

1. Nombre de la materia:	
Análisis de Datos en Neurociencias.	
2. Docente responsable:	
a- Nombre y Apellido: Noel Federman (ITBA/CONICET) b- Máximo título alcanzado: Doctora c- Correo electrónico: mnfederman@itba.edu.ar	
3. Equipo docente:	
Auxiliar docente: Licenciada Carla Concilio (IBIOBA/CONICET) Docentes invitados: Dr. Joaquín Rapela (Gatsby Computational Neuroscience Unit, Sainsbury Wellcome Centre, United Kingdom) Dr. Ing. Sebastián Martínez (ITBA/CONICET) Dr. Caroline Haimerl (Champalimaud Foundation, Portugal) Bioing. Pedro Benedetti (ITBA/INCyT/CONICET) Dr. Ing. Carlos Bibian (ITBA)	
4. Fechas:	
Inicio: 07/8/2026	Finalización: 27/11/2026
5. Lugar de cursada:	
Sede Rectorado – Modalidad Presencial.	
6. Días y horarios de cursada:	
Viernes de 13 a 16 h.	
7. Presentación de la materia:	
La neurociencia moderna ha experimentado una transformación profunda impulsada por el crecimiento exponencial en la cantidad y complejidad de los datos experimentales. Hoy es posible registrar simultáneamente la actividad de miles de neuronas en múltiples regiones cerebrales mientras los animales realizan comportamientos complejos, generando nuevos desafíos para comprender el funcionamiento del cerebro. Este cambio ha situado a las ciencias de datos en un rol central dentro de la investigación en neurociencias, creando la necesidad de profesionales capaces de integrar herramientas computacionales con preguntas biológicas. En este contexto, esta materia propone una introducción a las neurociencias y al análisis de datos neuronales y comportamentales. Dirigida a estudiantes de doctorado, maestría e investigadores en formación provenientes de las ingenierías, las ciencias exactas y disciplinas afines. No se requieren conocimientos previos específicos en neurociencias. La materia integra conceptos de neurociencia de sistemas con herramientas modernas de ciencia de datos y modelado computacional para comprender cómo la actividad cerebral da lugar al comportamiento. A lo largo del curso, los estudiantes adquirirán una base conceptual sobre la actividad neuronal, la organización de los circuitos cerebrales y su relación con el comportamiento, desarrollando habilidades para explorar e interpretar registros neuronales y comportamentales, identificar variables relevantes, reconocer patrones de actividad, formular preguntas biológicas y construir modelos capaces de responderlas mediante enfoques cuantitativos.	



El abordaje combina clases teóricas con actividades prácticas, adquisición de datos de actividad neuronal, simulaciones computacionales, análisis de artículos científicos y proyectos de investigación basados en conjuntos de datos neurobiológicos de distinta escala y complejidad. La materia busca ofrecer una experiencia formativa que funcione como puente entre la neurociencia y la ciencia de datos, promoviendo el pensamiento crítico y el desarrollo de herramientas para abordar problemas contemporáneos de la neurociencia cuantitativa mediante estrategias modernas de análisis y modelado de datos.

8. Requisitos de admisibilidad:

Se espera que los estudiantes posean formación universitaria en ingenierías, ciencias exactas, ciencias de la vida y disciplinas afines.

9. Duración en hs.

- a- Horas teóricas: 30
- b- Horas prácticas: 21
- c- Horas totales: 51

10. Idioma del dictado:

Castellano.

11. ¿Podría dictarse una versión en idioma inglés?:

Sí.

12. Objetivos de aprendizaje:

- 1- Adquirir herramientas conceptuales y computacionales para explorar, analizar e interpretar datos neuronales y comportamentales.
- 2- Comprender los principios de la neurociencia de sistemas e integrarlos con herramientas modernas de ciencia de datos para el estudio de la actividad cerebral y el comportamiento.
- 3- Formular preguntas biológicas y seleccionar estrategias de análisis y modelado adecuadas para responderlas a partir de datos neurobiológicos.

13. Contenidos:

Unidad 1. Fundamentos de la actividad neuronal
 Nociones básicas de la neurona. Potencial eléctrico de membrana. Equilibrio de Nernst. Ecuación de Goldman-Hodgkin-Katz. Análogo eléctrico de la membrana.
 Propiedades pasivas. Canales iónicos y canales dependientes de voltaje.
 Potencial de acción: sitio de inicio, umbral, propagación y mecanismos celulares.
 Complejidad y diversidad neuronal. Polaridad neuronal. Árboles dendríticos.
 Constantes de tiempo y espacio. Integración de información y sumación espacial y temporal.

Unidad 2. Comunicación neuronal y circuitos neuronales
 Sinapsis eléctricas y químicas. Mecanismos de liberación de neurotransmisores.
 Sinapsis excitatorias e inhibitorias. Neurotransmisores clásicos (glutamato, GABA, acetilcolina, dopamina y serotonina). Plasticidad neuronal y sináptica.
 Plasticidad pre- y postsináptica. Adaptación neuronal. Potenciación a largo plazo (LTP). Organización de circuitos y microcircuitos neuronales. Excitación e inhibición. Motivos circuitales. Loops recurrentes. Procesamiento paralelo.
 Expansión de dimensionalidad y principios de organización funcional de los circuitos.

Unidad 3. Circuitos neuronales y comportamiento

Principios de organización de los sistemas sensoriales. Circuitos del sistema visual y del sistema olfatorio como ejemplos de procesamiento de información.

Codificación sensorial. Circuitos involucrados en aprendizaje y memoria.

Organización funcional del hipocampo y su interacción con otras regiones cerebrales. Transformación de representaciones neuronales en comportamiento.

Unidad 4. Métodos de adquisición y manipulación de la actividad neuronal principios y evolución de las metodologías de adquisición de actividad neuronal.

Electrofisiología intracelular (patch-clamp y voltage-clamp) y extracelular.

Registros de potenciales de campo local (LFP), actividad de neurona única y poblacional, calcium imaging, voltage imaging, miniscopes, fiber photometry y EEG. Neurotecnologías para la adquisición de grandes volúmenes de datos neuronales. Introducción a herramientas para la manipulación de la actividad neuronal in vivo, incluyendo optogenética y quimiogenética. Integración de adquisición, procesamiento de señales, decodificación y control: interfaces cerebro-computadora. Biocomputadoras.

Unidad 5. Métodos cuantitativos para el análisis y modelado de datos neurobiológicos

Flujo de trabajo para el análisis de datos neurobiológicos: exploración, visualización y preprocesamiento de datos neuronales y comportamentales.

Análisis de registros electrofisiológicos de neurona única, potenciales de campo local (LFP) y EEG. Spike sorting. Caracterización de la actividad neuronal mediante tasas de disparo, autocorrelogramas, correlogramas cruzados y análisis poblacional. Análisis de series temporales aplicado a datos neuronales y comportamentales. Modelado de LFP y aplicaciones de teoría de control en neurociencias. Introducción a modelos estadísticos interpretables para inferir cómo la actividad neuronal representa estímulos, estados internos y decisiones.

Principios de encoding y decoding neuronal. Visualización, interpretación y comunicación de resultados.

14. Trabajo de laboratorio:

Se realizará un trabajo práctico de adquisición de datos neuronales mediante dispositivos de registro. Se busca que los estudiantes se familiaricen con técnicas utilizadas en laboratorios de investigación para la obtención de datos de actividad neuronal y comprendan las etapas iniciales que preceden a su análisis e interpretación.

15. Metodología de enseñanza:

La materia se desarrollará mediante una combinación de clases teóricas, actividades prácticas, laboratorio, análisis de literatura científica y desarrollo de un proyecto integrador. La estrategia didáctica está orientada al aprendizaje activo, promoviendo que los estudiantes integren conceptos de neurociencias con herramientas de análisis de datos a través de situaciones similares a las que enfrentan en la investigación científica.

Las clases teóricas proporcionarán los fundamentos biológicos, computacionales y metodológicos necesarios para comprender la organización de los circuitos neuronales, las técnicas de adquisición de datos y los principales enfoques de análisis y modelado. Estos contenidos se complementarán con trabajos prácticos basados en simulaciones computacionales, análisis de conjuntos de datos reales y actividades de laboratorio que permitan relacionar los conceptos teóricos con aplicaciones experimentales.

El aprendizaje se consolidará mediante la discusión crítica de artículos científicos actuales y el desarrollo de un proyecto grupal de investigación, en el cual los estudiantes deberán formular una pregunta biológica, seleccionar herramientas de análisis apropiadas, implementar los análisis en Google Colab e interpretar los resultados obtenidos. Durante todo el curso el equipo docente acompañará el proceso mediante clases de consulta, seguimiento del proyecto y retroalimentación continua. Asimismo, se promoverán buenas prácticas de análisis reproducible, documentación de código y comunicación clara de resultados científicos.

Actividades:

Actividad 1. Simulación computacional de la actividad neuronal

Modalidad: Práctica presencial.

Duración y organización: Tres trabajos prácticos distribuidos durante el primer tramo de la materia.

Propuesta: Trabajo individual con instancias de discusión grupal.

Descripción: Los estudiantes utilizarán páginas de simulación interactivas para explorar modelos computacionales de neuronas y comprender los mecanismos biológicos que subyacen a la generación de potenciales de acción y al procesamiento neuronal.

Metodología, seguimiento y evaluación: Los docentes acompañarán el desarrollo de las actividades durante la clase y realizarán devoluciones sobre los informes entregados.

Rol docente: Introducir los conceptos, orientar la resolución de las actividades y facilitar la integración entre los modelos computacionales y los fenómenos biológicos.

Actividad 2. Laboratorio de adquisición de datos neuronales Modalidad: Laboratorio presencial.

Duración y organización: Un trabajo práctico.

Propuesta: Trabajo en grupos.

Descripción: Los estudiantes realizarán registros de actividad neuronal utilizando dispositivos de adquisición, familiarizándose con las etapas experimentales que preceden al análisis de datos.

Metodología, seguimiento y evaluación: Los docentes supervisarán el uso del equipamiento y la correcta adquisición de los registros, que posteriormente serán utilizados para actividades de análisis.

Rol docente: Guiar la actividad experimental, supervisar el uso del equipamiento y contextualizar las técnicas utilizadas en investigación.

Actividad 3. Discusión de artículos científicos

Modalidad: Teórico-práctica presencial.

Duración y organización: Cuatro encuentros.

Propuesta: Discusión grupal.

Descripción: Se analizarán artículos científicos recientes y de alto impacto relacionados con neurociencia de sistemas y análisis cuantitativo de datos. La discusión de estos trabajos permitirá ejercitar e integrar los conceptos desarrollados en las clases teóricas, así como generar un espacio para el intercambio de ideas, la formulación de preguntas y la resolución de dudas.

Metodología, seguimiento y evaluación: Los estudiantes prepararán previamente los trabajos asignados y participarán en la presentación oral del mismo y discusiones guiadas por el equipo docente.

Rol docente: Moderar la discusión, promover el pensamiento crítico, relacionar los trabajos con los contenidos de la materia y acompañar la integración de los conceptos teóricos mediante la resolución de consultas y el intercambio con los estudiantes.

Actividad 4. Proyecto integrador de investigación

Modalidad: Práctica presencial.

Duración y organización: Tres clases consecutivas.

Propuesta: Trabajo grupal.

Descripción: Los estudiantes formularán una pregunta biológica, seleccionarán un conjunto de datos neurobiológicos y desarrollarán un pipeline reproducible de análisis en Google Colab. Deberán aplicar una o más de las metodologías de análisis y/o modelado abordadas durante la materia para responder la pregunta planteada, interpretar los resultados obtenidos y presentar sus conclusiones.

Metodología, seguimiento y evaluación: El proyecto será acompañado mediante tutorías durante su desarrollo. La evaluación contemplará el planteo de la pregunta, la selección e implementación de las metodologías de análisis apropiadas, los scripts desarrollados, la interpretación de los resultados y la presentación oral final.

Rol docente: Actuar como tutor del proyecto, orientar las decisiones metodológicas y brindar retroalimentación continua.

16. Bibliografía obligatoria:

- * Principles of Neural Science. Eric R. Kandel, John D. Koester, Sarah H. Mack, Steven A. Siegelbaum. Sixth edition. Ed. Mc Graw Hill. ISBN 9781259642234.
- * Luo L. Architectures of neuronal circuits. Science. 2021 Sep 3;373(6559):eabg7285. doi: 10.1126/science.abg7285.
- * Carew TJ. Behavioural neurobiology: The cellular organization of natural behavior. Año de edición: 2000. Editorial: Sinauer Asociados, Editorial Sunderland, Massachussets, USA.
- * Kass RE, Eden UT, Brown EN. Analysis of Neural Data. Springer Series in Statistics. Springer, 2014
- * Artículo a discutir 1: Pimentel D, Donlea JM, Talbot CB, Song SM, Thurston AJF, Miesenböck G. Operation of a homeostatic sleep switch. Nature. 2016 Aug 18;536(7616):333–337. doi: 10.1038/nature19055.
- * Artículo a discutir 2: Baier F, Reinhard K, Nuttin B, Sans-Dublanc A, Liu C, Tong V, Murmann JS, Wierda K, Farrow K, Hoekstra HE. The neural basis of species-specific defensive behaviour in Peromyscus mice. Nature. 2025 Sep;645(8080):439–447. doi: 10.1038/s41586-025-09241-2.
- * Artículo a discutir 3: Federman N, Romano SA, Amigo-Duran M, Salomon L, Marin-Burgin A. Acquisition of non-olfactory encoding improves odour discrimination in olfactory cortex. Nat Commun. 2024 Jul 2;15(1):5572. doi: 10.1038/s41467-024-49897-4.

17. Bibliografía complementaria:

- * From Neuron to Brain (5th ed.). Nicholls, J. G., Martin, A. R., Fuchs, P. A., Brown, D. A., Diamond, M. E., & Weisblat, D. A. (2012). Sinauer Associates.
- * Bishop, C.M. (2016). Pattern recognition and machine learning. Springer-Verlag New York.
- * Quián Quiroga R, Panzeri S. Extracting information from neuronal populations: information theory and decoding approaches. Nat Rev Neurosci. 2009 Mar;10(3):173–8
- * C. Stringer y M. Pachitariu. Analysis methods for large-scale neuronal recordings. Science, vol. 386, n.o 6722, p. eadp7429, nov. 2024, doi: 10.1126/science.adp7429.
- * Martinez, Sebastian, R. S. Sanchez-Peña, and García-Violini, Demián. Robust nonlinear control for synchronising and regulating neural activity. Journal of Electronics and Electrical Engineering, 2025.

18. Recursos didácticos para la enseñanza:

- Presentaciones elaboradas por el equipo docente para las clases teóricas.
 - Google Colab (notebooks interactivos desarrollados por el equipo docente) para simulaciones computacionales, análisis de datos y desarrollo inicial del proyecto final.
 - Conjuntos de datos neurobiológicos (electrofisiología, LFP, EEG, comportamiento y otros registros neuronales) para las actividades prácticas y los proyectos de investigación.
 - Dispositivo de registro neuronal de Backyard Brains para las actividades de laboratorio y adquisición de datos.
 - Páginas web y plataformas de simulación de actividad neuronal y circuitos neuronales.
 - Artículos científicos seleccionados para su análisis y discusión en clase.
 - Aula equipada con computadora, proyector, conexión a Internet y sistema de videoconferencia (Zoom) para la participación de docentes invitados internacionales.
- Todos los recursos computacionales necesarios para el desarrollo de la materia serán provistos por el equipo docente mediante Google Colab, por lo que los estudiantes no deberán realizar instalaciones locales de software.

19. Modalidad de evaluación:

La evaluación será continua e integrará instancias formativas durante el desarrollo de la materia y una instancia final integradora.

Durante el curso, los estudiantes presentarán informes escritos correspondientes a los trabajos prácticos,

cuyo propósito será evaluar la comprensión de los conceptos desarrollados, la correcta aplicación de las herramientas de análisis y la interpretación de los resultados obtenidos.

Como evaluación final, los estudiantes desarrollarán un proyecto grupal de investigación basado en el análisis de un conjunto de datos neurobiológicos. El proyecto culminará con una presentación oral y la entrega de los scripts implementados para el análisis.

Esta instancia tendrá como objetivo evaluar la capacidad para formular una pregunta biológica relevante, seleccionar e implementar metodologías de análisis apropiadas, interpretar críticamente los resultados y discutir las limitaciones metodológicas del análisis realizado, y comunicar el trabajo realizado de manera clara y fundamentada.

20. Requisitos de aprobación:

Para aprobar la materia será requisito:

- Aprobar la totalidad de los informes correspondientes a los trabajos prácticos.
- Aprobar la presentación oral del proyecto grupal final.
- Entregar los scripts desarrollados para el análisis de datos, correctamente documentados y funcionales.

La evaluación considerará la comprensión de los conceptos teóricos, la correcta implementación de las metodologías de análisis, la interpretación biológica de los resultados, la calidad del código desarrollado y la claridad de la comunicación oral y escrita.