

EXP-UNC: 0061383/2018

<b>TÍTULO:</b> Modelos de dimensión reducida		
<b>AÑO:</b> 2019	<b>CUATRIMESTRE:</b> primero	<b>N° DE CRÉDITOS:</b> 3
<b>CARGA HORARIA:</b> 60 horas.		
<b>CARRERA/S:</b> Doctorado en Matemática, Doctorado en Astronomía, Doctorado en Física, Doctorado en Ciencias de la Computación		

<b>FUNDAMENTOS</b>
<p>Un problema que aparece en muchas aplicaciones es el costo computacional para resolver problemas complejos, en particular parametrizados, en cualquier tiempo relevante - particular en tiempo real. Incluso usando computación en paralelo. En los últimos años usando técnicas de teoría de aproximaciones se ha probado cómo aproximar dichos problemas con una precisión arbitrariamente alta de forma casi óptima para evaluaciones tiempo real usando una descomposición offline-online. En la primera se entrena el modelo de interés para encontrar una base casi óptima de cualquier precisión requerida, incluyendo modelos "lossless". Esta base se usa luego en la etapa online para predecir, evaluar y analizar datos con una cantidad mínima de operaciones, que en muchos casos lleva a evaluaciones en tiempo real para problemas cuya evaluación directa sería prohibitiva, incluso usando super-computadoras. El enfoque es llamado de bases reducidas. Entre sus ventajas se incluye que el entrenamiento offline es paralelizable, de complejidad computacional constante, y evaluaciones con la precisión dada requiere un número casi mínimo, en un sentido riguroso, de operaciones. Las aplicaciones son múltiples, por ejemplo compresión de datos, modelos predictivos y análisis de datos para problemas grandes.</p>

<b>OBJETIVOS</b>
<p>Algunos objetivos del programa incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introducción a teoría de aproximación y modelos reducidos.</li> <li>- Algoritmos de optimización y complejidad computacional.</li> <li>- Modelos predictivos y análisis de datos para problemas complejos.</li> <li>- Aplicaciones a áreas tales como simulaciones en biología, física, modelos económicos, visión computacional y otros.</li> </ul>

<b>PROGRAMA</b>
<p><b>Unidad 1: Modelos reducidos</b> Descomposición de Valores Singulares. Análisis de Componentes Principales. Bases Reducidas. Estimaciones de tasas de convergencia. Técnicas computacionales y complejidad. Ejemplos.</p> <p><b>Unidad 2: Modelos predictivos.</b> Predicción versus representación. Interpolación y proyección. Métodos espectrales, cuadraturas Gaussianas y la constante de Lebesgue. El Método de Interpolación Empírica. Ejemplos.</p> <p><b>Unidad 3: Dimensiones altas</b> El problema de la maldición de dimensionalidad. Modelos anidados. Representaciones para</p>

EXP-UNC: 0061383/2018

dimensiones altas y problemas de datos grandes. Redes de Smolyak. Ejemplos.

**Unidad 4: Aplicaciones: resolvedores numéricos.**

Ecuaciones en derivadas parciales. Métodos de colocación. Aplicaciones a ecuaciones elípticas, y dependientes del tiempo. Métodos certificados.

**Unidad 5: Aplicaciones: compresión de datos**

Aplicaciones a datos grandes. Paralelización, entrenamiento y validación.

**Unidad 6: Análisis de datos.**

Búsquedas, filtros y reconocimiento de datos. Estimación de parámetros. Métodos frecuentistas y Bayesianos. Evaluación rápida y precisa de probabilidades. Aplicaciones a detección de ondas gravitacionales y visión computacional.

**Unidad 7: Modelos reducidos no lineales**

Aprendizaje via variedades. Reducciones de dimensiones espectrales. Datos en altas dimensiones. Encontrando la dimensión intrínseca. Ejemplos básicos.

**PRÁCTICAS**

Las actividades prácticas constan de tareas y un proyecto de aplicación innovativo a desarrollar durante todo el curso, ya sea por estudiante o en equipos. La evaluación de las tareas se desarrollará durante las clases, en forma de presentaciones y discusiones. De forma similar, cada proyecto presentará de forma regular durante el curso el avance del mismo y dificultades, y recibirá consejos para resolver los últimos. Cada proyecto deberá entregar informes periódicos y uno final.

**BIBLIOGRAFÍA**

Projection Matrices, Generalized Inverse Matrices, and Singular Value Decomposition. Authors: Yanai, Haruo, Takeuchi, Kei, Takane, Yoshio. ISBN 978-1-4419-9887-3

Approximation Theory and Approximation Practice (Applied Mathematics), by Lloyd N. Trefethen. ISBN-13: 978-1611972399. ISBN-10: 1611972396

Reduced Order Methods for Modeling and Computational Reduction (MS&A), Alfio Quarteroni and Gianluigi Rozza (editors). ISBN-13: 978-3319020891. ISBN-10: 3319020897

Certified Reduced Basis Methods for Parametrized Partial Differential Equations (SpringerBriefs in Mathematics), by Jan S. Hestaven, GianLuigi Rozza and Bejamin Stamm. ISBN-13: 978-3319224695. ISBN-10: 3319224697

Reduced Basis Methods for Partial Differential Equations: An Introduction (UNITEXT Book 92), by Alfio Quarteroni, Andrea Manzoni and Federico Negri. ISBN-13: 978-3319154305. ISBN-10: 3319154303

Open Problems in Spectral Dimensionality Reduction, by Strange, Harry, Zwiggelaar, Reyer. ISBN 978-3-319-03943-5



EXP-UNC: 0061383/2018

Nonlinear Dimensionality Reduction (Information Science and Statistics), by John A. Lee and Michel Verleysen. ISBN-13: 978-0387393506. ISBN-10: 9780387393506

#### **MODALIDAD DE EVALUACIÓN**

Para obtener la regularidad el estudiante debe atender el 80% de las clases y presentar los informes parciales y el final del proyecto elegido. Para aprobar el estudiante debe presentar periódicamente la tarea y el proyecto elegido en las clases asignadas y los informes parciales y finales del proyecto y demostrar por medio de un examen final un conocimiento sólido de los temas enseñados.

#### **REQUERIMIENTOS PARA EL CURSADO**

Capacidad de programar en un lenguaje a elección del estudiante.