PLAN DE ESTUDIOS

DOCTORADO EN MATEMÁTICA

El plan de estudios del Doctorado en Matemática está compuesto por las siguientes instancias:

- Aprobación de cursos de formación básica.
- Aprobación de cursos de formación especializada.
- Realización y aprobación de una Tesis.

Las actividades académicas están estructuradas en base a unidades de crédito académico (UCA). La cantidad de UCA asignada a cada una de las instancias citadas arriba se hará teniendo en cuenta las disposiciones al respecto contempladas en el Reglamento de la carrera de Doctorado en Matemática.

CURSOS BÁSICOS: Todos los cursos básicos tendrán una carga horaria de 90 horas. Los requisitos de aprobación y promoción de cada curso quedarán a criterio del docente responsable del mismo, debiendo contemplar al menos un examen final. Los cursos básicos poseen un código alfanumérico formado por una letra y un número. Para obtener el título de doctor, será requisito que el doctorando apruebe al menos un curso básico asociado a cada letra (A, B y C). Los cursos básicos se listan a continuación y en el Anexo I se presentan los contenidos mínimos, objetivos y bibliografía indicativa de los mismos.

A1. Análisis Funcional

A2. Análisis Real

A3. Topología

B1. Cálculo de Variaciones y Control Óptimo

B2. Métodos Numéricos

B3. Teoría de Ecuaciones en Derivadas Parciales

C1. Elementos de Álgebra

C2. Elementos de Matemática Discreta

C3. Teoría de Estadística

CURSOS DE FORMACIÓN ESPECIALIZADA: La oferta de cursos de formación especializada varía cada año y se realiza al inicio de cada período académico. En el Anexo II se presenta, a modo de ejemplo, un listado de cursos de formación especializada.

TESIS DE DOCTORADO: Los requisitos que debe cumplir la Tesis de Doctorado, así como también su forma de evaluación están detallados en el Reglamento de la carrera de Doctorado en Matemática.

ANEXO I

NÓMINA DE CURSOS BÁSICOS

Nombre del curso: **ANÁLISIS FUNCIONAL (A1)**

Objetivos: Introducir los conceptos relevantes del Análisis Funcional para su eventual aplicación al tratamiento avanzado de diversas ramas de la Matemática: análisis de Fourier, ecuaciones diferenciales en derivadas parciales, ecuaciones integrales, etc.

Contenidos mínimos:

- Espacios de Hilbert.
- Espacios de Banach.
- Teorema de Hahn-Banach. Funcionales lineales acotados. Espacio dual. Teorema de representación de Riesz.
- Teoremas de la función abierta, del gráfico cerrado. Principio de la acotación uniforme. Convergencias débil y débil-*. Teorema de Banach-Alaoglu.
- Operadores compactos en espacios de Banach. Caracterización del espectro de operadores compactos.

Bibliografía básica:

- Bachman, G y Narici, L.: *Functional Analysis*, Academic Press, 1966.
- Balakrishnan, A. V.: *Applied Functional Analysis*, Springer-Verlag 1976.
- Brézis, H.: *Análisis Funcional*, Alianza Editorial, Madrid, 1984.
- Cerdá, J.: *Lineal Functional Analysis,* AMS Graduate Studies in Math. Vol. 116, 2010.
- Conway, J. A.: *A course in Functional Analysis*, Springer-Verlag, 1985.
- DeVito, C. L.*: Functional Analysis*, Academic Press, 1978.
- Mukherjea, A. y Pothoven, K.: *Real and Functional Analysis*, Plenum Press, 1978.
- Rudin, W.: *Functional Analysis*, Mc. Graw Hill, 1973.

Nombre del curso: **ANÁLISIS REAL (A2)**

Objetivos: Ampliar la formación en temas específicos del Análisis tales como presentar una versión unificadora de diversos casos de medidas que se dan en distintas ramas de las matemáticas: la de Lebesgue, las medidas de probabilidad, la medida cuenta en un conjunto numerable, la delta de Dirac, para mencionar algunos casos. Este enfoque abstracto se seguirá también en la teoría de integración asociada.

Contenidos mínimos:

- Medidas: sigma-álgebras, medidas exteriores. Medidas de Borel en la recta.
- Integración: Funciones medibles. Integración de funciones no negativas. Integración de funciones complejas. Formas de convergencia. Medidas producto.
- Medidas signadas: Teorema de Radon-Nykodim. Medidas complejas.
- Diferenciación en espacios euclídeos. Funciones de variación acotada.
- Espacios Lp: Teoría básica y dualidad.
- Convoluciones. Aproximaciones de la identidad. Transformada de Fourier.

Bibliografía básica:

- Folland, G*: Real Analysis: Modern techniques and their applications*, John Wiley and Sons, New York, 1999.
- Taylor, S. J.: *Introduction to measure and integration*, Cambridge University Press, 1973.
- Rudin, W.: *Real and complex analysis*, McGraw-Hill, 1966.

Nombre del curso: **TOPOLOGÍA (A3)**

Objetivos: Proporcionar al estudiante los conceptos básicos del análisis en una versión abstracta y en su más amplia generalidad, globalizando diversas situaciones que aparecen en diferentes ramas de las matemáticas.

Contenidos mínimos:

- Espacios topológicos. Bases y sub-bases. Continuidad de funciones definidas en espacios topológicos. Sucesiones y redes.
- Subespacios topológicos. Topología producto y cociente.
- Conexidad, compacidad y separabilidad en espacios topológicos. Propiedades de conexidad, compacidad y separabilidad en subespacios, espacios producto y espacios cociente. Teorema de Tichonov.
- Homotopía. Grupo fundamental. Espacios de cubrimiento. El Teorema de la Curva de Jordan

Bibliografía básica:

- Kelley J. L.: *Topología general*, Editorial Eudeba. 1975.
- McCleary J.: *A first course in topology: continuity and dimension*, AMS. Student Mathematical Library. Vol. 31. 2006.
- Munkres J.: *Topology*, Prentice Hall. 2nd. Edition. 2000.

Nombre del curso: **CÁLCULO DE VARIACIONES Y CONTROL ÓPTIMO (B1)**

Objetivos: Introducir los conceptos básicos del Cálculo de Variaciones y sus aplicaciones a problemas clásicos. Presentar los fundamentos de la teoría de Control Óptimo, el principio del máximo de Pontryagin y la ecuación de Hamilton-Jacobi-Bellman de la programación dinámica. Formular, resolver e interpretar las condiciones de optimalidad del cálculo de variaciones, del control óptimo y de la programación dinámica.

Contenidos mínimos:

- El problema de Cálculo de Variaciones. El Lagrangiano. Funcionales y sus derivadas. La ecuación de Euler-Lagrange. Condiciones sobre la segunda variación. Condiciones de transversalidad.
- Problemas clásicos: el principio de acción mínima de Hamilton, la braquistócrona, geodésicas, problemas isoperimétricos. Multiplicadores de Lagrange. La ecuación de Hamilton-Jacobi.
- Introducción a los problemas de Control. La función de valor. El principio de la Programación Dinámica. La ecuación de Hamilton-Jacobi Bellman.
- Las ecuaciones canónicas de Hamilton. Problemas regulares. El regulador lineal-cuadrático (LQR). Ecuaciones de Riccati. Introducción al filtro de Kalman.
- Problemas con restricciones. El Principio de Máximo de Pontryagin.

Bibliografía básica:

- Agrachev, A., Sachkov, Y., *Control Theory from the Geometric Viewpoint*, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 2004.
- Bernhard, P., *Introducción a la Teoría de Control Óptimo,* Instituto de Matemática "Beppo Levi", Cuaderno N° 4, Rosario, 1972.
- Van Brunt, B., *The Calculus of Variations,* Springer 2010.
- Fleming, W. H., Rishel, R. W., *Deterministic and Stochastic Optimal Control,* Springer-Verlag, New York, 1975.
- Sontag, E. D., *Mathematical Control Theory,* Springer, New York, 1990.
- Troutman, J. L., *Variational Calculus and Optimal Control*, 2nd Edition, Springer-Verlag, New York, 1996.
- Zabczyk, J.: *Mathematical Control Theory: An Introduction*, Birkhäuser, 1992.

Nombre del curso: **MÉTODOS NUMÉRICOS (B2)**

Objetivos: Se pretende que los alumnos conozcan los métodos iterativos de resolución de grandes sistemas de ecuaciones lineales, no-lineales y problemas de optimización, incluyendo sus propiedades fundamentales de convergencia y condiciones bajo las cuales conviene aplicar uno u otro método. A su vez, se pretende que aprendan los fundamentos de los métodos de diferencias finitas y elementos finitos para problemas elípticos y parabólicos en una y más dimensiones.

Contenidos mínimos:

- Optimización. Cuadrados mínimos no lineales. Métodos de descenso y gradiente conjugado. Métodos de Newton y casi-Newton. Métodos de Gauss-Newton y Levenberg-Marquardt.
- Solución numérica de problemas a valores de borde: Problemas a valores de borde de dos puntos. Diferencias finitas. Formulación variacional y el método de elementos finitos. Introducción al análisis de error.
- Discretización de problemas multidimensionales.
- Métodos iterativos para grandes sistemas lineales.
- Precondicionamiento. Multigrilla.

Bibliografía básica:

- Kelley, C. T.: Iterative Methods for Optimization, SIAM, 1999.
- Larsson, S. and Thomee V.: Partial Differential Equations with Numerical Methods, Springer-Verlag, 2005.
- Saad, Y.: Iterative Methods for Sparse Linear Systems, SIAM 2003.
- Stoer, J. and Bulirsch, R.: Introduction to Numerical Analysis, 3rd Edition, Springer-Verlag, 2002.

Nombre del curso: **TEORÍA DE ECUACIONES EN DERIVADAS PARCIALES (B3)**

Objetivos: Se pretende que los alumnos conozcan el comportamiento cualitativo de las soluciones de las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales de primer y segundo orden, siendo capaces de determinarlo dependiendo del tipo de ecuación (elíptica, parabólica, hiperbólica). También se pretende que se familiaricen con algunos métodos analíticos de resolución, que en algunas circunstancias permiten hallar formas cerradas de las soluciones, y en otras permiten obtener conclusiones acerca de su comportamiento cualitativo.

Contenidos mínimos:

- Introducción. Ecuación de Laplace, Calor y Ondas.
- Características y teorema de Cauchy-Kovalevskaya.
- Leyes de conservación y Shocks.
- Principios del máximo para ecuaciones elípticas y parabólicas.
- Solución por separación de variables.
- Distribuciones y soluciones vía transformada de Fourier.

Bibliografía básica:

- Renardy, M. and Rogers R.: *An Introduction to Partial Differential Equations*, Springer, 1993.
- John F.: *Partial Differential Equations*, (4th. ed.), Springer-Verlag, 1982.
- Evans L. C.: *Partial Differential Equations*, Graduate Studies in Mathematics Vol. 19, AMS, Providence, Rhode Island, 1991.

Nombre del curso: **ELEMENTOS DE ÁLGEBRA (C1)**

Objetivos: Que el alumno se familiarice con las principales estructuras algebraicas de la matemática y adquiera manejo de las herramientas y técnicas de demostración del álgebra abstracta.

Contenidos mínimos:

- Introducción a la teoría de Grupos: monoides, semigrupos, grupos y sus morfismos, subgrupos, subgrupos normales y cocientes. Teoremas de isomorfismos.
- Anillos, morfismos de anillos, ideales y cocientes, dominios de integridad, cuerpos.
- Módulos y espacios vectoriales.
- Introducción a la teoría de categorías

Bibliografía básica:

- Gentile E.: *Notas de Álgebra I*, Eudeba, 1984.
- Gentile E:: *Estructuras algebraicas II*, OEA, 1967
- Gentile E.: *Estructuras algebraicas I*, Unión Panamericana, 1967.
- Herstein I.: *Topics in Algebra*, Ed. Wiley, 1975.
- Jacobson N.: *Basic algebra I*, Ed. Freeman, 1974.
- Jacobson N.: *Basic algebra II*, Ed. Freeman, 1980.
- MacLane S.: *Categories for the working mathematician*, Springer-Verlag, 1971.

Nombre del curso: **ELEMENTOS DE MATEMÁTICA DISCRETA (C2)**

Objetivos: El objetivo principal del curso es ampliar la formación sobre estructuras discretas obtenidas en los cursos de la Licenciatura tales como "Matemática Discreta" y "Estructuras Algebraicas", cubriendo también aspectos algorítmicos de creciente importancia en las aplicaciones actuales.

Contenidos mínimos:

- Grafos bipartidos, emparejamientos, redes, flujos.
- Cuerpos finitos y aplicaciones.
- Códigos de corrección de errores, el método RSA.
- Método de enumeración de Polya.

Bibliografía básica:

- Biggs N.: *Discrete Mathematics*, Oxford University Press, 2da. ed., 2003.
- Matousek, J. and Nesetril J.: *Invitation to discrete mathematics*, Oxford University Press, 2da ed, 2008.
- Lovász L.: *An algorithmic theory of numbers, graphs and convexity*, SIAM, 1986.
- Paar C., Pelzl, J. and Preneel B.: *Understanding cryptography: a textbook for students and practitioners*, Springer, 2010.
- Papadimitriou, C. and Steiglitz, K.: *Combinatorial optimization: algorithms and complexity*, Prentice Hall, 1982.
- West D.: *Introduction to Graph Theory*, Prentice Hall, 2001 (2da. ed.)

Nombre del curso: **TEORÍA DE ESTADÍSTICA (C3)**

Objetivos: Introducir los conceptos relevantes de la teoría de estimación y eficiencia asintótica en Estadística para entender la importancia de la estimación eficiente y para su eventual aplicación cuando nuevos estimadores sean generados.

Contenidos mínimos:

- Teoremas básicos de teoría asintótica.
- Estimadores de momentos. Estimadores M y Z.
- Eficiencia de estimadores.
- Eficiencia asintótica.

Bibliografía básica:

- Bickel P. J. and Doksum, K. A.: *Mathematical Statistics: Basic Ideas and Selected*

Topics, Vol I. Prentice Hall; 2nd edition (September 27, 2000)

- Ferguson T. S.: *A course in large sample theory. Texts in Statistical Science Series*. Chapman & Hall, London, 1996.
- Lehmann E. L. and Casella, G.: *Theory of point estimation*, Second edition. Springer Texts in Statistics. Springer-Verlag, New York, 1998.
- Van der Vaart A. W.: *Asymptotic statistics*, Cambridge Series in Statistical and Probabilistic Mathematics, 3. Cambridge University Press, Cambridge, 1998.

ANEXO II

NÓMINA INDICATIVA DE CURSOS DE FORMACIÓN ESPECIALIZADA

Nombre del curso: **ANÁLISIS DE ECUACIONES DIFERENCIALES NO LOCALES**

Objetivos : Introducir técnicas clásicas y modernas de ecuaciones integro-diferenciales no locales y en particular aplicar métodos del análisis armónico para su tratamiento.

Programa sintético: Potencias fraccionarias del Laplaciano. Método de Fourier. Difusiones no locales con núcleos integrables. Técnicas de “punto fijo”. Reescalamiento y aproximación a la ecuación del calor. Reescalamiento y aproximación a potencias fraccionarias del Laplaciano. La raíz cuadrada del Laplaciano y el operador “Dirichlet to Neumann”. Los operadores elípticos degenerados de Caffarelli y Silvestre y las potencias fraccionarias del Laplaciano. Desigualdades de Harnack, identidades de valor medio y regularidad de soluciones para potencias fraccionarias del Laplaciano. Relación con procesos de Levy.

Bibliografía básica:

- Andreu-Vaillo, Mazón, Rossi, Toledo-Melero “Nonlocal diffusion problems” Math. Surveys and Monographs, V165. AMS (2010).
- Caffarelli, Silvestre “An extension problem related to the fractional Laplacian”, Comm. PDE 32, (2007).
- Silvestre “Regularity of the obstacle problem for a fractional power of the Laplace operator” Dissertation Ph.D, The university of Texas at Austin (2005).

Conocimientos previos requeridos: Función Maximal de Hardy-Littlewood y básicos de Integrales Singulares y fraccionarias. Curso básico de ecuaciones en derivadas parciales.

Carga horaria:

Teoría: 45 horas

De coloquios y resolución de problemas: 15 horas

Duración: 15 semanas

Formas de evaluación: Entrega quincenal de problemas resueltos y examen final.

Número de exámenes parciales: 7 entregas de problemas.

Tipo y duración del examen final: oral de una hora de duración.

Nombre del curso: **REGULARIDAD BESOV DE DIFUSIONES**

Objetivos: El objetivo disciplinar del curso es introducir los espacios de Besov desde las perspectivas de Wavelets, Interpolación y Maximal y usarlas en el estudio de la mejora de regularidad de funciones armónicas y de temperaturas. Desde el punto de vista de la formación de recursos humanos, se intenta que los estudiantes aborden las técnicas involucradas en los problemas de regularidad Besov de soluciones de ecuaciones en derivadas parciales, que surgen como fundamento teórico de los métodos de aproximación no lineal.

Programa sintético:

- Wavelets
- Espacios de Besov
- Caracterizaciones de Fourier y en bases de wavelets de la regularidad Besov
- Funciones maximales y regularidad
- Regularidad Sobolev y regularidad Besov
- Interpolación
- Identidades de valor medio elípticas y parabólicas
- Estimaciones del gradiente de funciones armónicas en dominios Lipschitz
- Estimaciones del gradiente de temperaturas en dominios cilíndricos con base Lipschitz
- Mejora de la regularidad Besov de funciones armónicas
- Mejora de la regularidad Besov de temperaturas

Bibliografía básica:

- Dahlke y DeVore, Besov regularity for elliptic boundary value problems. Comm. In PDE 22 (1997).
- Jerison y Kenig, The inhomogeneous Dirichlet problem in Lipschitz domains. J Funct. Analysis 130 (1995).
- Aimar, Gómez y Iaffei, Parabolic mean values and maximal estimates for gradients of temperatures. J. Funct. Analyis 255 (2008).
- Aimar, Gómez y Iaffei, On Besov regularity of temperatures. J. Fourier Analysis and Applications 16 (2010).
- Aimar y Gómez, Measuring the level sets of anisotropic homogeneous functions. Positivity 15 (2011).
- Wojtaszczyk, A mathematical introduction to wavelets. London Math. Soc. 37 (1997).
- DeVore y Sharpley, Maximal functions measuring smoothness, Memoirs of the American Mathematical Society. 293 (1984).

Conocimientos previos requeridos: Conocimientos básicos de ecuaciones elípticas y de espacios de Lebesgue y Sobolev

Carga horaria:

De teoría: 60hs

De coloquios y resolución de problemas: 30hs

Duración: 15 semanas

Formas de evaluación:

Número de exámenes parciales: dos

Tipo y duración del examen final: Oral de una hora de duración

Nombre del curso: **UNA INTRODUCCIÓN A LAS INTEGRALES SINGULARES**

Objetivos: Adquirir conocimientos básicos relacionados con las integrales singulares, sus propiedades de regularidad y su relación con el operador maximal de Hardy-Littlewood. Aprender y afianzar las técnicas de acotación con y sin pesos en espacios de Lebesgue de estos operadores.

Programa sintético:

Aproximaciones a la identidad. Desigualdades de tipo débil y convergencia en casi todo punto. El teorema de interpolación de Marcinkiewicz. La función maximal de Hardy – Littlewood. La función maximal diádica. Tipo débil (1,1) de la función maximal. El valor principal de 1/x. Los teoremas de M. Riesz y Kolmogorov. Integrales truncadas y convergencia puntual. Multiplicadores.Integrales singulares. Definición y ejemplos. La transformada de Fourier del núcleo. Integrales singulares con núcleo par. Integrales singulares con núcleo variable. El teorema de Calderón- Zygmund. Integrales truncadas y valor principal. Operadores de Calderón-Zygmund generalizados. El espacio atómico H_1 y el espacio *BMO.* La desigualdad de John-Nirenberg. Desigualdades con pesos. La condición A_p. Desigualdades de tipo fuerte con pesos. Pesos A_1. Desigualdades con pesos para integrales singulares.

Bibliografía básica:

- Duoandikoetxea, J.: “Fourier Analysis”, Grad. Studies in Math. 29, Amer. Math. Soc., Providence, RI, 2000.
- García Cuerva J. - Rubio de Francia J.L. “Weighted norm inequalities and related topics”, North Holland Math. Studies 116 (1985).
- Grafakos, L.: “Classical and modern Fourier analysis”. Pearson education, 2004.

Conocimientos previos requeridos: Teoría de la medida de Lebesgue.

Carga horaria:

Teoría: 4 hs. semanales

Práctica: 2 hs. semanales

Duración: 15 semanas

Formas de evaluación:

Número de exámenes parciales: No hay exámenes parciales. Se requerirá la entrega de ejercicios en forma semanal.

Tipo y duración del examen final: Examen final oral de una hora de duración

Nombre del curso: **PROBLEMAS INVERSOS CON APLICACIONES AL PROCESAMIENTO Y RESTAURACIÓN DE IMÁGENES DIGITALES**

Objetivos: Introducir los conceptos principales que caracterizan los problemas inversos en un contexto general y en especial, los problemas mal condicionados en el sentido de Hadamard. Utilizar herramientas matemáticas para el estudio de los métodos de regularización clásicos para problemas inversos mal condicionados. Diseño e implementación numérica de algoritmos de regularización con aplicaciones a problemas de procesamiento y restauración de imágenes digitales.

Programa sintético: Ejemplos de problemas inversos. Ecuaciones mal condicionadas con operadores lineales. Operadores de regularización. Métodos lineales de regularización. Métodos de filtro. Reglas de elección de parámetro. La teoría clásica y regularización de Tikhonov-Phillips. Tratamiento de imágenes digitales con Matlab. Degradación de imágenes. Funciones de dispersión puntual. Restauración de imágenes digitales degradadas.

Bibliografía básica

- H. Engl, M. Hanke, A. Neubauer, "Regularization of Inverse Problems", Klewer Academic Publishers, 1996.
- R.C. Gonzalez, R.E. Woods, S.L. Eddins, "*Digital Image Processing Using MATLAB*", Second Edition, Gatesmark Publishing, 2010.
- P.C. Hansen, "*Discrete Inverse Problems: Insight and Algorithms*", Fundamentals of Algorithms, Vol. 7, SIAM, 2010.
- P.C. Hansen, J. G. Nagy and D. P. O´Leary, "*Deblurring Images: Matrices, Spectra and Filtering*", Fundamentals of Algorithms, Vol. 3, SIAM, 2006.
- P.C. Hansen, "*Deconvolution and regularization with Toeplitz matrices*", Numerical Algoritms, Vol. 29, 2002, Nro. 4, pp 323-378.
- C. R. Vogel, "Computational Methods for Inverse Problems", Frontiers in Applied Mathematics, Vol. 23, SIAM, 2002.

Conocimientos Previos Requeridos: Ecuaciones diferenciales, conocimientos básicos de Matlab, rudimentos de Análisis Funcional.

Carga horaria:

De teoría: 4 horas semanales (total 60 horas)

De coloquios, resolución de problemas o prácticas de laboratorio: 2 horas semanales (total 30 horas)

Duración: 15 semanas.

Formas de evaluación:

Numero de exámenes parciales: 1 (uno).

Tipo y duración del examen final: una parte escrita presencial de 3 horas de duración y presentación oral de un trabajo monográfico.

Nombre del curso: **INTRODUCCIÓN A LA LÓGICA ALGEBRAICA**

Objetivos: Que el alumno aprenda los conceptos básicos sobre semánticas algebraicas de sistemas lógicos.

Programa sintético:

- Conceptos básicos sobre álgebra universal: álgebras y homomorfismos, relaciones de congruencia, clases ecuacionales, productos subdirectos, álgebras libres y teorema de respresentación de Birkhoff.
- Estructuras ordenadas y retículos: retículos y retículos completos. Completaciones de retículos. Retículos como estructuras algebraicas.
- Algebras de Boole: Definiciones, ejemplos y álgebra de Lindembaum.
- Teoría de representación caso finito, para álgebras de Boole y para retículos distributivos finitos.
- Ideales y filtros. Ideales primos, maximales y ultrafiltros. Existencia.
- Teoría de representación caso general: representación por espacios topológicos.

Bibliografía básica:

- Introduction to lattices and order, B. Davey and H. Priestley, Cambridge University Press, 1990.
- Distributive lattices, R. Balbes and Ph. Dwinger, University of Missouri Press, 1974.

Conocimientos previos requeridos: Se requiere haber aprobado la asignatura "Estructuras algebraicas", de la licenciatura en matemática aplicada.

Carga horaria:

De teoría: 60 hs.

De coloquios, resolución de problemas o prácticas de laboratorio 30 hs.

Duración: 15 semanas

Formas de evaluación:

Número de exámenes parciales: Dos

Tipo y duración del examen final: Examen por coloquio de dos horas de duración.

Nombre del curso: **CUERPOS DE FUNCIONES ALGEBRAICAS**

Objetivos: Que el alumno adquiera los conceptos esenciales de la teoría de las extensiones finitas del cuerpo de funciones racionales K(x) y sus aplicaciones a la estimación de los parámetros fundamentales de los códigos autocorrectores definidos por una traza sobre cuerpos finitos.

Programa sintético:

- Cuerpos de funciones algebraicas. Valuaciones. Divisores. Teorema de Riemann-Roch.
- Extensiones algebraicas de cuerpos de funciones algebraicas. Extensiones de Galois. Extensiones inseparables.
- Estimaciones del género de un cuerpo de funciones algebraicas.
- Derivaciones y diferenciales en un cuerpo de funciones algebraicas. Diferenciales de Weil.
- Función zeta de un cuerpo de funciones algebraicas. Teorema de Hasse-Weil.
- Aplicaciones a los códigos traza. Pesos de los códigos traza.

Bibliografía básica:

- García A. Stichtenoth H.; Topics in geometry, coding theory and criptography. Serie Algebra and Applications. Vol. 6. Springer. 2007.
- Moreno C.; Algebraic curves over finite fields. Cambridge University Press. 1993.
- Stichtenoth H.; Algebraic function fields and codes. Serie Universitext. Springer. 1993.

Conocimientos previos requeridos: Conocimientos equivalentes a los cursos de Estructuras Algebraicas (Doctorado y Maestría en Matemática), Variable Compleja e Introducción al Análisis (Licenciatura en Matemática Aplicada).
Carga horaria:
Teoría: 60 hs.
Práctica: 30 hs.
Duración: 15 semanas.
Formas de evaluación:

Número de exámenes parciales: Uno.
Tipo y duración del examen final: Oral, 2 horas.

Nombre del curso: **INFERENCIA CAUSAL**

Objetivos: En este curso introduciremos un posible abordaje para el tratamiento estadístico de la inferencia causal. El mismo propone la conceptualización de variables contrafactuales y expresa los parámetros causales de interés a partir de la distribución de las mismas. Sin embargo, las variables contrafactuales no son las observadas. Resulta entonces crucial determinar las condiciones experimentales que garanticen que la distribución de las variables observadas resulta suficiente para determinar el parámetro causal de interés. En tal caso, decimos que el parámetro esta identificado y podemos aspirar a estimarlo consistentemente a partir de una muestra de las variables observadas. Por último, presentaremos la teoría de grafos acíclicos dirigidos, siendo que resultan una herramienta sumamente potente para estudiar las relaciones de independencia (e independencia condicional) entre las variables involucradas en el problema, y dichas independencias garantizarla condición de identificabilidad.

Programa sintético:
(a) Presentación del abordaje causal a partir de variables contrafactuales. Posibles parámetros causales de interés. Relación entre variables contrafactuales y variables observadas.
(b) Identificabilidad: Determinar condiciones que permitan identificar el parámetro causal de interés a partir de la distribución de las variables observadas. Algunos ejemplos:
i. Estudios completamente aleatorizados.
ii. Estudios observacionales. Independencia condicional.
(c) Estimación del parámetro causal de interés bajo identificabilidad. Métodos doblemente protegidos.
(d) Métodos Gráficos para estudiar la hipótesis de independencia condicional.

Bibliografía básica:

- James Robins Bibliography: http : //www:biostat:harvard:edu/ robins/research:html
- Judea Pearl Home page: http : //bayes:cs:ucla:edu/jphome:html
- Robins JM, Hern_an MA. (2006). Estimating causal efects from epidemiological data. Journal of Epidemiology and Community Health 60:578-586
- Robins JM, Sued M, Lei-Gomez Q, Rotnitsky A. (2007). Comment: Performance of double-robust estimators when "Inverse Probability" weights are highly variable. Statistical Science 22(4):544-559.
- J. Pearl. Causality: Models, Reasoning, and Inference. Cambridge University Press, New York, 2000. Second ed., 2009.

Conocimientos previos requeridos: Un curso básico de probabilidad.
Carga horaria:

De teoría: 30
De coloquios, resolución de problemas o prácticas de laboratorio: 15
Duración: 6 semanas
Forma de evaluación: Elaboración de monografía