



1821 Universidad de Buenos Aires

Resolución Consejo Directivo

Número:

Referencia: EX-2025-06292754- -UBA-DMESA#FCEN - POSTGRADO - Sesión
17/03/2026

VISTO

La nota presentada por la Dirección del Departamento de Matemática, mediante la cual eleva la información del curso de posgrado **Análisis de Datos Funcionales** (DOC8800948) para el año 2026,

CONSIDERANDO

lo actuado por la Comisión de Doctorado,

lo actuado por este Cuerpo en la sesión realizada el día 17 de marzo de 2026,

en uso de las atribuciones que le confiere el Artículo 113° del Estatuto Universitario,

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**

RESUELVE:

ARTÍCULO 1º: Aprobar el dictado del curso de posgrado **Análisis de Datos Funcionales** (DOC8800948) de 48 horas y 8 semanas de duración, que será dictado por la Dra. Graciela Boente Boente.

ARTÍCULO 2º: Aprobar el programa del curso de posgrado **Análisis de Datos Funcionales** (DOC8800948) que como anexo forma parte de la presente Resolución, para su dictado en el primer cuatrimestre de 2026.

ARTÍCULO 3º: Aprobar un puntaje máximo de dos (2) puntos para la Carrera de Doctorado.

ARTÍCULO 4º: Establecer un arancel de **CATEGORÍA NULA**.

ARTÍCULO 5º: Disponer que, de no mediar modificaciones en el programa, la carga horaria y el arancel, el presente Curso de Posgrado tendrá una vigencia de cinco (5) años a partir de la fecha de la presente Resolución.

ARTÍCULO 6º: Comuníquese a todos los Departamentos Docentes, a la Dirección de Estudiantes y Graduados, a la Biblioteca de la FCEyN y a la Secretaría de Posgrado con copia del programa incluida. Cumplido, pase a MATEMATICA#FCEN y resérvese.

ANEXO

Análisis de Datos Funcionales (DOC8800948)

PROGRAMA

Objetivos:

En este curso se describirán distintos procedimientos para analizar datos funcionales, es decir, para datos que toman valores en espacios de dimensión infinita, que pueden ser espacios métricos, de Banach o espacios de Hilbert, según el caso. Se busca que el alumno conozca los métodos existentes para trabajar con datos en dimensión infinita y vea los fundamentos teóricos que yacen detrás de cada uno de los métodos ya sea de estimación, inferencia, visualización, reducción de dimensión y/o clasificación. Se hará énfasis en las dificultades técnicas que involucra el hecho de que las variables en estudio no están en espacios de dimensión finita y los métodos para resolver este problema. Se hará énfasis en aplicaciones a problemas reales que contengan este tipo de datos

Programa:

Preliminares: Nociones de Probabilidad en Espacios de Banach y de Hilbert. Leyes de los grandes números y Teorema central del Límite.

Estadística de datos funcionales. Planteo del problema. Ejemplos.

Nociones de profundidad: de variables reales a datos funcionales. Boxplot funcional. Detección de datos atípicos.

Estimación de la media, operador de covarianza, de sus autovalores y autofunciones. Problemas computacionales. Maldición de la dimensión. Operador del signo espacial. Propiedades.

Componentes principales funcionales. Definición del problema y descripción de los estimadores. Consistencia y distribución asintótica. Problemas computacionales. Obtención de componente principales suaves: método de núcleo y de penalización. "Sparse" data: PACE.

Modelos Lineales Funcionales para respuestas escalares. Estimadores basados en penalización. Estimadores basados en proyección en una base. Tasas de convergencia del predictor.

Correlación canónica, Clasificación y Análisis Discriminante de datos funcionales. Planteo del problema. Dificultades para su estimación. Suavización. Consistencia. Método de vecinos más cercanos. Clasificación no supervisada. Discriminación usando penalización.

Actividades prácticas propuestas:

Se tratarán problemas inherentes a los temas del programa y aplicaciones en otras áreas.

BIBLIOGRAFIA

- Arribas-Gil, A. and Romo, J. (2014). Shape outlier detection and visualization for functional data: the outliergram. *Biostatistics*, 15:603-619.
- Bali, J. L. and Boente, G. (2009). Principal points and elliptical distributions from the multivariate setting to the functional case. *Statistics and Probability Letters*, 79:1858-1865.
- Boente, G., Rodriguez, D., and Sued, M. (2019). The spatial sign covariance operator: Asymptotic results and applications. *Journal of Multivariate Analysis*, 170:115-128.
- Boente, G., Salibián-Barrera, M., and Tyler, D. (2014). A characterization of elliptical distributions and some optimality properties of principal components for functional data. *Journal of Multivariate Analysis*, 131:254-264.
- Cai, T. and Hall, P. (2006). Prediction in functional linear regression.
- Genton, M. G., Johnson, C., Potter, K., Stenchikov, G., and Sun, Y. (2014). Surface boxplots. *Stat*, 3:1-11.
- Hall, P. and Horowitz, J. L. (2007). Methodology and convergence rates for functional linear regression. *Annals of Statistics*, 35:70-91.
- Hastie, T., Tibshirani, R. y Friedman, J. (2009). *The elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference and Prediction*. Springer. New York
- Horváth, L. and Kokoszka, P. (2012). *Inference for functional data with applications*. Springer, New York.
- Hsing, T. and Eubank, R. (2015). *Theoretical Foundations of Functional Data Analysis, with an Introduction to Linear Operators*, Wiley, New York.
- Huang, L., Wang, H., Cui, H. and Wang, S., 2015. Sieve M-estimator for a semi-functional linear model. *Science China, Mathematics*, 58, 2421-2434
- Hubert, M., Rousseeuw, P., and Segal, P. (2015). Multivariate functional *Annals of Statistics*, 34:2159-2179.
- Cardot, H., Cénac, P., and Zitt, P.-A. (2013). Efficient and fast estimation of the geometric median in Hilbert spaces with an averaged stochastic gradient algorithm. *Bernoulli*, 19:18-43.
- Cardot, H., Ferraty, F., and Sarda, P., 2003. Spline estimators for the functional linear model. *Statistica Sinica*, 13, 571-591.
- Cuesta-Albertos, J. A., García-Portugués, E., Febrero-Bande, M., and González-Manteiga,
- W. (2019). Goodness-of-fit tests for the functional linear model based on randomly projected empirical processes. *Annals of Statistics*, 47:439-467.
- Dai, W. and Genton, M. (2019). Directional outlyingness for multivariate functional data. *Computational Statistics and Data Analysis*, 131:50-65.

- Febrero-Bande, M., Galeano, P., and González-Manteiga, W. (2008). Outlier detection in functional data by depth measures, with application to identify abnormal NOx levels. *Environmetrics*, 19:331-345.
- Febrero-Bande, M., Galeano, P., and González-Manteiga, W. (2017). Functional principal component regression and functional partial least-squares regression: An overview and a comparative study. *International Statistical Review*, 85:61-83.
- Febrero-Bande, M., Oviedo de la Fuente, M. (2012). Statistical Computing in Functional Data Analysis: The R Package *fda.usc*. *Journal of Statistical Software*, 51(4), 1-28. URL: <http://www.jstatsoft.org/v51/i04/>.
- Ferraty, F. and Vieu, P. (2006) *NonParametric Functional Data Analysis: Theory and Practice*. Springer Series in Statistics. Springer.
- Ferraty, F. and Romain, Y. (2010). The Oxford handbook of functional data analysis, Oxford University Press. outlier detection. *Statistical Methods and Applications*, 24:177-202.
- Hyndman, R. and Shang, H. L. (2010). Rainbow plots, bagplots, and boxplots for functional data. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 19:29-45.
- Liebl, D., 2013. Modelling and forecasting electricity spot prices: a functional data perspective. *Annals of Applied Statistics*, 7:3, 1562-1592.
- Patilea, V. and Sánchez-Sellero, C. (2020). Testing for lack-of-fit in functional regression models against general alternatives. *Journal of Statistical Planning and Inference*, 209:229- 251.
- Ramsay, J. and Silverman, B. (2005). *Functional data analysis*. Springer-Verlag.
- Ramsay, J. and Silverman, B. (2002). *Applied Functional Data Analysis: Methods and Case Studies*. Springer.
- Ramsay, J. Hooker, G. and Graves, S. (2009). *Functional Data Analysis with R and MATLAB*. Springer.
- Reiss, P. T., Goldsmith, J., Shang, H. L., and Ogden, R. T. (2017). Methods for scalar-on-function regression. *International Statistical Review*, 85:228-249.
- Rousseeuw, P., Raymaekers, J., and Hubert, M. (2018). A measure of directional outlyingness with applications to image data and video. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 27:345-359.
- Sun, Y. and Genton, M. G., 2011. Functional boxplots. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 20, 316-334.
- Wang, J.L., Chiou, J., Müller, H.G. (2016). *Functional Data Analysis*. *Annual Review of Statistics and Its Application*, 3, 257-295.
- Yao, F. and Müller, H. G. (2010). Functional quadratic regression. *Biometrika*, 97:49-64.
- Yao, F., Müller, H.G. and Wang, J.L. (2005). Functional data analysis for sparse longitudinal data. *Journal of the American Statistical Association*, 100, 577-590.

