkhoff, Kingman: Enunciados, aplicaciones y ejemplos. 2.2. Ergodicidad y ejemplos: rotaciones en el toro, shift, transformación de Gauss, endomorfismos en el Toro. 2.3. Teorema de Descomposición Ergódica. 2.4 Consecuencias de la unicidad ergódica. 2.5. Transformaciones mixingy decrecimiento de las correlaciones. **3. Entropía.** 3.1. Entropía topológica y métrica. 3.2. Teoremas Teorema de Kolmogorov-Sinai,de Shannon Mc Millan Breiman para la entropia local: Enunciados, aplicaciones y ejemplos. 3.3. Principio Variacional de la entropía: Enunciado, aplicaciones y ejemplos.
Modalidad de evaluación	**Metodología:** Los cursos tienen una programación de dos sesiones por semana. Al menos un 70% de las clases lectivas estan centradas en la exposición sistemática de los contenidos teóricos del curso por parte del profesor (clases presenciales) y en la participación de los estudiantes. Este trabajo se combina con otras metodologías más participativas, donde el actor principal es el estudiante, como por ejemplo: • Trabajo grupal. • Sesiones de aplicaciones computacionales. • Tareas de resolución de problemas modelo. • Análisis y discusión de casos provenientes de la ingeniería.

<table>
<tr><td></td><td>

Estudio independiente y exposiciones de estudiantes acerca de temas específicos.
Investigación y presentación de uno o mas proyectos, lecturas de artículos, desarrollo computacional, en el cual el alumno expone al curso sus resultados.
Otros.

En cualquier caso, las metodologías centradas en la participación del estudiante no podrán superar el 30% de las clases lectivas del semestre
Evaluación:
El profesor define y pon en conocimiento de los estudiantes, al comienzo del curso, las actividades que deben desarrollar para su evaluación, y sus respectiva ponderación en la nota final del curso. Cada actividad es evaluada con una nota de 1 a 7 y la nota final del curso corresponde a un promedio ponderado de las notas obtenidas en las actividades.
Dentro de las actividades para la evaluación se incluye dos o tres pruebas parciales escritas, cuya ponderación corresponde por lo menos al 70% de la evaluación del curso. Estas pruebas escritas contienen en su diseño preguntas tipo examen de calificación.
El resto de las actividades definidas por el profesor para la evaluación del estudiante, tiene una ponderación de, a lo más, el 30% de la nota final del curso. Entre estas actividades alternativas se cuentan por ejemplo:

Tareas individuales o colectivas escritas.
Exposiciones de los estudiantes.
Proyecto de investigación o desarrollo.
Trabajos escritos sobre temas asignados por el profesor.
Desarrollo de software.
Talleres grupales o individuales.
Controles o evaluaciones escritas pequeñas.
Entrega de informes escritos u orales.
Un examen final, el cual debe ser una prueba escrita acumulativa, el cual incluya preguntas de nivel de examen de calificación.

</td></tr>
<tr><td>Bibliografía</td><td>
Básica:
1. Mañé, Ricardo. Ergodic theory and differentiable dynamics. Translated from the Portuguese by Silvio Levy. Ergebnisse der Mathematik und ihrerGrenzgebiete (3) [Results in Mathematics and Related Areas (3)], 8. Springer-Verlag, Berlin, 1987.
2. Walters, Peter An introduction to ergodic theory. Graduate Texts in Mathematics, 79. Springer-Verlag, New York-Berlin, 1982.
3. Viana, Marcelo; Oliveira, Krerley. Foundations of ergodic theory. Cambridge Studies in Advanced Mathematics, 151. Cambridge University Press, Cambridge, 2016. xvi+530 pp. ISBN: 978-1-107-12696-1
Complementaria:
4. Katok, Anatole; Hasselblatt, Boris Introduction to the modern theory of dynamical systems. With a supplementary chapter by Katok and Leonardo Mendoza. Encyclopedia of Mathematics and its Applications, 54. Cambridge
</td></tr>
</table>

	University Press, Cambridge, 1995. 5. Brin, Michael; Stuck, Garrett. Introduction to dynamical systems. Cambridge University Press, Cambridge, 2002. xii+240 pp. ISBN: 0-521-80841-3 6. Einsiedler, Manfred; Ward, Thomas. Ergodic theory with a view towards number theory. Graduate Texts in Mathematics, 259. Springer-Verlag London, Ltd., London, 2011. xviii+481 pp. ISBN: 978-0-85729-020-5

Nombre del curso	**INTRODUCCION A LOS SISTEMAS DINÁMICOS DIFERENCIABLES**
Descripción del curso	Asignatura que introduce los conceptos básicos de Sistemas Dinámicos diferenciables, particularmente hiperbólicos. El curso comienza con una revisión de la teoría cualitativa de ecuaciones diferenciales, y las primeras nociones de dinámica asociadas a estos objetos formalizados en un segundo capítulo dedicado a formalizar nociones de dinámica topológica y presentar ejemplos en el contexto discreto.La segunda parte del curso, correspondiente al capítulo 3, esta dedicada a la teoría local de los sistemas dinámicos diferenciables, donde se muestran con detalles algunos teoremas que dan cuenta de la descripción local de la dinámica alrededor los puntos fijos y órbitas periódicas hiperbólicas, su persistencia y su abundancia. El último tercio delcurso, capítulo 4, está dedicado al estudio de los conjuntos hiperbólicos, presentando distintos ejemplos y los principales resultados que dan cuenta de las propiedades dinámicas de dichos objetos matemáticos.
Objetivos	Presentar las herramientas básicas de la dinámica diferenciable. Teoría local y global.
Contenidos	1. Nociones de la teoria cualitativa de las ecuaciones diferenciales. 1.1 Sistemas lineales. Clasificación. 1.2 Equilibrio, estabilidad y conjuntos limites. Teorema de Poincare Bendixon. 1.3Conjugación y Equivalencia. Puntos fijos hiperbólicos. Teorema de Hartman: Enunciado y Aplicaciones. 1.4 Transformación de retorno de Poincaré. Transformación de tiempo 1. Flujo de suspensión. 2. Nociones de dinámica topológica discreta: 2.1Puntos periódicos, transitividad, minimalidad, conjuntos límites, mixing, conjugación. 2.2 Ejemplos. Logística, shift, doubling map, rotaciones, sistemas lineales. 2.3 Bifurcaciones y transición hacia el caos en la familia logística. 3. Teoría hiperbólica local 3.1. Puntos fijos hiperbólicos. Teorema de Hartman. 3.2. Teorema de la Variedad estable. 3.3 Lema de la Inclinación y aplicaciones. 3.4. Teorema de Kupka-Smale: Enunciado e ideas de la demostración. 4. Conjuntos uniformemente hiperbólicos. 4.1. Ejemplos: Herradura, Solenoide, difeomorfismos de Anosov. Morse-Smale. 4.2 Campo de conos y robustez de conjuntos hiperbólicos 4.3. Existencia de foliaciones invariantes: Enunciado y ejemplos. 4.4 Expansividad, sombreamiento, estructura de producto local, estabilidad de difemorfismos de Anosov. 4.5. Teorema de Descomposición Espectral yOmega estabilidad: Enunciados y ejemplos. 4.6 Particiones de Markov. Codificación y dinámica simbolica.
Modalidad de evaluación	**Metodología:** Los cursos tienen una programación de dos sesiones por semana. Al menos un 70% de las clases lectivas estan centradas en la exposición sistemática de los contenidos teóricos del curso por parte del profesor (clases presenciales) y en la participación de los estudiantes. Este trabajo se combina con otras metodologías más participativas, donde el actor principal es el estudiante, como por ejemplo:

	• Trabajo grupal. • Sesiones de aplicaciones computacionales. • Tareas de resolución de problemas modelo. • Análisis y discusión de casos provenientes de la ingeniería. • Estudio independiente y exposiciones de estudiantes acerca de temas específicos. • Investigación y presentación de uno o mas proyectos, lecturas de artículos, desarrollo computacional, en el cual el alumno expone al curso sus resultados. • Otros. En cualquier caso, las metodologías centradas en la participación del estudiante no podrán superar el 30% de las clases lectivas del semestre **Evaluación:** El profesor define y pon en conocimiento de los estudiantes, al comienzo del curso, las actividades que deben desarrollar para su evaluación, y sus respectiva ponderación en la nota final del curso. Cada actividad es evaluada con una nota de 1 a 7 y la nota final del curso corresponde a un promedio ponderado de las notas obtenidas en las actividades. Dentro de las actividades para la evaluación se incluye dos o tres pruebas parciales escritas, cuya ponderación corresponde por lo menos al 70% de la evaluación del curso. Estas pruebas escritas contienen en su diseño preguntas tipo examen de calificación. El resto de las actividades definidas por el profesor para la evaluación del estudiante, tiene una ponderación de, a lo más, el 30% de la nota final del curso. Entre estas actividades alternativas se cuentan por ejemplo: • Tareas individuales o colectivas escritas. • Exposiciones de los estudiantes. • Proyecto de investigación o desarrollo. • Trabajos escritos sobre temas asignados por el profesor. • Desarrollo de software. • Talleres grupales o individuales. • Controles o evaluaciones escritas pequeñas. • Entrega de informes escritos u orales. • Un examen final, el cual debe ser una prueba escrita acumulativa, el cual incluya preguntas de nivel de examen de calificación.
Bibliografía	**Básica:** 1. Shub, Michael Global stability of dynamical systems. With the collaboration of Albert Fathi and RémiLangevin. Translated from the French by Joseph Christy. Springer-Verlag, New York, 1987. 2. Sambarino, Martín. Hiperbolicidad y estabilidad.Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, 2009. http://evm.ivic.gob.ve/LibroSambarino.pdf 3. M. W. Hirsch, S. Smale and R. L. Devaney, Differential Equations, Dynamical Systems and an Introduction to Chaos (Pure and Applied Mathematics)

Elsevier Academic Press (2004).

4. Barreira, Luis; Valls, Claudia Dynamical systems. An introduction. Translated from the 2012 Portuguese original. Universitext. Springer, London, 2013. x+209 pp. ISBN: 978-1-4471-4834-0; 978-1-4471-4835-7 37-01

5. Brin, Michael; Stuck, Garrett. Introduction to dynamical systems. Cambridge University Press, Cambridge, 2002. xii+240 pp. ISBN: 0-521-80841-3.

6. Robinson, Clark Dynamical systems. Stability, symbolic dynamics, and chaos. Second edition. Studies in Advanced Mathematics. CRC Press, Boca Raton, FL, 1999. xiv+506 pp. ISBN: 0-8493-8495-8 37-01.

Complementaria:

1. Palis, Jacob, Jr.; de Melo Welington. Geometric theory of dynamical systems. An introduction. Translated from the Portuguese by A. K. Manning. Springer-Verlag, New York-Berlin, 1982.

2. Katok, Anatole; Hasselblatt, Boris. Introduction to the modern theory of dynamical systems. With a supplementary chapter by Katok and Leonardo Mendoza. Encyclopedia of Mathematics and its Applications, 54. Cambridge University Press, Cambridge, 1995.

3. Perko, Lawrence. Differential equations and dynamical systems. (English summary) Third edition. Texts in Applied Mathematics, 7. Springer-Verlag, New York, 2001. xiv+553 pp. ISBN: 0-387-95116-4.

4. Sotomayor, Jorge Lições de equações diferenciais ordinárias. (Portuguese) [Lessons on ordinary differential equations] Projeto Euclides [Euclid Project], 11. Instituto de Matemática Pura e Aplicada, Rio de Janeiro, 1979. xvi+327 pp.

5. Dumortier, Freddy Singularities of vector fields. Monografías de Matemática [Mathematical Monographs], 32. Instituto de Matemática Pura e Aplicada, Rio de Janeiro, 1978. iv+191 pp.

4. Línea de Análisis Numérico

Nombre del curso	**ÁLGEBRA LINEAL NUMÉRICA**
Descripción del curso	Los Métodos Numéricos comprenden el desarrollo y la implementación y uso de algoritmos numéricos y de software para la resolución de un problema físico, a partir de un modelo matemático del sistema físico en cuestión. Estos Métodos Numéricos se implementan con algoritmos en máquinas de cálculo como puede ser un ordenador personal con un software adecuado. En este marco, el álgebra lineal numérica es una herramienta fundamental para el tratamiento de sistemas de ecuaciones lineales gigantes provenientes de diversos problemas. Con esto en perspectiva, esta asignatura es un complemento natural del curso de métodos numéricos para Ecuaciones en Derivadas Parciales (EDPs), de suma importancia en muchas áreas de investigación dentro de las matemáticas aplicadas, dada la gran capacidad de las EDPS para representar variados modelos matemáticos de fenómenos de la naturaleza. Así, este curso entrega herramientas indispensables en la resolución numérica de problemas de distintas áreas del conocimiento (Biología, Física, Ingeniería, Química, etc.).
Objetivos	**Objetivo general** El objetivo de esta asignatura es entregar competencias para desarrollar un método de trabajo y una metodología lógica en la aplicación del álgebra lineal numérica para resolución de grandes sistemas de ecuaciones provenientes de diversos problemas representados por EDPs. **Objetivos específicos** ● Desarrollar la teoría media y avanzada del álgebra lineal numérica. ● Desarrollar variados métodos numéricos para aproximar diferentes problemas matemáticos. ● Aplicar los resultados principales de la teoría del álgebra lineal numérica a grandes sistemas de ecuaciones provenientes de problemas puntuales de EDPs. ● Representar e integrar conceptos en diferentes formas: numérica, geométrica, analítica y algebraica. ● Reconocer diversos esquemas numéricos para aproximar determinados problemas. ● Implementar computacionalmente estos esquemas numéricos ● Procesar, analizar e interpretar resultados numéricos y optimizar estrategias y soluciones. ● Asociar los métodos numéricos como una alternativa de solución de problemas reales.
Contenidos	1. Vectores y Matrices 1.1. Matrices y Aplicaciones Lineales 1.1.1. Algunos tipos de matrices: Diagonales, Triangulares, de Permutación 1.1.2. Aplicaciones lineales 1.1.3. Submatrices 1.2. Imagen y Núcleo de una matriz 1.2.1. Rango y nulidad 1.3. Factorización LU 2. Normas de Vectores y Matrices 2.1. Normas de Vectores 2.2.1. Definición y Ejemplos

	2.2.2. Equivalencia de normas 2.3. Normas de Matrices 2.3.1. Definiciones, Ejemplos y Primeras Propiedades 2.3.2. Normas de Matriz Inducidas 2.4. Sucesiones y Series de Matrices 3. Valores singulares 3.1. Introducción 3.2. Matrices Ortogonales y Unitarias 3.3. Valores singulares 3.4. Propiedades de los valores singulares 3.5. Aproximación a matrices de menor rango 3.6. La inversa de MoorePenrose 4. Condicionamiento 4.1. Condicionamiento de un problema 4.2. El número de condición para el producto de matrices y vectores 4.3. La condición de los sistemas de ecuaciones lineales 5. Proyecciones y bases ortonormales 5.1 Proyecciones 5.2 Proyecciones ortogonales 5.3 El algoritmo clásico de GramSchmidt 5.4 El algoritmo modificado de GramSchmidt 5.5 Existencia y unicidad de la factorización QR 5.6 Factorización QR reducida y completa 5.7 Un análisis experimental de la estabilidad de los algoritmos de GramSchmidt 5.8 Pérdida numérica de ortogonalidad 6. Algoritmo QR y el Problema deMínimos Cuadrados 6.1 Las reflexiones de Householder 6.2 Rotaciones de Givens 6.3 El problema de mínimos cuadrados 6.3.1. La solución del problema de mínimos cuadrados 6.3.2. El problema de mínimos cuadrados y la inversa MoorePenrose 6.4. Condicionamiento y estabilidad de los algoritmos de mínimos cuadrados 6.4.1. Condicionamiento del problema de mínimos cuadrados 7. El álgebra de los valores propios 7.1 Valores y vectores propios 7.2 Semejanza Unitaria 7.3 Vectores propios a la izquierda 7.4 Matrices unitariamente diagonalizables 7.5 Teoría de Perturbación 7.5.1. Continuidad de los valores propios 7.5.2. Localización de los valores propios 7.5.3. Diferenciabilidad de los valores propios simples 7.5.4. El número de condición de los valores propios simples 8 El problema de los valores propios 8.1 El Método de las Potencias 8.2 Iteración Inversa 8.3 Iteración del cociente de Rayleigh 8.4 El Algoritmo QR para valores propios 9. Método de Gradientes Conjugados 9.1. Métodos de Krylov y propiedad de minimización 9.2. Consecuencias de la propiedad de minimización 9.3. Criterio de detención del proceso iterativo 9.4. Implementación de gradientes conjugados

	9.5. Métodos CGNR y CGNE 10. El método GMRES 10.1. La propiedad de minimización para GMRES y consecuencias 10.2. Criterio de detención 10.3. Precondicionamiento 10.4. Implementación básica de GMRES 10.5. Implementación en una base ortogonal 10.5.1. Colapso de GMRES (Breakdown) 10.6. El algoritmo de GramSchmidt modificado 10.7. Implementación eficiente 10.8. Estrategias de reortogonalización
Modalidad de evaluación	**Metodología:** Los cursos tienen una programación de dos sesiones por semana. Al menos un 70% de las clases lectivas estan centradas en la exposición sistemática de los contenidos teóricos del curso por parte del profesor (clases presenciales) y en la participación de los estudiantes. Este trabajo se combina con otras metodologías más participativas, donde el actor principal es el estudiante, como por ejemplo: • Trabajo grupal. • Sesiones de aplicaciones computacionales. • Tareas de resolución de problemas modelo. • Análisis y discusión de casos provenientes de la ingeniería. • Estudio independiente y exposiciones de estudiantes acerca de temas específicos. • Investigación y presentación de uno o mas proyectos, lecturas de artículos, desarrollo computacional, en el cual el alumno expone al curso sus resultados. • Otros. En cualquier caso, las metodologías centradas en la participación del estudiante no podrán superar el 30% de las clases lectivas del semestre **Evaluación:** El profesor define y pon en conocimiento de los estudiantes, al comienzo del curso, las actividades que deben desarrollar para su evaluación, y sus respectiva ponderación en la nota final del curso. Cada actividad es evaluada con una nota de 1 a 7 y la nota final del curso corresponde a un promedio ponderado de las notas obtenidas en las actividades. Dentro de las actividades para la evaluación se incluye dos o tres pruebas parciales escritas, cuya ponderación corresponde por lo menos al 70% de la evaluación del curso. Estas pruebas escritas contienen en su diseño preguntas tipo examen de calificación. El resto de las actividades definidas por el profesor para la evaluación del estudiante tiene una ponderación de, a lo más, el 30% de la nota final del curso. Entre estas actividades alternativas se cuentan por ejemplo:

	• Tareas individuales o colectivas escritas. • Exposiciones de los estudiantes. • Proyecto de investigación o desarrollo. • Trabajos escritos sobre temas asignados por el profesor. • Desarrollo de software. • Talleres grupales o individuales. • Controles o evaluaciones escritas pequeñas. • Entrega de informes escritos u orales. • Un examen final, el cual debe ser una prueba escrita acumulativa, el cual incluya preguntas de nivel de examen de calificación.
Bibliografía	**Básica:** 1. Golub & Gérard: "Matrices, moments and quadrature with applications". Princeton Series in Applied Mathematics, Princeton University Press (December 27, 2009). 2. Golub & Van Loan. "Matrix Computations".J ohns Hopkins Studies in the Mathematical Sciences (Book 3), Johns Hopkins University Press; fourth edition edition (December 27, 2012). 3. Quarteroni et al..: "Numerical Mathematics". Texts in Applied Mathematics (Book 37), Springer; 2nd edition (November 10, 2006). 4. Stoer & Burlisch: "Introduction to Numerical Analysis". Texts in Applied Mathematics,Vol. 12, 3ra. Ed., Spinger, 2010. 5. Trefethen & Bau: "Numerical Lineal Algebra". SIAM: Society for Industrial and Applied Mathematics (June 1, 1997) 6. Allaire & Kaber: "Numerical Linear Algebra", Texts in Applied Mathematics (Book 55), Springer; 2008 edition (December 5, 2007). 7. Ciarlet: "Introduction to Numerical Linear Algebra and Optimization", Cambridge Texts in Applied Mathematics (Book 4), Cambridge University Press; 1 edition (August 25, 1989). **Complementaria:** No aplica

Nombre del curso	**ANÁLISIS NUMÉRICO DE ECUACIONES DERIVADAS PARCIALES**
Descripción del curso	Asignatura teórica practica que entrega los fundamentos de los métodos numéricos para ecuaciones diferenciales. En el desarrollo de la asignatura se estudiarán métodos de aproximación de soluciones de problemas del tipo elíptico, parabólico e hiperbólico, además ciertas ecuaciones a estudiar computacionalmente serán la del Calor, Onda y Poisson. Los algoritmos a implementar se basan en el método de elementos finitos así como diferencias finitas, se estudiaran en paralelo algunas variantes de estos métodos y temas relacionados con el orden de aproximación y exactitud de la Solución.
Objetivos	**Objetivo general** El propósito de este curso es proveer a los estudiantes un conocimiento y análisis de métodos y herramientas para resolver computacionalmente problemas provenientes de la ingeniería y la ciencias modelados por ecuaciones diferenciales parciales. **Objetivos específicos** 1. Formular y analizar problemas de ecuaciones diferenciales en ingeniería y economía. 2. Utilizar el método de elementos finitos para la solución de problemas de ecuaciones diferenciales. 3. Manejo de la teoría de interpolación para realizar un estudio apropiado del error de aproximación de manera teórica y a la vez práctica. 4. Utilizar el método de diferencias finitas para la solución de problemas de ecuaciones diferenciales. 5. Implementar algoritmos para la resolución de problemas concretos
Contenidos	1. Introducción y nociones básicas. Problema modelo, revisión espacios de Sobolev, Teoría de Trazas, inclusiones. 2. Problemas de Frontera elípticos. Ejemplos (Problemas de Dirichlet, Neumann y Mixtos). Problemas variacionales abstractos, Existencia y unicidad, Lema de Lax-Milgram. Estimación de Cea. 3. Aproximación usando Elementos Finitos. Teoría de aproximación abstracta: Método de Galerkin. Aplicación a problemas 2D. Implementación. 4. Teoría de Interpolación. E.F. de Lagrange (simplex – paralelepipédicos). Resultados generales de aproximación en espacios de Sobolev. Lema de Bramble-Hilbert. 5. Aproximación de problemas de autovalores. 6. Aproximación por elementos finitos de Problemas parabólicos, ecuación del calor. esquemas de diferencias finitas en el tiempo. Estabilidad. métodos de euler y el theta-métodos. 7. Aproximación por elementos finitos de Problemas hiperbólicos.Ecuación de Onda, esquemas Newmark.
Modalidad de evaluación	**Metodología:** Los cursos tienen una programación de dos sesiones por semana. Al menos un 70% de las clases lectivas estan centradas en la exposición sistemática de los contenidos teóricos del curso por parte del profesor (clases presenciales) y en la participación de los estudiantes. Este trabajo se combina con otras metodologías más participativas, donde el actor principal es el estudiante, como por ejemplo: • Trabajo grupal.

	• Sesiones de aplicaciones computacionales. • Tareas de resolución de problemas modelo. • Análisis y discusión de casos provenientes de la ingeniería. • Estudio independiente y exposiciones de estudiantes acerca de temas específicos. • Investigación y presentación de uno o mas proyectos, lecturas de artículos, desarrollo computacional, en el cual el alumno expone al curso sus resultados. • Otros. En cualquier caso, las metodologías centradas en la participación del estudiante no podrán superar el 30% de las clases lectivas del semestre **Evaluación:** El profesor define y pon en conocimiento de los estudiantes, al comienzo del curso, las actividades que deben desarrollar para su evaluación, y sus respectiva ponderación en la nota final del curso. Cada actividad es evaluada con una nota de 1 a 7 y la nota final del curso corresponde a un promedio ponderado de las notas obtenidas en las actividades. Dentro de las actividades para la evaluación se incluye dos o tres pruebas parciales escritas, cuya ponderación corresponde por lo menos al 70% de la evaluación del curso. Estas pruebas escritas contienen en su diseño preguntas tipo examen de calificación. El resto de las actividades definidas por el profesor para la evaluación del estudiante, tiene una ponderación de, a lo más, el 30% de la nota final del curso. Entre estas actividades alternativas se cuentan por ejemplo: • Tareas individuales o colectivas escritas. • Exposiciones de los estudiantes. • Proyecto de investigación o desarrollo. • Trabajos escritos sobre temas asignados por el profesor. • Desarrollo de software. • Talleres grupales o individuales. • Controles o evaluaciones escritas pequeñas. • Entrega de informes escritos u orales. • Un examen final, el cual debe ser una prueba escrita acumulativa, el cual incluya preguntas de nivel de examen de calificación.
Bibliografía	**Básica:** Textos especificados por el profesor. **Complementaria:** No aplica

5. Línea de Teoría de Números

Nombre del curso	**Aritmética**
Descripción del curso	El Teorema Fundamental de la Aritmética afirma que todo entero positivo se escribe de manera única (salvo ordenaciones) como potencias de números primos. Más generalmente, si consideramos K un cuerpo de números (una extensión finita de Q) y Z_K su anillo de enteros, resulta natural preguntarse si estos anillos tienen factorización única. La Teoría algebraica de números trata del estudio de cuerpos de números, sus anillos de enteros y unidades. Un importante hecho que motivó este estudio proviene de Kummer, quien motivado por demostrar el último teorema de Fermat, introdujo el concepto de "números ideales", siendo éstos aquellos que se pueden factorizar como producto de ideales primos. Este concepto fue reemplazado por los ideales en Z_K.
Objetivos	Comprender el concepto de cuerpos de números, sus anillos de enteros y unidades.
Contenidos	• Cuerpos de números, anillos de enteros, discriminante de un cuerpo de números. • Anillo Noetherianos y Dominios de Dedekind, factorización única de ideales, teoría de ramificación. • Finitud del grupo de clases de ideales: Geometría de números, Teorema de Minkowski. • Teorema de las unidades de Dirichlet. • Valuaciones, cuerpos p-ádicos. • Función zeta de Dedekind, continuación analítica, fórmula del número de clases.
Metodología	Clases expositivas.
Evaluación	Dos pruebas escritas y un examen final
Bibliografía	Básica: 1. S. Lang, Algebraic Number Theory, Springer (1994). 2. D. Marcus, Number Fields, Universitext, Springer, (1995). 3. R. Murty and J. Esmonde, Problems in Algebraic Number Theory, Springer-Verlag, (2004). 4. J. Neukirch, Algebraic Number Theory, Springer-Verlag, Berlin, (1999). 5. P. Samuel, Algebraic Theory of Numbers, Dover (2008). Complementaria: No aplica

Nombre del curso	**Teoría Analítica de Números**
Descripción del curso	Los métodos analíticos juegan un importante rol en teoría de números. En particular, estudiar el comportamiento analítico de las series L ha sido clave para obtener resultados con respecto a la distribución de números primos (Teorema del número primo, Teorema de la progresión aritmética).
Objetivos	Presentar los métodos analíticos a partir del estudio de las series L.
Contenidos	• Caracteres de Dirichlet • Series L de Dirichlet: continuación analítica, ecuación funcional. • No anulación en s=1: teorema de la progresión aritmética. • Teoremas de densidad • Función zeta de Dedekind: continuación analítica, ecuación funcional, fórmula para el número de clases. • Función zeta de Riemann. • Tesis de Tate. • Funciones L de Artin. • Fórmulas explícitas de funciones L y sus aplicaciones (sesgo de Chebyschev, Teorema del Número Primo).
Metodología	Clases expositivas
Evaluación	Dos pruebas escritas, un examen final.
Bibliografía	Básica: 1. Davenport, H. Multiplicative Number Theory, Springer-Verlag, 2000. 2. Neukirch J., Algebraic Number Theory, Springer-Verlag, Berlin, 1999. 3. Serre, J-P., A Course in Arithmetic, Springer-Verlag New York, 1973. 4. Problems in Analytic Number Theory (Graduate Texts in Mathematics), Springer, 2007. 5. D. Ramakrishnan and R. Valenza, Fourier Analysis on Number Fileds, Springer, 1999. 6. G. Tenenbaum, Introduction to analytic and probabilistic number theory, Cambridge University Press, 1995. Complementaria: No aplica

6. Línea de Modelación Estadística

Nombre del curso	**Modelos Lineales**
Descripción del curso	El propósito de este curso es proveer de una introducción rigurosa a los aspectos básicos de la teoría de estimación lineal y pruebas de hipótesis. A lo largo del curso son desarrollados los pre-requisitos necesarios referentes a la distribución normal multivariada y distribuciones de formas cuadráticas. El curso se plantea como un marco unificador para la inferencia en modelos lineales con un mínimo de suposiciones, discutiendo la conexión de la metodología presentada con técnicas máximo verosímiles sólo en ciertas circunstancias. Algunos tópicos adicionales en los que se realiza un énfasis especial son extensiones al contexto multivariado y a modelos con efectos mixtos
Objetivos	**Objetivo general** Estudiar la teoría de estimación lineal y prueba de hipótesis. **Objetivos específicos** - Estudiar los aspectos básicos de la teoría de estimación lineal y pruebas de hipótesis. - Estudiar la distribución normal multivariada y distribuciones de formas cuadráticas. - Aplicacar técnicas de estimación de parámetros como estimación máximo verosímiles. - Estudiar algunos tópicos adicionales en los que se realiza un énfasis especial son extensiones al contexto multivariado y a modelos con efectos mixtos.
Contenidos	**1. Introducción** 1.1. Vectores aleatorios y matrices. 1.2. Distribución normal multivariada. 1.3. Distribución de formas cuadráticas. 1.4. Modelo lineal general. **2. Estimación y pruebas de hipótesis** 2.1. Identificabilidad y estimabilidad. 2.2. Estimación mínimos cuadrados. 2.3. Estimación insesgada de varianza mínima y teorema de Gauss-Markov. 2.4. Mínimos cuadrados generalizados y máxima verosimilitud. 2.5. Clasificaciones one-way y two-way. 2.6. Hipótesis lineales generales y regiones de con_anza. **3. Tópicos en modelos lineales**

	3.1. Modelo lineal multivariado. 3.2. Modelo lineal con efectos mixtos.
Modalidad de evaluación	**Metodología:** Los cursos tienen una programación de dos sesiones por semana. Al menos un 70% de las clases lectivas están centradas en la exposición sistemática de los contenidos teóricos del curso por parte del profesor (clases presenciales) y en la participación de los estudiantes. Este trabajo se combina con otras metodologías más participativas, donde el actor principal es el estudiante, como por ejemplo: • Trabajo grupal. • Sesiones de aplicaciones computacionales. • Tareas de resolución de problemas modelo. • Análisis y discusión de casos provenientes de la ingeniería. • Estudio independiente y exposiciones de estudiantes acerca de temas específicos. • Investigación y presentación de uno o mas proyectos, lecturas de artículos, desarrollo computacional, en el cual el alumno expone al curso sus resultados. • Otros. En cualquier caso, las metodologías centradas en la participación del estudiante no podrán superar el 30% de las clases lectivas del semestre **Evaluación:** El profesor define y pon en conocimiento de los estudiantes, al comienzo del curso, las actividades que deben desarrollar para su evaluación, y sus respectiva ponderación en la nota final del curso. Cada actividad es evaluada con una nota de 1 a 7 y la nota final del curso corresponde a un promedio ponderado de las notas obtenidas en las actividades. Dentro de las actividades para la evaluación se incluye dos o tres pruebas parciales escritas, cuya ponderación corresponde por lo menos al 70% de la evaluación del curso. Estas pruebas escritas contienen en su diseño preguntas tipo examen de calificación. El resto de las actividades definidas por el profesor para la evaluación del estudiante, tiene una ponderación de, a lo más, el 30% de la nota final del curso. Entre estas actividades alternativas se cuentan por ejemplo: • Tareas individuales o colectivas escritas. • Exposiciones de los estudiantes. • Proyecto de investigación o desarrollo. • Trabajos escritos sobre temas asignados por el profesor. • Desarrollo de software. • Talleres grupales o individuales. • Controles o evaluaciones escritas pequeñas. • Entrega de informes escritos u orales.

	• Un examen final, el cual debe ser una prueba escrita acumulativa, el cual incluya preguntas de nivel de examen de calificación.
Bibliografía	**Básica:** - Christensen, R. (2010). Plane Answers to Complex Questions: The Theory of Linear Models. Springer, New York. - Eaton, M.L. (2007). Multivariate Statistics: A Vector Space Approach. Lecture - - Notes Vol. 53. Institute of Mathematical Statistics, Beachwood, Ohio. Gro_, J. (2003). Linear Regression. Springer, New York. - Wichura, M.J. (2006). The Coordinate-free Approach to Linear Models. Cambridge University Press, Cambridge. **Complementaria:** No aplica

Nombre del curso	**Teoría Estadística**
Descripción del curso	Este curso provee de una fundamentación matemática rigurosa para el material esencial de teoría estadística. Se adopta los enfoques de teoría de decisión e inferencia estadística para introducir el tópico de estimación puntual. Se presenta una serie de criterios de optimalidad, tal como insesgamiento, equivarianza y admisibilidad. Se realiza un estudio detallado del problema general de test de hipótesis. A lo largo del curso se discute con particular interés la aplicación de la metodología presentada a la familia exponencial.
Objetivos	**Objetivo general** Estudiar la teoría de estimación y prueba de hipótesis. **Objetivos específicos** 1. Comprender los fundamentos que sustentan la teoría de estimación puntual, test de hipótesis e intervalos de confianza. 2. Integrar el conocimiento previo de inferencia estadística con la teoría desarrollada en este curso. 3. Entender los supuestos y limitaciones de los procedimientos inferenciales y su relación con la teoría de decisiones
Contenidos	1. Modelo estadístico, estimadores, familias de distribución. 2. Insesgamiento, familias no paramétricas, desigualdades de información. 3. El principio de equivarianza en modelos . 4. Formulación del problema de decisión estadística, riesgo Bayesiano, Estimadores robustos. 5. Conjuntos de confianza, intervalos de confianza, Formulación general del problema de test de hipótesis. 6. Convergencia débil y fuerte de estimadores, teoremas de Slutsky. 7. Teoremas central del límite. El método delta y transformaciones estabilizadoras de varianza
Modalidad de evaluación	**Metodología:** Los cursos tienen una programación de dos sesiones por semana. Al menos un 70% de las clases lectivas estan centradas en la exposición sistemática de los contenidos teóricos del curso por parte del profesor (clases presenciales) y en la participación de los estudiantes. Este trabajo se combina con otras metodologías más participativas, donde el actor principal es el estudiante, como por ejemplo: • Trabajo grupal. • Sesiones de aplicaciones computacionales. • Tareas de resolución de problemas modelo. • Análisis y discusión de casos provenientes de la ingeniería. • Estudio independiente y exposiciones de estudiantes acerca de temas específicos.

<table>
<tr>
<td></td>
<td>

- Investigación y presentación de uno o mas proyectos, lecturas de artículos, desarrollo computacional, en el cual el alumno expone al curso sus resultados.
- Otros.

En cualquier caso, las metodologías centradas en la participación del estudiante no podrán superar el 30% de las clases lectivas del semestre

Evaluación:

El profesor define y pon en conocimiento de los estudiantes, al comienzo del curso, las actividades que deben desarrollar para su evaluación, y sus respectiva ponderación en la nota final del curso. Cada actividad es evaluada con una nota de 1 a 7 y la nota final del curso corresponde a un promedio ponderado de las notas obtenidas en las actividades.

Dentro de las actividades para la evaluación se incluye dos o tres pruebas parciales escritas, cuya ponderación corresponde por lo menos al 70% de la evaluación del curso. Estas pruebas escritas contienen en su diseño preguntas tipo examen de calificación.

El resto de las actividades definidas por el profesor para la evaluación del estudiante, tiene una ponderación de, a lo más, el 30% de la nota final del curso. Entre estas actividades alternativas se cuentan por ejemplo:

- Tareas individuales o colectivas escritas.
- Exposiciones de los estudiantes.
- Proyecto de investigación o desarrollo.
- Trabajos escritos sobre temas asignados por el profesor.
- Desarrollo de software.
- Talleres grupales o individuales.
- Controles o evaluaciones escritas pequeñas.
- Entrega de informes escritos u orales.
- Un examen final, el cual debe ser una prueba escrita acumulativa, el cual incluya preguntas de nivel de examen de calificación.

</td>
</tr>
<tr>
<td>Bibliografía</td>
<td>

Básica:

- Keener, R.W. (2010). Theoretical Statistics. Springer, New York.
- Lehmann, E.L., and Casella, G. (1998). Theory of Point Estimation. Springer, New York.
- Lehmann, E.L., and Romano, J.P. (2005). Testing Statistical Hypotheses. Springer, New York.
- Lehmann, E.L. (1999). Elements of Large-Sample Theory. Springer, New York.
- Schervish, M.J. (1995). Theory of Statistics. Springer, New York.
- Serfling, R.J. (1980). Approximation Theorems of Mathematical statistics. Wiley, New York.

Complementaria: No aplica

</td>
</tr>
</table>

7. Línea de Control y Problemas Inversos de EDP

<table>
<tr><td>Nombre del curso</td><td>PROBLEMAS INVERSOS</td></tr>
<tr><td>Descripción del curso</td><td>Asignatura que introduce los conceptos básicos de la teoría matemática de los problemas inversos y conceptos relacionados. En el desarrollo de la asignatura se estudiarán distintos tipos de problemas inversos y métodos para resolverlos.</td></tr>
<tr><td>Objetivos</td><td>Objetivo general
Introducir al alumno en temas de investigación relacionados con el estudio de la teoría matemática de los problemas inversos.

Objetivos específicos
1. Se familiarizará con las herramientas matemáticas de los espacios de Sobolev y las transformaciones integrales.
2. Conocerá la relación entre transformaciones integrales y problemas inversos de observaciones múltiples.
3. Conocerá las propiedades más importantes de la Transformada de Radón, así como métodos y fórmulas de inversión.
4. Conocerá el planteamiento del problema de Calderón, así como distintos métodos para obtener resultados de unicidad y estabilidad.
5. Identificará y resolverá problemas inversos relacionados con la determinación de coeficientes y fuentes de ecuaciones en derivadas parciales.</td></tr>
<tr><td>Contenidos</td><td>1. Introducción y preliminares.
1.1. Introducción a los Problemas Inversos.
1.2. Transformaciones integrales y espacios de Sobolev.

2. Transformada de Radon.

2.1 Introducción: La Tomografía Computarizada.
2.2. Definiciones y propiedades básicas.
2.3 Unicidad y rango
2.4 Fórmulas de inversión.

3. Problemas de Calderón.
3.1 Introducción: El problema de impedancia eléctrica.
3.2. Ecuaciones Elípticas.
3.3. Unicidad.
3.4 Estabilidad.

4. Problemas Inversos de observación única.
4.1 La ecuación de ondas.
4.2 Método de Bukhgeim-Klibanov.
4.3 Desigualdades de Carleman globales.</td></tr>
<tr><td>Modalidad de evaluación</td><td>Metodología:</td></tr>
</table>

	Los cursos tienen una programación de dos sesiones por semana. Al menos un 70% de las clases lectivas estan centradas en la exposición sistemática de los contenidos teóricos del curso por parte del profesor (clases presenciales) y en la participación de los estudiantes. Este trabajo se combina con otras metodologías más participativas, donde el actor principal es el estudiante, como por ejemplo: • Trabajo grupal. • Sesiones de aplicaciones computacionales. • Tareas de resolución de problemas modelo. • Análisis y discusión de casos provenientes de la ingeniería. • Estudio independiente y exposiciones de estudiantes acerca de temas específicos. • Investigación y presentación de uno o mas proyectos, lecturas de artículos, desarrollo computacional, en el cual el alumno expone al curso sus resultados. • Otros. En cualquier caso, las metodologías centradas en la participación del estudiante no podrán superar el 30% de las clases lectivas del semestre **Evaluación:** El profesor define y pon en conocimiento de los estudiantes, al comienzo del curso, las actividades que deben desarrollar para su evaluación, y sus respectiva ponderación en la nota final del curso. Cada actividad es evaluada con una nota de 1 a 7 y la nota final del curso corresponde a un promedio ponderado de las notas obtenidas en las actividades. Dentro de las actividades para la evaluación se incluye dos o tres pruebas parciales escritas, cuya ponderación corresponde por lo menos al 70% de la evaluación del curso. Estas pruebas escritas contienen en su diseño preguntas tipo examen de calificación. El resto de las actividades definidas por el profesor para la evaluación del estudiante, tiene una ponderación de, a lo más, el 30% de la nota final del curso. Entre estas actividades alternativas se cuentan por ejemplo: • Tareas individuales o colectivas escritas. • Exposiciones de los estudiantes. • Proyecto de investigación o desarrollo. • Trabajos escritos sobre temas asignados por el profesor. • Desarrollo de software. • Talleres grupales o individuales. • Controles o evaluaciones escritas pequeñas. • Entrega de informes escritos u orales. • Un examen final, el cual debe ser una prueba escrita acumulativa, el cual incluya preguntas de nivel de examen de calificación.
Bibliografía	**Básica:** 1. M. Salo. Calderón Problem (Lecture notes, http://www.rni.helsinki.fi/~msa/teaching/calderon/calderon_lectures.pdf).

	2. Helgason.The Radon transform. Birkhäuser Boston, Inc.,Boston,MA,1999. 3. F. Natterer. The Mathematics of Computerized Tomography. SIAM,2001. 4. G.Uhlmann. Developments in inverse problems since Calderón's foundational paper. Chicago Lectures in Math., Univ. Chicago Press, Chicago, IL, 1999. **Complementaria:** 1. M. Bellassoued, M. Yamamoto. Carleman Estimates and Applications to Inverse Problems for Hyperbolic Systems. Springer 2017.

Nombre del curso	**CONTROL DE ECUACIONES EN DERIVADAS PARCIALES (EDP)**
Descripción del curso	Asignatura que introduce los conceptos básicos de teoría de control aplicados a sistemas descritos por ecuaciones en derivas parciales lineales. En el desarrollo de la asignatura estudiaremos la controlabilidad y estabilización de este tipo de sistemas y se presentarán diferentes métodos de resolución.
Objetivos	<u>**Objetivo general**</u> Introducir las herramientas matemáticas y los métodos básicos que se utilizan en el estudio de la Teoría de Control de ecuaciones en derivadas parciales. <u>**Objetivos específicos**</u> · Identificar y comprender los distintos tipos de problemas que son estudiados por la Teoría de Control. · Introducir las herramientas matemáticas utilizadas por diferentes métodos de control. · Aplicar los diferentes métodos de control para analizar problemas de controlabilidad y estabilización para sistemas lineales descritos por ecuaciones en derivadas parciales.
Contenidos	1. Introducción. 2. Conceptos preliminares: Control interno y control frontera; Tipos de controlabilidad; Estabilidad y estabilización; Caracterización por dualidad del control exacto, del control aproximado y del control a cero. 3. Control exacto de la ecuación de transporte: Método directo; Método por dualidad. 4. Controlabilidad exacta de la ecuación de ondas: Método de los multiplicadores; Método de Fourier y Desigualdades de Ingham. 5. Controlabilidad aproximada y a cero de la ecuación del calor: Principios de continuación única; Método de momentos; Desigualdades de Carleman globales. 6. Estabilización de EDP: Estabilización a partir de la observabilidad para la ecuación de ondas; Método de amortiguamiento para la ecuación de ondas. Método de localización de polos para la ecuación del calor no estable; Método de Backstepping para las ecuaciones del calor y de ondas.
Modalidad de evaluación	**Metodología:** Los cursos tienen una programación de dos sesiones por semana. Al menos un 70% de las clases lectivas estan centradas en la exposición sistemática de los contenidos teóricos del curso por parte del profesor (clases presenciales) y en la participación de los estudiantes. Este trabajo se combina con otras metodologías más participativas, donde el actor principal es el estudiante, como por ejemplo: • Trabajo grupal. • Sesiones de aplicaciones computacionales.

- Tareas de resolución de problemas modelo.
- Análisis y discusión de casos provenientes de la ingeniería.
- Estudio independiente y exposiciones de estudiantes acerca de temas específicos.
- Investigación y presentación de uno o mas proyectos, lecturas de artículos, desarrollo computacional, en el cual el alumno expone al curso sus resultados.
- Otros.

En cualquier caso, las metodologías centradas en la participación del estudiante no podrán superar el 30% de las clases lectivas del semestre

Evaluación:

El profesor define y pon en conocimiento de los estudiantes, al comienzo del curso, las actividades que deben desarrollar para su evaluación, y sus respectiva ponderación en la nota final del curso. Cada actividad es evaluada con una nota de 1 a 7 y la nota final del curso corresponde a un promedio ponderado de las notas obtenidas en las actividades.

Dentro de las actividades para la evaluación se incluye dos o tres pruebas parciales escritas, cuya ponderación corresponde por lo menos al 70% de la evaluación del curso. Estas pruebas escritas contienen en su diseño preguntas tipo examen de calificación.

El resto de las actividades definidas por el profesor para la evaluación del estudiante, tiene una ponderación de, a lo más, el 30% de la nota final del curso. Entre estas actividades alternativas se cuentan por ejemplo:

- Tareas individuales o colectivas escritas.
- Exposiciones de los estudiantes.
- Proyecto de investigación o desarrollo.
- Trabajos escritos sobre temas asignados por el profesor.
- Desarrollo de software.
- Talleres grupales o individuales.
- Controles o evaluaciones escritas pequeñas.
- Entrega de informes escritos u orales.
- Un examen final, el cual debe ser una prueba escrita acumulativa, el cual incluya preguntas de nivel de examen de calificación.

Bibliografía

Básica:

1. S. A. Avdonin and S. A. Ivanov, Families of exponentials. The method of moments in controllability problems for distributed parameter systems, Cambridge Univ. Press, 1995.

2. J.-M. Coron, Control and Nonlinearity, American Mathematical Society, 2007.

3. J.-L. Lions, Contrôlabilité exacte, perturbations et stabilisation de systèmes distribués, Vol. 1 & 2, Masson, RMA, Paris, 1988.

	4. S. Micu and E. Zuazua, An introduction to the controllability of linear PDE. In Contrôle non linéaire et applications. Sari, T., ed., Collection Travaux en Cours Hermann, 2005. 5. V. Komornik and P. Loreti, Fourier Series in Control Theory, Springer Verlag, 2004. 6. M. Krstic and A. Smyshlyaev, Boundary Control of PDEs: A Course on Backstepping Designs, SIAM, 2008. **Complementaria:** No aplica.

8. Línea de Procesos Estocásticos

<table>
<tr><td>Nombre del curso</td><td>Análisis Estocástico I</td></tr>
<tr><td>Descripción del curso</td><td></td></tr>
<tr><td>Objetivos</td><td></td></tr>
<tr><td>Contenidos</td><td>I. Introducción: Elementos básicos de la Teoría de Sistemas Abiertos.
1. Dinámicas clásicas cerradas, apertura y necesidad de las probabilidades.
2. Construcción de medidas en productos de espacios medibles.
3. La noción de proceso estocástico.

II. Los objetos básicos del Análisis Estocástico
1. Filtraciones y tiempos de parada
2. Procesos estocásticos adaptados, previsibles.
3. Procesos gaussianos.
4. Espacios gaussianos. Espacios de núcleo autorproductor.
5. Descomposición en caos.

III. Elementos de Teoría de Martingalas
1. Martingalas (a tiempo discreto y continuo)
2. Desigualdades de Doob
3. Resultados de convergencia
4. Teorema de muestreo opcional de Doob
5. Descomposición Doob-Meyer
6. Martingalas de cuadrado integrables
7. Martingalas locales

IV. Movimiento Browniano
1. Construcción y simulación del movimiento Browniano (mB)
2. Propiedades de Markov y principio de reflexión
3. Filtraciones Brownianas
4. Propiedades de las trayectorias del mB

V. Integración estocástica
1. Construcción de la integral estocástica de Itô para el mB y para martingalas locales de cuadrado integrable.
2. Formula de Itô y aplicaciones. Martingala Exponencial.
3. Teorema de Representación Previsible</td></tr>
<tr><td>Modalidad de evaluación</td><td>Metodología:

Los cursos tienen una programación de dos sesiones por semana.

Al menos un 70% de las clases lectivas estan centradas en la exposición sistemática de los contenidos teóricos del curso por parte del profesor (clases presenciales) y en la participación de los estudiantes.

Este trabajo se combina con otras metodologías más participativas, donde el actor</td></tr>
</table>

principal es el estudiante, como por ejemplo:

- Trabajo grupal.
- Sesiones de aplicaciones computacionales.
- Tareas de resolución de problemas modelo.
- Análisis y discusión de casos provenientes de la ingeniería.
- Estudio independiente y exposiciones de estudiantes acerca de temas específicos.
- Investigación y presentación de uno o mas proyectos, lecturas de artículos, desarrollo computacional, en el cual el alumno expone al curso sus resultados.
- Otros.

En cualquier caso, las metodologías centradas en la participación del estudiante no podrán superar el 30% de las clases lectivas del semestre

Evaluación:

El profesor define y pon en conocimiento de los estudiantes, al comienzo del curso, las actividades que deben desarrollar para su evaluación, y sus respectiva ponderación en la nota final del curso. Cada actividad es evaluada con una nota de 1 a 7 y la nota final del curso corresponde a un promedio ponderado de las notas obtenidas en las actividades.

Dentro de las actividades para la evaluación se incluye dos o tres pruebas parciales escritas, cuya ponderación corresponde por lo menos al 70% de la evaluación del curso. Estas pruebas escritas contienen en su diseño preguntas tipo examen de calificación.

El resto de las actividades definidas por el profesor para la evaluación del estudiante, tiene una ponderación de, a lo más, el 30% de la nota final del curso. Entre estas actividades alternativas se cuentan por ejemplo:

- Tareas individuales o colectivas escritas.
- Exposiciones de los estudiantes.
- Proyecto de investigación o desarrollo.
- Trabajos escritos sobre temas asignados por el profesor.
- Desarrollo de software.
- Talleres grupales o individuales.
- Controles o evaluaciones escritas pequeñas.
- Entrega de informes escritos u orales.
- Un examen final, el cual debe ser una prueba escrita acumulativa, el cual incluya preguntas de nivel de examen de calificación.

Bibliografía

Básica:
1. Karatzas and Shreve. Brownian Motion and Stochastic Calculus. Springer Verlag New York 1988.
2. Protter P.E. - Stochastic Integration and Differential Equations. Springer.
3. P. Bald, L. Mazliak and P. Priouret. Martingales and Markov Chains. Chapma&Hall/CRC.
4. Kuo, H., Introduction to Stochastic Integration. Springer, 2006.
5. Kussmaul A.U. Stochastic Integration and Generalized Martingales.
6. S.N. Ethier and T.G. Kurtz Markov Processes: Characterization and Convergence,

	Wiley, 2005. 7. A. Friedman, Stochastic Differential Equations and Applications (Two volumes in one), Broché, 2007. 8. N. Ikeda and S. Watanabe,Stochastic Differential Equations and Diffusion Processes, Broché, 1988. 9. B. Oksendal, Stochastic Differential Equations: An Introduction with Applications, Springer, 2010. 10. D.W. Stroock and S.R.S. Varadhan, Multidimensional Diffusion Processes, Broché, 2014. **Complementaria:** No aplica

<table>
<tr><td>Nombre del curso</td><td>Análisis Estocástico II</td></tr>
<tr><td>Descripción del curso</td><td></td></tr>
<tr><td>Objetivos</td><td></td></tr>
<tr><td>Contenidos</td><td>I. Ecuaciones Diferenciales Estocásticas.
1. Sobre los procesos de difusión de Itô.
2. Noción de solución fuerte a una EDE, el problema de la existencia y unicidad asociado y método de resolución.
3. Noción de solución débil a una EDE, el problema de la existencia y unicidad asociado y método de resolución (Transformación de Girsanov, método de cambio de tiempo).
4. Aplicaciones: El modelo de Ornstein-Ulhenbeck, el puente browniano.
5. Tiempos locales
6. Teorema de Yamada-Watanabe y el enlace entre solución débil y solución en trayectorias.
7. El problemas de martingalas de Stroock & Varadhan.
8. Enlaces con ecuaciones en derivadas parciales: ecuación de Fokker-Planck, formula de Feynman-Kac para ecuación en derivadas parciales parabólicas o elíptica.
9. Funciones de Lyapunov

II. Semigrupos Markovianos
1. Semigrupos de contracciones, El Teorema de Hille-Yosida.
2. Semigrupos Markovianos, el caso de la subclase de Feller
3. Procesos Markovianos de Salto (evoluciones de baja frecuencia)
4. Procesos y semigrupos de Lévy.

III. Topologías débiles de medidas
1. Las topologías débil y estrecha de medidas de probabilidad
2. Teorema de Prokhorov
3. Los espacios métricos de funciones continuas y continuas a la derecha, con límites a la izquierda en cada punto de su dominio (cadlai).
4. Criterio de compacidad estrecha (con tiempos de parada) para leyes de procesos con trayectorias cadlai.
5. Aplicaciones a la resolución de problemas de martingalas.</td></tr>
<tr><td>Modalidad de evaluación</td><td>Metodología:

Los cursos tienen una programación de dos sesiones por semana.

Al menos un 70% de las clases lectivas estan centradas en la exposición sistemática de los contenidos teóricos del curso por parte del profesor (clases presenciales) y en la participación de los estudiantes.

Este trabajo se combina con otras metodologías más participativas, donde el actor principal es el estudiante, como por ejemplo:

• Trabajo grupal.
• Sesiones de aplicaciones computacionales.
• Tareas de resolución de problemas modelo.</td></tr>
</table>

	• Análisis y discusión de casos provenientes de la ingeniería. • Estudio independiente y exposiciones de estudiantes acerca de temas específicos. • Investigación y presentación de uno o mas proyectos, lecturas de artículos, desarrollo computacional, en el cual el alumno expone al curso sus resultados. • Otros. En cualquier caso, las metodologías centradas en la participación del estudiante no podrán superar el 30% de las clases lectivas del semestre **Evaluación:** El profesor define y pon en conocimiento de los estudiantes, al comienzo del curso, las actividades que deben desarrollar para su evaluación, y sus respectiva ponderación en la nota final del curso. Cada actividad es evaluada con una nota de 1 a 7 y la nota final del curso corresponde a un promedio ponderado de las notas obtenidas en las actividades. Dentro de las actividades para la evaluación se incluye dos o tres pruebas parciales escritas, cuya ponderación corresponde por lo menos al 70% de la evaluación del curso. Estas pruebas escritas contienen en su diseño preguntas tipo examen de calificación. El resto de las actividades definidas por el profesor para la evaluación del estudiante, tiene una ponderación de, a lo más, el 30% de la nota final del curso. Entre estas actividades alternativas se cuentan por ejemplo: • Tareas individuales o colectivas escritas. • Exposiciones de los estudiantes. • Proyecto de investigación o desarrollo. • Trabajos escritos sobre temas asignados por el profesor. • Desarrollo de software. • Talleres grupales o individuales. • Controles o evaluaciones escritas pequeñas. • Entrega de informes escritos u orales. • Un examen final, el cual debe ser una prueba escrita acumulativa, el cual incluya preguntas de nivel de examen de calificación.
Bibliografía	**Básica:** 1. Karatzas and Shreve. Brownian Motion and Stochastic Calculus. Springer Verlag New York 1988. 2. Protter P.E. - Stochastic Integration and Differential Equations. Springer. 3. P. Bald, L. Mazliak and P. Priouret. Martingales and Markov Chains. Chapma&Hall/CRC. 4. Kuo, H., Introduction to Stochastic Integration. Springer, 2006. 5. Kussmaul A.U. Stochastic Integration and Generalized Martingales. 6. S.N. Ethier and T.G. Kurtz Markov Processes: Characterization and Convergence, Wiley, 2005. 7. A. Friedman, Stochastic Differential Equations and Applications (Two volumes in one), Broché, 2007. 8. N. Ikeda and S. Watanabe,Stochastic Differential Equations and Diffusion Processes, Broché, 1988.

	9. B. Oksendal, Stochastic Differential Equations: An Introduction with Applications, Springer, 2010. 10. D.W. Stroock and S.R.S. Varadhan, Multidimensional Diffusion Processes, Broché, 2014. **Complementaria:** No aplica

B). SEMINARIOS DE INVESTIGACIÓN

Nombre del curso	Seminario de Investigación (I, II, III y IV)
Descripción del curso	El curso Seminario de Investigación, promueve el desarrollo de habilidades de orden científico o de investigación en los estudiantes. El desarrollo de sus temas, dependerá de la línea de Investigación de interés del alumno, y se llevará a cabo según la guía proporcionada por el profesor tutor o el profesor que imparta la asignatura. El curso supone una dedicación de al menos 2 horas presenciales donde el estudiante dará cuenta de sus aprendizajes a través de la exposición de los temas estudiados, junto con la dedicación de horas de estudio a los respectivos temas abordados en el curso.
Objetivos	Al aprobar la asignatura, el estudiante debe ser capaz de comprender los distintos fundamentos asociados a los contenidos del curso y desarrollar sus habilidades de Investigación.
Contenidos	Los contenidos dependerán de la línea de investigación de interés del estudiante. Estos serán asignados según la planificación curricular de cada alumno.
Modalidad de evaluación	**Metodología** La dinámica del curso estará centrada en la exposición sistemática de los temas por parte del alumno (clases presenciales) en donde este mostrará sus respectivos avances. Será el profesor quien vierta sobre estas exposiciones la retroalimentación adecuada que le permita evidenciar sus respectivos aprendizajes Además se reforzará en: a) la discusión de los resultados teóricos, su interpretación y ejemplos b) la resolución de problemas. **Evaluación** La forma de evaluar la asignatura dependerá absolutamente del criterio del Profesor y será según las exposiciones del estudiante.
Bibliografía	**Básica:** Será asignada por el profesor tutor o guía y estará relacionada el tema de investigación del curso, propio de la linea de trabajo del estudiante. **Recomendada:** Será asignada por el profesor tutor o guía y estará relacionada el tema de investigación del curso, propio de la linea de trabajo del estudiante.

C). PROYECTO DE TESIS

Nombre del curso	Proyecto de Tesis
Descripción del curso	Consiste en la realización del estudio del estado del arte de una problemática propia dentro de la línea de investigación escogida por el estudiante. El proyecto de tesis debe contener los aspectos fundamentales que serán desarrollados en la tesis doctoral y será una asignatura cursada en paralelo a los Seminarios de Investigación. La defensa del proyecto de tesis debe ser presentada a más tardar el quinto semestre del programa ante una comisión ad-hoc designada por el Comité Académico del programa. Una vez aprobado el proyecto de tesis, el estudiante adquiere la categoría de candidato a doctor.
Objetivos	Al aprobar la asignatura, el estudiante deberá dar cuenta de la formulación de un proyecto de tesis doctoral, el cual debe estar directamente relacionado con el trabajo de tesis a desarrollar. Estará fundamentado a partir de referencias bibliográficas, paper u otros trabajos de investigación asociados al tema en cuestión.
Contenidos	El proyecto de tesis deberá adscribirse a alguna de las líneas de investigación vigentes en el Programa, luego los contenidos dependerán de dicha línea de investigación. Estos serán asignados según la planificación curricular de cada alumno.
Modalidad de evaluación	**Metodología** La dinámica del curso estará centrada en la exposición sistemática de los temas por parte del alumno (clases presenciales) en donde este mostrará sus respectivos avances. Será el profesor quien vierta sobre estas exposiciones la retroalimentación adecuada que le permita evidenciar sus respectivos aprendizajes Además se reforzará en: a) la discusión de los resultados teóricos, su interpretación y ejemplos, b) factibilidad del proyecto de tesis. **Evaluación:** Evaluación del manuscrito del Proyecto de Tesis (100%)
Bibliografía	**Básica:** Será asignada por el profesor tutor o guía y estará relacionada al tema de investigación del curso, propio de la línea de trabajo del estudiante. **Recomendada:** Será asignada por el profesor tutor o guía y estará relacionada al tema de investigación del curso, propio de la línea de trabajo del estudiante.

D). TESIS

Nombre del curso	**Tesis**
Descripción del curso	Esta asignatura tiene como propósito que el estudiante elabore su **Tesis Doctoral**, que consiste en un trabajo de investigación individual y original, que permita dar origen, a lo menos, a una publicación en alguna revista de corriente principal y que sea una contribución en el área de la matemática. La actividad de desarrollo de la Tesis Doctoral comienza una vez aprobado el proyecto de tesis y se extiende entre el cuarto y el octavo semestre del programa.
Objetivos	Al aprobar la asignatura, el estudiante debe presentar una tesis doctoral la cual evidencie un trabajo de investigación individual y original en el ámbito de alguna de las líneas de investigación implementadas por el Programa.
Contenidos	Los contenidos dependerán de la línea de investigación de interés del estudiante, serán asignados según la planificación curricular de cada alumno en vista de los presentado en el Proyecto de Tesis.
Modalidad de evaluación	**Metodología** En esta asignatura, la metodología consistirá en la discusión periódica entre el alumno y su respectivo Director de Tesis. Dicha discusión, estará basada en los diferentes trabajos relacionados al tema de la tesis, el avance respecto al Proyecto de Tesis, estudio de trabajos presentados en revistas indexadas, contraste con resultados anteriores, trabajos experimentales, entre otros aspectos. **Evaluación** La evaluación de la asignatura concluirá con la revisión del manuscrito de la tesis y con el examen de grado.
Bibliografía	**Básica:** Será asignada por el Director de Tesis y estará relacionada al tema de investigación, propio de la línea de trabajo del estudiante.
	Recomendada: Será asignada por el Director de Tesis y estará relacionada al tema de investigación, propio de la línea de trabajo del estudiante.