



DOCTORADO

Programa Analítico de Materia:

1. Nombre de la materia:

Neurociencia del sueño y neurotecnología: teoría, intervención y experiencia en el laboratorio

2. Presentación de la materia:

Este curso de posgrado aborda la neurociencia del sueño desde una perspectiva aplicada, con énfasis en el desarrollo y uso de tecnologías emergentes para la monitorización, estimulación e intervención en tiempo real del sueño. A lo largo de las unidades, se explorarán conceptos como estimulación acústica de lazo cerrado, reactivación dirigida de la memoria (TMR) durante el sueño, incubación de sueños en hipnagogia, e inducción de estados oníricos conscientes, integrando conocimientos de la neurociencia básica, la ingeniería biomédica y la psicología cognitiva. El curso incluye instancias prácticas en laboratorio, orientadas al diseño y prueba de protocolos de estimulación y registro EEG, análisis de datos experimentales, promoviendo una formación sólida e interdisciplinaria en neurotecnologías del sueño.

3. Docente responsable:

Nombre y Apellido: Forcato Cecilia.
Máximo título alcanzado: Doctora UBA - Área: Ciencias Biológicas



4. Equipo Docente:

- Dra. Cecilia Forcato
- Dr. Carlos Bibián Noguerras
- Dra. Julia Carbone

Docente Invitado:

- Dr. Ariel Dottori

Ayudantes de Laboratorio

- Lic. Nerea Herrero
- Lic. Candela Leon
- Bioing. Lucila Capurro



5. Requisitos de admisibilidad a la materia:

La materia está dirigida a graduados de Biología, Psicología, Bioingeniería, Ingeniería Informática, Medicina, Biotecnología y carreras afines. Se recomienda (pero no es requisito) tener conocimientos previos en neurociencias, psicología cognitiva y/o ingeniería biomédica.



6. Duración en horas:

Horas teóricas: 24

Horas prácticas: 19

Horas totales: 43

Separadas en 3 horas semanales durante 3 meses. Las 2 prácticas de laboratorio tienen una duración de 4.5 horas cada una.

7. Idioma del dictado:

Castellano.

8. ¿Podría dictarse una versión en idioma inglés?

No.

9. Objetivos de aprendizaje:

1. Conocer los avances en la investigación neurocientífica del sueño y su relación con los procesos de memoria, la generación de contenido onírico y los distintos estados fisiológicos y alterados de consciencia que ocurren durante el sueño.
2. Comprender las tecnologías e intervenciones utilizadas para modular el sueño humano con diversos fines, como la mejora cognitiva, el tratamiento de pesadillas, la comunicación con soñantes en tiempo real, y la inducción o modificación del contenido onírico.
3. Adentrarse en la experimentación en neurociencia del sueño mediante la realización de protocolos de reactivación de memorias e incubación de sueños en contexto de laboratorio, incorporando herramientas para el análisis e interpretación de señales de EEG registradas durante el sueño.



10. Contenidos:

- Unidad 1. Sueño, Memoria y Neurotecnologías. Nociones generales de sueño. Rol funcional de las ondas lentas. Modulación de las ondas lentas, husos de sueño y actividad oscilatoria theta. Estimulación acústica de lazo cerrado, tecnologías disponibles, principios de funcionamiento e impacto en la salud. Diálogo hipocampo-tálamo-corteza durante el sueño. La paradoja del sueño: consolidación de memorias versus olvido adaptativo. Reactivación Dirigida de Memorias (TMR) en sueño NREM y REM: mecanismos, momentos óptimos y controversias. ¿Quién lidera la reactivación: corteza o hipocampo? Revisión de dispositivos comerciales actuales, ensayos experimentales asociados a su uso. Práctica de laboratorio con TMR durante sueño profundo.





- Unidad 2. Estructura del sueño. Distinción visual de las fases del sueño NMOR (ligero y profundo) y MOR a partir de registros polisomnográficos, con el objetivo de familiarizarse con los patrones característicos de cada etapa antes del práctico de laboratorio, y así poder realizar adecuadamente la reactivación dirigida de memorias durante el sueño profundo. Scoring del sueño. Introducción a los métodos clásicos de scoring en humanos. Colocación teórica de electrodos EEG, EMG y EOG. Práctica breve de scoring manual de las fases del sueño. Diseño experimental en estudios de sueño y memoria. Buenas prácticas en el diseño experimental: principios fundamentales, manejo de variables, controles y estrategias de aleatorización. Higiene del sueño. Definición y fundamentos. El monitoreo y control de la higiene del sueño como variable crítica en investigaciones experimentales y clínicas. Recomendaciones prácticas para el trabajo en laboratorio y entornos clínicos.
- Unidad 3. Neurociencia del contenido onírico. Incubación de sueños. Fundamentos cognitivos de la incubación de sueño y sus aplicaciones actuales en creatividad, aprendizaje y resolución de problemas. Investigación de sueños lúcidos desde una perspectiva neurofisiológica, métodos de inducción validados y tecnologías disponibles para favorecer ocurrencia y monitoreo. El sueño como un espacio clínicamente relevante para la expresión y modulación de la actividad cerebral y la salud mental, con especial énfasis en el estudio de las pesadillas. Pesadillas crónicas y trastorno de estrés posttraumático (PTSD), depresión y ansiedad. Estrategias terapéuticas dirigidas e intervención del contenido onírico. Imagery Rehearsal Therapy, entrenamiento en sueños lúcidos y desarrollos recientes en tecnologías interactivas de modulación onírica. Práctica de incubación de contenido onírico en sueño ligero en el laboratorio.
- Unidad 4. Análisis de registros electroencefalográficos. Filtros. Densidad Espectral de Potencia en sueño de los datos tomados en el laboratorio. Detección de ritmos cerebrales. Potenciales evocados por estimulación. Correlación entre la electrofisiología y el comportamiento.
- Unidad 5. Aspectos éticos y filosóficos. ¿Deberíamos intervenir durante el sueño? Implicancias en privacidad mental. ¿Se puede modificar el contenido onírico sin consentimiento? Límite entre intervención terapéutica y manipulación cognitiva.



11. Trabajo de laboratorio:

La materia tiene dos prácticas de laboratorio, en el Laboratorio de Sueño y Memoria del ITBA.

- Práctica 1: Reactivación de la memoria dirigida por claves durante el sueño profundo. Se realizará un experimento de reactivación de memorias específicas durante una siesta corta en el laboratorio para analizar su impacto en la consolidación.
- Práctico 2: Incubación de sueños. Los alumnos realizarán un experimento de incubación de contenido onírico en sueño ligero.

12. Metodología de enseñanza:





El curso combina clases teóricas, seminarios de discusión de literatura científica actual, y prácticas de laboratorio que incluyen intervenciones aplicadas durante el sueño, registro EEG, y análisis e interpretación de datos. Se promueve una articulación continua entre teoría, aplicación científica y experimentación en contextos reales. Además, se fomenta el trabajo colaborativo, el pensamiento crítico y el diseño de protocolos con potencial de aplicación en tecnologías y terapias humanas.

13. Bibliografía obligatoria:

- Baird, B., Tononi, G., & LaBerge, S. (2022). Lucid dreaming occurs in activated rapid eye movement sleep, not a mixture of sleep and wakefulness. *Sleep*, 45(4), zsab294. <https://doi.org/10.1093/sleep/zsab294>
- Dennett, D. (2014). *Contenido y conciencia*. Madrid: Gedisa.
- Descartes, R. (2001). *Meditaciones metafísicas*. Madrid: Alianza.
- Fehér, K. D., Wunderlin, M., Maier, J. G., Hertenstein, E., Schneider, C. L., Mikutta, C., Züst, M. A., Klöppel, S., & Nissen, C. (2021). Shaping the slow waves of sleep: A systematic and integrative review of sleep slow wave modulation in humans using non-invasive brain stimulation. *Sleep Medicine Reviews*, 58, 101438. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2021.101438>
- Haar Horowitz, A., Cunningham, T. J., Maes, P., & Stickgold, R. (2020). Dormio: A targeted dream incubation device. *Consciousness and Cognition*, 83, 102938. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2020.102938>
- Konkoly, K. R., Appel, K., Chabani, E., Mangiaruga, A., Gott, J., Mallett, R., Caughran, B., Witkowski, S., Whitmore, N. W., Mazurek, C. Y., Berent, J. B., Weber, F. D., Türker, B., Leu-Semenescu, S., Maranci, J. B., Pipa, G., Arnulf, I., Oudiette, D., Dresler, M., & Paller, K. A. (2021). Real-time dialogue between experimenters and dreamers during REM sleep. *Current Biology*, 31(7), 1417–1427.e6. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.01.026>
- Léger, D., Debellemaniere, E., Rabat, A., Bayon, V., Benchenane, K., & Chennaoui, M. (2018). Slow-wave sleep: From the cell to the clinic. *Sleep Medicine Reviews*, 41, 113–132. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2018.01.008>
- Oudiette, D., & Paller, K. A. (2013). Upgrading the sleeping brain with targeted memory reactivation. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(3), 142–149. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.01.006>
- Rasch, B., & Born, J. (2013). About sleep's role in memory. *Physiological Reviews*, 93(2), 681–766. <https://doi.org/10.1152/physrev.00032.2012>
- Scott, A. J., Webb, T. L., Martyn-St James, M., Rowse, G., & Weich, S. (2021). Improving sleep quality leads to better mental health: A meta-analysis of randomised controlled trials. *Sleep Medicine Reviews*, 60, 101556. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2021.101556>
- Sexto Empírico. (2009). *Por qué ser escéptico*. Madrid: Tecnos.
- Siclari, F., & Tononi, G. (2017). Local aspects of sleep and wakefulness. *Current Opinion in Neurobiology*, 44, 222–227. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2017.05.008>
- Tononi, G., & Cirelli, C. (2014). Sleep and the price of plasticity: From synaptic and cellular homeostasis to memory consolidation and integration. *Neuron*, 81(1), 12–34. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2013.12.025>
- Urbanová, L., Sebalo Vňuková, M., Anders, M., Ptáček, R., & Bušková, J. (2023). The updating and individualizing of sleep hygiene rules for non-clinical adult populations. *Prague Medical Report*, 124(4), 329–343. <https://doi.org/10.14712/23362936.2023.26>





- Vidal, V., Barbuza, A. R., Tassone, L. M., Brusco, L. I., Ballarini, F. M., & Forcato, C. (2022). Odor cueing during sleep improves consolidation of a history lesson in a school setting. *Scientific Reports*, 12(1), 10350. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-14588-x>
- Vidal, V., Pretel, M. R., Capurro, L., Tassone, L. M., Moyano, M. D., Malacari, R. G., Brusco, L. I., Ballarini, F. M., & Forcato, C. (2025). Short naps improve subsequent learning in a high school setting. *NPJ Science of Learning*, 10(1), 15. <https://doi.org/10.1038/s41539-025-00307-4>
- Voss, U., Holzmann, R., Tuin, I., & Hobson, J. A. (2009). Lucid dreaming: A state of consciousness with features of both waking and non-lucid dreaming. *Sleep*, 32(9), 1191–1200. <https://doi.org/10.1093/sleep/32.9.1191>
- Zhao, H., Lu, C., & Yi, C. (2023). Physical activity and sleep quality association in different populations: A meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(3), 1864. <https://doi.org/10.3390/ijerph20031864>
- Zisapel, N. (2018). New perspectives on the role of melatonin in human sleep, circadian rhythms and their regulation. *British Journal of Pharmacology*, 175(16), 3190–3199. <https://doi.org/10.1111/bph.14116>

14. Bibliografía complementaria:

- American Academy of Sleep Medicine. (2023). *The AASM manual for the scoring of sleep and associated events: Rules, terminology and technical specifications (Version 3)*. American Academy of Sleep Medicine.
- Antonenko, D., Diekelmann, S., Olsen, C., Born, J., & Mölle, M. (2013). Napping to renew learning capacity: Enhanced encoding after stimulation of sleep slow oscillations. *The European Journal of Neuroscience*, 37(7), 1142–1151. <https://doi.org/10.1111/ejn.12118>
- Arnal, L. H., Doelling, K. B., & Poeppel, D. (2015). Delta–beta coupled oscillations underlie temporal prediction accuracy. *Cerebral Cortex*, 25(9), 3077–3085. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhu103>
- Carbone, J., & Diekelmann, S. (2024). An update on recent advances in targeted memory reactivation during sleep. *NPJ Science of Learning*, 9, 31. <https://doi.org/10.1038/s41539-024-00244-8>
- Dresler, M., et al. (2012). Dream control and the functional neuroanatomy of lucid dreaming. *Current Biology*, 22(11), 1020–1025. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2012.04.041>
- Esfahani, M. J., Farboud, S., Ngo, H. V. V., Schneider, J., Weber, F. D., Talamini, L. M., & Dresler, M. (2023). Closed-loop auditory stimulation of sleep slow oscillations: Basic principles and best practices. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 153, 105379. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2023.105379>
- Forcato, C., Klinzing, J. G., Carbone, J., Radloff, M., Weber, F. D., Born, J., & Diekelmann, S. (2020). Reactivation during sleep with incomplete reminder cues rather than complete ones stabilizes long-term memory in humans. *Communications Biology*, 3(1), 733. <https://doi.org/10.1038/s42003-020-01457-4>
- Hobson, J. A. (2002). *Dreaming: An Introduction to the Science of Sleep*. Oxford University Press.
- Irish, L. A., Kline, C. E., Gunn, H. E., Buysse, D. J., & Hall, M. H. (2015). The role of sleep hygiene in promoting public health: A review of empirical evidence. *Sleep Medicine Reviews*, 22, 23–36. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2014.10.00>
- LaBerge, S. P., Nagel, L. E., Dement, W. C., & Zarcone, V. P., Jr. (1981). Lucid dreaming verified by volitional communication during REM sleep. *Perceptual and Motor Skills*, 52(3), 727–732. <https://doi.org/10.2466/pms.1981.52.3.727>





- Lacaux, C., Andrillon, T., Bastoul, C., Idir, Y., Fonteix-Galet, A., Arnulf, I., & Oudiette, D. (2021). Sleep onset is a creative sweet spot. *Science Advances*, 7(50), eabj5866. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abj5866>
- Mölle, M., Bergmann, T. O., Marshall, L., & Born, J. (2011). Fast and slow spindles during the sleep slow oscillation: Disparate coalescence and engagement in memory processing. *Sleep*, 34(10), 1411–1421.
- Rechtschaffen, A., & Kales, A. (1968). A manual of standardized terminology, techniques and scoring system for sleep stages of human subjects. Public Health Service, US Government Printing Office.
- Walker, M. (2017). *Why We Sleep: Unlocking the Power of Sleep and Dreams*. Scribne

15. Recursos didácticos para la enseñanza:

Presentaciones multimedia para acompañar las clases teóricas, con esquemas, gráficos de EEG, y diagramas de procesos fisiológicos y tecnológicos. Videos explicativos de corta duración. Simulaciones interactivas y herramientas para visualizar y analizar registros. Actividades con Kahoot! o herramientas similares para evaluar de forma lúdica y en tiempo real la comprensión de contenidos clave durante las clases. Discusión de papers científicos actuales guiada por consignas previas, con modalidad de taller, para fortalecer la lectura crítica. Foros de intercambio asincrónicos para continuar con las discusiones entre clases, subir material complementario y compartir avances. Documentos de trabajo y guías prácticas para los laboratorios, que incluyen instrucciones detalladas, espacio para observaciones y consignas de análisis.



16. Modalidad de evaluación:

Los estudiantes deberán realizar una presentación oral grupal, al finalizar la cursada, discutiendo un trabajo científico actual e integrándolo con todos los contenidos discutidos a lo largo de la cursada.

17. Requisitos de aprobación:

Tener un 75% de asistencia a las clases y aprobar el trabajo final oral. El trabajo final podrá recibir como nota: Aprobado o Desaprobado. Aquellos que desaprobeen, tendrán una instancia de recuperatorio la semana siguiente a la presentación oral.

