

## Aspectos generales

Título:	Técnicas de Análisis y Registro de Ensamblajes Neuronales
Programas de posgrado o planes de estudio en donde se ofertará adicionalmente:	
PDCB	
Área del conocimiento:	Neurociencias y neurobiología
Semestre:	2026-2
Modalidad:	Curso fundamental
Horario:	5pm a 8pm
No. sesiones:	13
Horas por sesión:	3.0
Total alumnos PDCB:	15
Total alumnos:	15
Videoconferencia:	Si
Lugar donde se imparte:	Instituto de Neurobiología, UNAM, Campus Juriquilla.
Informes:	carrillo.reid@gmail.com

## Métodos de evaluación

MÉTODO	PORCENTAJE	NOTAS
Asistencia	50%	Al principio de cada clase se discutirán los conceptos aprendidos en las sesiones pasadas, por lo cual es indispensable llegar a tiempo. En la primera clase se hablará de los criterios de evaluación.
Examen	20%	Se realizará un examen escrito al final del curso, el cual abarcará los conceptos básicos que fueron abordados en cada clase.
Presentación de artículos	15%	Al inicio de cada clase se presentarán artículos relacionados con el tema de esa sesión. En el apartado de observaciones se detallan los criterios de evaluación.
Proyecto	15%	Exposición de 5 minutos sobre un tema relacionado con el curso. En el apartado de observaciones se detallan los criterios de evaluación.

### Contribución de este curso/tópico en la formación del alumnado del PDCB:

El objetivo de este curso es dar un panorama general del papel de los microcircuitos neuronales en diferentes áreas del cerebro. Para ello se revisarán conceptos que abarcan diferentes técnicas de registro neuronal, herramientas analíticas de poblaciones neuronales y técnicas de optogenética que han sido utilizadas para caracterizar la actividad de microcircuitos neuronales.

Por otro lado, una parte fundamental del curso consiste en que los estudiantes aprendan a leer y exponer artículos científicos.

## Profesor (a) responsable

Nombre:	Carrillo Reid Luis Alberto
Teléfono:	(55) 5556234051 Ext. 34051
Email:	carrillo.reid@comunidad.unam.mx

## Profesores (as) participantes

PARTICIPANTE	ENTIDAD O ADSCRIPCIÓN	SESIONES
--------------	-----------------------	----------

**CARRILLO REID LUIS ALBERTO**  
Responsable

Instituto de Neurobiología

1. De la doctrina de neuronas individuales a la doctrina de ensambles neuronales.
2. Circuitos canónicos.
3. Engramas y la búsqueda de la memoria.
4. Propiedades intrínsecas y propiedades sinápticas de redes neuronales biológicas.
5. Causalidad de ensambles neuronales.
6. Redes neuronales recurrentes.
7. Álgebra lineal aplicada al estudio de ensambles neuronales.
8. Microscopía de doble fotón.
9. Registro y manipulación de ensambles neuronales in vivo.
10. La naturaleza de las representaciones mentales.
11. Presentación de proyectos I.
12. Presentación de proyectos II.

## Introducción

Durante varias décadas la doctrina neuronal que establece que la neurona es la unidad anatómica y funcional del sistema nervioso ha predominado en las neurociencias. Sin embargo, nuevos métodos que han permitido el registro simultáneo de poblaciones neuronales han revelado que la actividad de una neurona sólo tiene sentido en relación con otras células del tejido nervioso (Yuste, 2015). Por tanto la función de los circuitos cerebrales está determinada por la conectividad y la actividad funcional de microcircuitos neuronales y no sólo de neuronas individuales (Carrillo-Reid et al., 2017).

Un microcircuito neuronal está definido por un grupo específico de neuronas con actividad coordinada (Hebb, 1949). De esta manera, los microcircuitos neuronales podrían estar a cargo de diversas funciones del cerebro, como la codificación de estímulos sensoriales, la memoria, el aprendizaje, o la ejecución de diversos programas motores (Carrillo-Reid et al., 2015; Harris et al., 2011; Harris et al., 2003; Harvey et al., 2012; Liu et al., 2012; Carrillo-Reid, 2022).

A pesar de que las propiedades individuales de diversos tipos de neuronas han sido estudiadas exhaustivamente el enfoque dirigido a la caracterización de la actividad de una sola neurona no ha sido suficiente para dar cuenta de la actividad cerebral global (García-Munoz et al., 2010; Yuste, 2015).

En la actualidad, el avance tecnológico ha brindado la oportunidad de estudiar la dinámica de diversas poblaciones neuronales con alta resolución espacial (Yuste and Katz, 1991). Aunado a ello, para buscar vínculos causales entre la actividad de poblaciones neuronales y el aprendizaje de diversas tareas o la ejecución de conductas se han desarrollado herramientas como la optogenética (Berndt et al., 2011; Bernstein and Boyden, 2011; Boyden et al., 2005; Packer et al., 2012; Prakash et al., 2012), que permite la manipulación precisa de neuronas por medio de luz. En experimentos recientes, la expresión de opsinas en neuronas que han sido activadas por estímulos asociados con respuestas de miedo ha demostrado que la actividad de ciertos grupos de neuronas funciona como el sustrato de memorias específicas (Liu et al., 2012). También ha sido demostrado en la corteza visual que la actividad coordinada de ensambles neuronales puede representar las propiedades espaciales y temporales de diversos estímulos visuales (Carrillo-Reid et al., 2015; Miller et al., 2014; Ohki et al., 2005; Ohki and Reid, 2007) mientras que en cortezas motoras, la actividad de ensambles neuronales está relacionada con la ejecución de movimientos (Peters et al., 2014).

El objetivo de este curso es dar un panorama general del papel de los microcircuitos neuronales en diferentes áreas del cerebro. Para ello se revisarán conceptos que abarcan diferentes técnicas de registro neuronal, herramientas analíticas de poblaciones neuronales y técnicas de optogenética que han sido utilizadas para caracterizar la actividad de microcircuitos neuronales.

## Temario

1. De la doctrina de neuronas individuales a la doctrina de ensambles neuronales. 3 horas. 12 febrero 2026.
2. Circuitos canónicos. 3 horas. 19 febrero 2026.
3. Engramas y la búsqueda de la memoria. 3 horas. 26 febrero 2026.
4. Propiedades intrínsecas y propiedades sinápticas de redes neuronales biológicas. 3 horas. 5 marzo 2026.
5. Causalidad de ensambles neuronales. 3 horas. 12 marzo 2026.
6. Redes neuronales recurrentes. 3 horas. 19 marzo 2026.
7. Álgebra lineal aplicada al estudio de ensambles neuronales. 3 horas. 26 marzo 2026.
8. Microscopía de doble fotón. 3 horas. 9 abril 2026.
9. Optogenética, quimiogenética y optofarmacología. 16 abril 2026.
10. Registro y manipulación de ensambles neuronales in vivo. 3 horas. 23 abril 2026.
11. La naturaleza de las representaciones mentales. 3 horas. 30 abril 2026.
12. Presentación de proyectos I. 3 horas. 7 mayo 2026.
13. Presentación de proyectos II. Examen. 3 horas. 14 mayo 2026.

## Bibliografía

### Artículos:

- Carrillo-Reid L. (2022). Neuronal ensembles in memory processes. *Seminars in Cell and Developmental Biology*. 125:136-143.
- Carrillo-Reid L and Yuste R. (2020). Playing the piano with the cortex: Role of neuronal ensembles in perception and behavior. *Current Opinion in Neurobiology*. 64:89-95.
- Carrillo-Reid L, Han S, Yang W, Akrouh A, Yuste R. (2019). Controlling Visually Guided Behavior by Holographic Recalling of Cortical Ensembles. *Cell*, 178:447-457 e445.
- Carrillo-Reid, L., Miller, J.E., Hamm, J.P., Jackson, J., and Yuste, R. (2015). Endogenous Sequential Cortical Activity Evoked by Visual Stimuli. *J Neurosci* 35, 8813-8828.
- Carrillo-Reid, L., Yang, W., Bando, Y., Peterka, D.S., and Yuste, R. (2016). Imprinting and recalling cortical ensembles. *Science* 353, 691-694.
- Carrillo-Reid, L., Yang, W., Kang Miller, J.E., Peterka, D.S., and Yuste, R. (2017). Imaging and Optically Manipulating Neuronal Ensembles. *Annu Rev Biophys*.
- Omar Jáidar, Luis Carrillo-Reid, Yoko Nakano, Violeta Gisselle Lopez-Huerta, Arturo Hernandez-Cruz, José Vargas, Mariana García-Munoz, Gordon William

Arbuthnott. (2019). Synchronized activation of striatal direct and indirect pathways underlies the behavior in unilateral dopamine-depleted mice. *Eur. J Neurosci.*

Miller, J.E., Ayzenshtat, I., Carrillo-Reid, L., and Yuste, R. (2014). Visual stimuli recruit intrinsically generated cortical ensembles. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111, E4053-4061.

Packer, A.M., Russell, L.E., Dalgleish, H.W., and Hausser, M. (2015). Simultaneous all-optical manipulation and recording of neural circuit activity with cellular resolution in vivo. *Nat Methods* 12, 140-146.

Peters, A.J., Chen, S.X., and Komiyama, T. (2014). Emergence of reproducible spatiotemporal activity during motor learning. *Nature* 510, 263-267.

Rickgauer, J.P., Deisseroth, K., and Tank, D.W. (2014). Simultaneous cellular-resolution optical perturbation and imaging of place cell firing fields. *Nat Neurosci* 17, 1816-1824.

Yang, W., Carrillo-Reid, L., Bando, Y., Peterka, D.S., and Yuste, R. (2018). Simultaneous two-photon optogenetics and imaging of cortical circuits in three dimensions. *Elife* 7.

Yang, W., Miller, J.E., Carrillo-Reid, L., Pnevmatikakis, E., Paninski, L., Yuste, R., and Peterka, D.S. (2016). Simultaneous Multi-plane Imaging of Neural Circuits. *Neuron* 89, 269-284.

Yuste, R. (2015). From the neuron doctrine to neural networks. *Nat Rev Neurosci* 16, 487-497.

#### Libros:

Identification, Characterization, and Manipulation of Neuronal Ensembles. Carrillo-Reid L. (Ed). Springer Nature. 2025. ISBN 978-1-0716-4208-5

Handbook of Brain Microcircuits. Shepherd G. and Grillner, S.S. (Ed). Oxford University Press. 2018. ISBN-10: 0195389883

## Observaciones

El curso está abierto para todos los niveles de posgrado por lo cual no se necesitan conocimientos previos.

Es requisito ponerse en contacto con el responsable antes de inscribir el curso.

#### Observaciones sobre la evaluación:

Asistencia (50%). Notas: Al principio de cada clase se discutirán los conceptos aprendidos en las sesiones pasadas, por lo cual es indispensable llegar a tiempo. En la primera clase se hablará de los criterios de evaluación.

Examen (20%). Notas: Se realizará un examen escrito al final del curso, el cual abarcará los conceptos básicos que fueron abordados en cada clase.

Presentación de artículos (15%). Notas: Al inicio de cada clase se presentarán artículos relacionados con el tema de esa sesión. Se evaluará que los alumnos hayan comprendido lo siguiente: 1. La pregunta principal del artículo (25%). 2. Técnicas usadas para contestar la pregunta (25%). 3. Resultados experimentales (25%). 4.

Conclusiones (25%). Cada alumno presentará 5 artículos durante todo el curso.

Proyecto (15%). Notas: Exposición de 5 minutos sobre un tema relacionado con el curso. Se calificará que la exposición contenga claramente los siguientes puntos:

1. Contexto para audiencia no especializada (12.5%). 2. Pregunta científica (12.5%). 3. Explicación de la pregunta científica (12.5%). 4. Lo que se sabe del tema (12.5%). 5. Técnicas utilizadas (12.5%). 6. Explicación de las técnicas para audiencia no especializada (12.5%). 7. Discusión y conclusiones (12.5%). 8. Importancia y aplicaciones del proyecto (12.5%).