



PROGRAMA DE DESARROLLO DE LAS CIENCIAS BÁSICAS
Ministerio de Educación y Cultura - Universidad de la República

Área Matemática

FORMULARIO
Curso de Posgrado

1. Título: Transporte Óptimo y Métodos de Gromov-Wasserstein Aplicados a la Ciencia de Datos

Abreviatura de título: Transporte Óptimo y Gromov-Wasserstein en CD

2. Profesor: Facundo Mémoli

3. Responsable: Leandro M. Del Pezzo
(en caso de no ser el Profesor un investigador del PEDECIBA)

4. Marque la disciplina más cercana al curso:

- Álgebra
- Análisis
- Análisis numérico
- Ecuaciones diferenciales; EDP
- Estadística
- Fundamentos
- Geometría ☒
- Geometría algebraica
- Matemática Aplicada ☒
- Probabilidad
- Sistemas Dinámicos
- Teoría de Números
- Otros: (especificar)

5. Fecha de inicio: 14 de diciembre

6. Fecha de finalización estimada: 18 de diciembre

7. Horas de clase teóricas: 7.5 horas

8. Horas de clase prácticas/consulta: 0 horas

9. Otros horarios de actividad presencial: 2.5 horas



PROGRAMA DE DESARROLLO DE LAS CIENCIAS BÁSICAS
Ministerio de Educación y Cultura - Universidad de la República

Área Matemática

10. Total de horas presenciales (suma de los tres puntos anteriores): 10 horas

11. Método de aprobación:

Entrega de ejercicios asignados por el docente.

12. Conocimientos previos recomendados:

Se recomienda haber tomado cursos básicos de análisis real. También sería conveniente haber visto algunos de los siguientes temas: métodos numéricos, conceptos básicos de optimización, probabilidad y elementos básicos de geometría diferencial.

13. Programa del Curso:

The goal of the series would be to introduce the basic mathematical ideas behind optimal transport, explain how they lead to distances between probability measures and between metric-measure spaces, and discuss their role in modern data analysis.

Day 1. Basic problems in data science and the need for transport-based methods.

Introduction to data-scientific problems involving comparison, classification, clustering, and alignment of datasets. Motivation for optimal transport as a way of comparing probability distributions. Examples where Euclidean or pointwise comparisons are inadequate. Overview of Wasserstein distances and their relevance to data analysis.

Day 2. Classical optimal transport and Wasserstein distances.

The Monge and Kantorovich formulations of optimal transport. Couplings, transport plans, cost functions, and Wasserstein distances. Basic examples and fundamental properties. Interpretation of Wasserstein distances as geometry on spaces of probability measures. Connections with statistics, machine learning, and shape analysis.

Day 3. Comparing shapes and metric-measure spaces: the Gromov-Wasserstein distance.

Motivation for comparing datasets when there is no prescribed correspondence between points. Metric spaces, metric-measure spaces, and relational descriptions of shape. Definition and interpretation of the Gromov-Wasserstein distance. Relation with the Gromov-Hausdorff distance and with classical Wasserstein distances. Basic invariance and stability properties.

Day 4. Computation and applications of Gromov-Wasserstein methods.

Computational aspects of optimal transport and Gromov-Wasserstein distances. Entropic



PROGRAMA DE DESARROLLO DE LAS CIENCIAS BÁSICAS
Ministerio de Educación y Cultura - Universidad de la República

Área Matemática

regularization, numerical approximations, and algorithmic issues. Applications to shape matching, graph comparison, object classification, and alignment of heterogeneous datasets. Discussion of barycenters, templates, and representative shapes.

Day 5. Extensions, stability, and current directions.

Further developments in Gromov-Wasserstein theory and related distances. Stability questions, lower bounds, and structural properties. Variants such as partial, fused, unbalanced, and Z-Gromov-Wasserstein distances. Connections with geometric inference, topological data analysis, and recent research directions in data science.

13. Bibliografía:

#	Title	Authors	Link
1	<u>Computational Optimal Transport</u>	<u>Gabriel Peyré and Marco Cuturi</u>	<u>Book page / arXiv (Optimal Transport)</u>
2	<u>Distance distributions and inverse problems for metric measure spaces</u>	<u>Facundo Mémoli and Tom Needham</u>	<u>arXiv (arXiv)</u>
3	<u>Gromov-Wasserstein Distances and the Metric Approach to Object Matching</u>	<u>Facundo Mémoli</u>	<u>PDF</u>
4	<u>The space of spaces: curvature bounds and gradient flows on the space of metric measure spaces</u>	<u>Karl-Theodor Sturm</u>	<u>arXiv (arXiv)</u>
5	<u>The Z-Gromov-Wasserstein Distance</u>	<u>Martin Bauer, Facundo Mémoli, Tom Needham, and Mao Nishino</u>	<u>JMLR page / PDF (jmlr.org)</u>