

1 Profesores y horarios

Profesor: Ignacio Sarmiento-Barbieri (i.sarmiento@uniandes.edu.co)

- Horario Clase: Lunes y Miercoles, 6:00 p.m. – 8:50 p.m. (Aula virtual Zoom)
- Web del Curso: <https://github.com/ECON-4676-UNIANDES-Fall-2021>
- Horario de atención a estudiantes: Via Slack

Profesores Complementarios:

- Eduard Fernando Martinez Gonzalez (ef.martinezg@uniandes.edu.co)
 - Horario Clase: Sabados, 8:00 a.m. – 9:20 a.m. (Aula virtual Zoom)
 - Horario de atención a estudiantes: Via Slack
- Lucas Gomez Tobon (l.gomezt@uniandes.edu.co)
 - Horario Clase: Sabados, 8:00 a.m. – 9:20 a.m. (Aula virtual Zoom)
 - Horario de atención a estudiantes: Via Slack

2 Introducción y descripción general del curso

Este es un curso de posgrado en machine learning, con un enfoque especial en herramientas relevantes para economistas. Está destinado a estudiantes interesados en investigación aplicada y/o análisis de datos grandes y no estructurados. Problemas de predicción e inferencia, con especial énfasis en inferencia causal, atraviesan transversalmente al curso. Mediante una combinación de talleres, presentaciones, y un trabajo final grupal, los estudiantes adquirirán las herramientas estadísticas y computacionales necesarias para responder varias preguntas en economía y en una gran cantidad de subcampos en investigación aplicada. Se hará énfasis especial en el análisis de datos reales, y la aplicación de metodologías específicas; ejemplos incluyen encuestas de hogares, precios de propiedades, datos de internet y redes sociales.

Es pre-requisito haber cursado Microeconomía 3, Econometría 1 y 2. Se recomienda haber cursado Econometría Avanzada o equivalente. Se aconseja tener experiencia con programación en R o Python, pero no es requisito. ¡Estos programas (y todos) se aprenden utilizándolos!

3 Objetivos y competencias del curso

El objetivo de este curso es introducir a los alumnos a un conjunto de herramientas estadísticas, matemáticas, y computacionales para abordar problemas de gran cantidad/tipos/calidad de datos (“large n”), y cantidad de variables (“large p”). Problemas de predicción e inferencia, con especial énfasis en inferencia causal, atravesarán transversalmente al curso. Se buscará también familiarizar a los alumnos con la literatura reciente que utiliza estas herramientas.

Competencias

- Comprender las técnicas provenientes de la ciencia de datos, la ciencia computacional, y la estadística desde una visión de economistas
- Ser capaz de contrastar distintas técnicas econométricas y su conveniencia para contestar preguntas económicas y sociales.
- Desarrollar habilidades técnicas para el manejo cuantitativo de datos que surgen de distintas fuentes: texto, geoespaciales, encuestas, paginas web, etc.
- Desarrollar la capacidad manejar, analizar y sintetizar bases de datos con gran numero de observaciones y variables para generar conclusiones y recomendaciones sobre preguntas relevantes a las ciencias sociales.
- Aprender a manejar con fluidez distintas herramientas computacionales.
- Capacidad de analizar críticamente los datos presentados, ya sean provenientes de textos académicos o de los ejercicios presentados en el cursado
- Trabajar y resolver situaciones en grupo
- Habilidad de exponer y defender (en forma escrita y oral) el trabajo realizado

4 Organización del curso

4.1 Temario y Organización (sujeto a cambios)

- Introducción al Aprendizaje Estadístico: Predecir, explicar. Causalidad y predicción. Aprendizaje supervisado y no supervisado.
- Regresión lineal. MCO. Propiedades numéricas. Teorema FWL. Sobreajuste. Métodos de resampleo y validación cruzada. Optimización. Máxima verosimilitud. Modelos lineales, linealizables, y no lineales. Vecinos cercanos. Obtención de datos de la web: scraping y APIs.
- Datos espaciales. Modelado de dependencia espacial, métodos no paramétricos y econometría espacial.
- Selección de modelos y regularización. Lasso y Ridge. Aplicaciones en inferencia causal.
- Clasificación. Análisis discriminante. Clasificador de Bayes. Regresión logística. Aprendizaje no Balanceado.
- Árboles de decisión (CARTs). Bosques, Bagging, y Boosting. XGBoost, LightGBM, y SuperLearners. Aplicaciones en inferencia causal.

- Texto como datos y aprendizaje no supervisado. Clustering, Modelos de categorización de tópicos. Word Embeddings.
- Introducción a aprendizaje profundo. Redes neuronales. Imágenes como datos.

5 Metodología

La metodología del curso combina clases virtuales, talleres, y un proyecto final. La participación de los estudiantes es fundamental para sacar el mayor provecho del curso. La virtualidad impone nuevos desafíos y es importante mantenerse conectados para crear las sinergias que surgen de las interacciones humanas. A su vez, los estudiantes realizarán trabajos prácticos grupales para evaluar su aprendizaje.

El producto final de este curso es proyecto implementando los conceptos y herramientas aprendidas a un problema concreto. El proyecto puede estar orientado a la investigación o a la industria dependiendo los intereses del alumno

6 Criterios de evaluación

Table 1: Puntajes

	Puntaje Individual	Puntaje Total
Participación		10%
Talleres	20%	60%
Trabajo Final		30%
Propuesta de Trabajo	10%	
Entrega Final	20%	
Total		100%

- Participación. La misma no contempla solamente la asistencia y su participación en clases, sino también se espera que los estudiantes prendan la cámara. No prender la cámara reducirá su nota de participación. La participación también es importante fuera de clases. Una vez registrados en el curso los estudiantes recibirán invitación al canal de Slack. Parte de la nota de participación será juzgada en función a las interacciones y contribuciones en el canal de Slack.
- Talleres. Los estudiantes realizarán 3 trabajos prácticos grupales para evaluar su aprendizaje. Los grupos no podrán superar los 3 miembros. Los talleres serán entregados en bloque neón y deberán contar con un repositorio en GitHub. Se espera que todos los miembros hagan contribuciones significativas al repositorio del taller. La calificación del taller se verá reducida en un punto si no hay evidencia de contribución de todos los miembros.

- Trabajo final. La actividad estará dividida en 2 entregas. En la primera, los grupos entregarán una propuesta escrita donde se presenta la idea y cómo planean llevarla a cabo. En la segunda entrega se expondrán los avances y resultados que consolida todo el trabajo. Este trabajo también deberá contar con un repositorio en GitHub que evidencie la contribución de todos los miembros. La calificación se verá reducida en un punto si no se evidencia la contribución de todos los miembros.

Sistema de aproximación de notas definitiva

Las calificaciones definitivas de las materias serán numéricas de uno cinco (1,50) a cinco (5,00), en unidades, décimas y centésimas. La calificación aprobatoria mínima será de tres (3,0). En este curso se aproximará la nota a la centésima más cercana. Por ejemplo, si el cálculo del cómputo es 3.245, la nota final se aproximará a 3.25; si el resultado del cálculo es 2.994 la nota final será de 2.99

Excusas

Los estudiantes que no presenten las actividades y evaluaciones del curso en la fecha establecida previamente recibirán una calificación de cero (0), a menos que justifiquen su ausencia ante el profesor dentro de un término no superior a ocho (8) días hábiles. Para excusas validas ver Artículo 45 del [Reglamento General de Estudiantes de Maestría](#)

7 Reclamos y fraude académico

Según los Artículos 62, 63 y 64 del [Reglamento General de Estudiantes de Maestría](#) el estudiante tendrá cuatro días hábiles después de la entrega de la evaluación calificada para presentar un reclamo. El profesor magistral responderá al reclamo en los cinco días hábiles siguientes. Si el estudiante considera que la respuesta no concuerda con los criterios de evaluación, podrá solicitar un segundo calificador al Consejo de la Facultad de Economía dentro de los cuatro días hábiles siguientes a la recepción de la decisión del profesor.

Fraude académico

Las conductas que se consideran fraude académico se encuentran en el artículo 4 del [Régimen Disciplinario](#).

8 Virtualidad

Debido a la coyuntura actual de la pandemia las clases del curso serán virtuales. En el curso tendremos las siguientes pautas respecto a la virtualidad. Estas pautas buscan promover el respeto, la construcción de comunidad y la conexión humana entre estudiantes y profesores.

- Las clases se llevarán a cabo en Zoom.
- Las clases virtuales serán sincrónicas.
- Los estudiantes deben tener el micrófono en silencio. Para participar en clase por favor levantar la mano antes.
- Los estudiantes pueden usar libremente el chat.
- Prender la cámara durante clase es obligatorio. Si en alguna sesión el estudiante no puede usar la cámara, deberá escribir un correo a sus profesores explicando por qué no pudo prender la cámara y qué está haciendo para solucionar la situación.
- Grabaremos las clases donde el profesor magistral presente material que después será evaluado. La grabación de la sesión se publicará en la página del curso.

9 Políticas de bienestar

Ajustes razonables

Se entiende por ajustes razonables todas "las modificaciones y adaptaciones necesarias y adecuadas que no impongan una carga desproporcionada o indebida, cuando se requieran en un caso particular, para garantizar a las personas con discapacidad el goce o ejercicio, en igualdad de condiciones con las demás, de todos los derechos humanos y libertades fundamentales" Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad, art. 2.

Si requiere ajustes razonables, lo invitamos a buscar asesoría y apoyo en la Coordinación de su programa o en la Decanatura de Estudiantes.

Más información [aquí](#).

Momentos difíciles

Siéntase en libertad de hablar con su profesor si sus circunstancias personales transitorias constituyen un obstáculo para su aprendizaje. En estos casos es responsabilidad del estudiante dar información completa y oportuna al equipo pedagógico para que se evalúe si procede algún ajuste.

Más información [aquí](#).

Cláusula de respeto por la diversidad

Todos debemos respetar los derechos de quienes integran esta comunidad académica. Consideramos inaceptable cualquier situación de acoso, acoso sexual, discriminación, matoneo, o amenaza. Cualquier persona que se sienta víctima de estas conductas puede denunciar su ocurrencia y buscar orientación o apoyo ante alguna de las siguientes instancias: el equipo pedagógico del curso, la Coordinación o la Dirección del programa, la Decanatura de Estudiantes, la Ombudsperson o

el Comité MAAD. Si requiere más información sobre el protocolo MAAD establecido para estos casos, puede acudir a Nancy García (n.garcia@uniandes.edu.co) en la Facultad de Economía. Más información sobre el protocolo MAAD: <https://agora.uniandes.edu.co/wp-content/uploads/2020/09/ruta-maad.pdf>.

10 Bibliografía (sujeta a cambios)

- Albouy, D., Christensen, P., & Sarmiento-Barbieri, I. (2020). Unlocking amenities: Estimating public good complementarity. *Journal of Public Economics*, 182, 104110.
- Anselin, L. (1982). A note on small sample properties of estimators in a first-order spatial autoregressive model. *Environment and Planning A*, 14(8), 1023-1030.
- Anselin, Luc, & Anil K Bera. 1998. "Spatial Dependence in Linear Regression Models with an Introduction to Spatial Econometrics." *Statistics Textbooks and Monographs* 155. MARCEL DEKKER AG: 237–90.
- Arbia, G. (2014). *A primer for spatial econometrics with applications in R*. Palgrave Macmillan.
- Ash, E., Chen, D. L., & Ornaghi, A. (2020). *Stereotypes in High-Stakes Decisions: Evidence from US Circuit Courts* (No. 1256). University of Warwick, Department of Economics.
- Aston Zhang, Zachary C. Lipton, Mu Li, and Alexander J. Smola (2020) *Dive into Deep Learning*. Release 0.15.1.
- Athey, S., & Imbens, G. (2016). Recursive partitioning for heterogeneous causal effects. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(27), 7353-7360.
- Athey, S., & Imbens, G. W. (2019). Machine learning methods that economists should know about. *Annual Review of Economics*, 11, 685-725.
- Belloni, A., Chernozhukov, V., & Hansen, C. (2014). High-dimensional methods and inference on structural and treatment effects. *Journal of Economic Perspectives*, 28(2), 29-50.
- Belloni, A., Chernozhukov, V., & Hansen, C. (2014). Inference on treatment effects after selection among high-dimensional controls. *The Review of Economic Studies*, 81(2), 608-650.
- Bivand, R. S., & Pebesma, E. J. (2020). *Spatial Data Science* (Chapter 8)
- Bivand, R. S., Gómez-Rubio, V., & Pebesma, E. J. (2008). *Applied spatial data analysis with R* (Vol. 747248717, pp. 237-268). New York: Springer.
- Blei, D. M., Ng, A. Y., & Jordan, M. I. (2003). Latent dirichlet allocation. *Journal of machine Learning research*, 3(Jan), 993-1022.

- Blumenstock, J., Cadamuro, G., & On, R. (2015). Predicting poverty and wealth from mobile phone metadata. *Science*, 350(6264), 1073-1076.
- Bolukbasi, T., Chang, K. W., Zou, J. Y., Saligrama, V., & Kalai, A. T. (2016). Man is to computer programmer as woman is to homemaker? debiasing word embeddings. In *Advances in neural information processing systems* (pp. 4349-4357).
- Breiman, L. (2001). "Random Forests". In: *Machine Learning*. ISSN: 1098-6596. DOI: 10.1017/CBO9781107415324.004. eprint: arXiv:1011.1669v3.
- Carneiro, A., Guimarães, P., & Portugal, P. (2012). Real Wages and the Business Cycle: Accounting for Worker, Firm, and Job Title Heterogeneity. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 4 (2): 133-52.
- Casella, G. (1985). An introduction to empirical Bayes data analysis. *The American Statistician*, 39(2), 83-87.
- Casella, G., & Berger, R. L. (2002). *Statistical inference* (Vol. 2, pp. 337-472). Pacific Grove, CA: Duxbury.
- Charpentier, Arthur (2018). *Classification from scratch, boosting*.
- Chen, T., & Guestrin, C. (2016, August). Xgboost: A scalable tree boosting system. In *Proceedings of the 22nd acm sigkdd international conference on knowledge discovery and data mining* (pp. 785-794).
- Chen, T., He, T., & Benesty, M. (2018). *XGBoost Documentation*.
- Chernozhukov, V., Hansen, C., & Spindler, M (2016). hdm: High-Dimensional Metrics R Journal, 8(2), 185-199.
- Chetty, R., & Hendren, N. (2018). The impacts of neighborhoods on intergenerational mobility II: County-level estimates. *The Quarterly Journal of Economics*, 133(3), 1163-1228.
- Christensen, P., Sarmiento-Barbieri, I., Timmins C. (2020). *Housing Discrimination and the Pollution Exposure Gap in the United States*. NBER WP No. 26805
- Clark, M (2018). *An Introduction to Text Processing and Analysis with R.Rstudio* (2020). Tutorial TensorFlow
- Constantine, P. G., & Gleich, D. F. (2011, June). Tall and skinny QR factorizations in MapReduce architectures. In *Proceedings of the second international workshop on MapReduce and its applications* (pp. 43-50).
- Davidson, R., & MacKinnon, J. G. (2004). *Econometric theory and methods* (Vol. 5). New York: Oxford University Press.

- Dean, J., & Ghemawat, S. (2004). MapReduce: Simplified data processing on large clusters.
- Efron, B., & Hastie, T. (2016). Computer age statistical inference (Vol. 5). Cambridge University Press.
- Einav, Liran, and Jonathan D. Levin. The data revolution and economic analysis. No. w19035. National Bureau of Economic Research, 2013.
- Friedman, J., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2001). The elements of statistical learning (Vol. 1, No. 10). New York: Springer series in statistics.
- Gentzkow, M., & Shapiro, J. M. (2010). What drives media slant? Evidence from US daily newspapers. *Econometrica*, 78(1), 35-71.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A., & Bengio, Y. (2016). Deep learning (Vol. 1, No. 2). Cambridge: MIT press.
- Green, D. P., & Kern, H. L. (2012). Modeling heterogeneous treatment effects in survey experiments with Bayesian additive regression trees. *Public opinion quarterly*, 76(3), 491-511.
- Greene, W. H. (2003). *Econometric analysis fifth edition*. New Jersey: Prentice Hall.
- Gu, J., & Koenker, R. (2017). Empirical Bayesball remixed: Empirical Bayes methods for longitudinal data. *Journal of Applied Econometrics*, 32(3), 575-599.
- Hayashi, F. (2000). *Econometrics*. 2000. Princeton University Press. Section, 1, 60-69.
- James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2013). *An introduction to statistical learning* (Vol. 112, p. 18). New York: Springer.
- Kasy M. (2019). Trees, forests, and causal trees. Mimeo.
- Koenker, R. (2013) Economics 508: Lecture 4. Model Selection and Fishing for Significance. Mimeo
- Kohavi, R. (1995). A study of cross-validation and bootstrap for accuracy estimation and model selection. In *Ijcai* (Vol. 14, No. 2, pp. 1137-1145).
- Kuhn, M. (2012). The caret package. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Lee, K., & Braithwaite, J. (2020). High-Resolution Poverty Maps in Sub-Saharan Africa. arXiv preprint arXiv:2009.00544.
- Leo Breiman. Statistical modeling: The two cultures (with comments and a rejoinder by the author). *Statistical Science*, 16(3):199–231, 2001b.

- Lovelace, R., Nowosad, J., & Muenchow, J. (2019). *Geocomputation with R*. CRC Press. (Chapters 2 & 6)
- Lundberg, I (2017). Causal forests. A tutorial in high dimensional causal inference. Mimeo
- McMillen, D., Sarmiento-Barbieri, I., & Singh, R. (2019). Do more eyes on the street reduce Crime? Evidence from Chicagos safe passage program. *Journal of urban economics*, 110, 1-25.
- Mullainathan, S. and Spiess, J., 2017. Machine learning: an applied econometric approach. *Journal of Economic Perspectives*, 31(2), pp.87-106.
- Murphy, K. P. (2012). *Machine learning: a probabilistic perspective*. MIT press.
- Robinson, D. (2017). *Introduction to Empirical Bayes: Examples from Baseball Statistics*. 2017.
- Rstudio (2020). Tutorial TensorFlow
- Ruud, P. A. (2000). *An introduction to classical econometric theory*. OUP Catalogue
- Sarmiento-Barbieri, I. (2016). *An Introduction to Spatial Econometrics in R*.
- Sosa Escudero, W. (2019). *Big Data*. Siglo Veintiuno Editores
- Taddy, M. (2019). *Business data science: Combining machine learning and economics to optimize, automate, and accelerate business decisions*. McGraw Hill Professional.
- Tobler, WR. 1979. "Cellular Geography." In *Philosophy in Geography*, 379–86. Springer.
- Van Loan, C. F., Golub, G. H. (2012). *Matrix Computations*. United States: Johns Hopkins University Press.
- Varian, Hal R. Big Data: New Tricks for Econometrics. *Journal of Economic Perspectives* 28, no. 2 (2014): 3-28.
- Voigt, R., Camp, N. P., Prabhakaran, V., Hamilton, W. L., Hetey, R. C., Griffiths, C. M., ... & Eberhardt, J. L. (2017). Language from police body camera footage shows racial disparities in officer respect. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(25), 6521-6526.
- Wasser, L. *GIS With R: Projected vs Geographic Coordinate Reference Systems* Last Access September 10, 2020
- Zou, H. & Hastie, T. (2005). Regularization and variable selection via the elastic net. *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*.67: pp. 301–320