

#### Aspectos generales

Título:	Transducción y fisiología sensorial
Programas de posgrado o planes de estudio en donde se ofertará adicionalmente:	
Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Bioquímicas	
Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Biológicas	
Área del conocimiento:	Neurociencias y neurobiología
Semestre:	2026-2
Modalidad:	Tópico selecto
Horario:	Miércoles de 10 a 13 h.
No. sesiones:	15
Horas por sesión:	3.0
Total alumnos PDCB:	10
Total alumnos:	5
Videoconferencia:	Si
Lugar donde se imparte:	Aula 206, edificio LaNCa, Instituto de Fisiología Celular, UNAM.
Informes:	mercado.aca@gmail.com; fmercado@inprf.gob.mx

#### Métodos de evaluación

MÉTODO	PORCENTAJE	NOTAS
Examen parcial 1	30%	
Examen parcial 2	30%	
Proyecto final	40%	

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

El curso cubre un tema básico de la fisiología, cómo los órganos de los sentidos convierten los estímulos de nuestro alrededor en señales eléctricas y la neurobiología de los órganos de los sentidos en animales de diversas características (moluscos, insectos, mamíferos, etc.). Estos temas se tratan con suficiente profundidad, para que el alumnado tenga una visión amplia sobre el tema.

Es muy apropiado para estudiantes de posgrado que tengan temas afines, ya que el curso aporta un panorama general sobre el tema de los órganos de los sentidos, más allá de cualquier especialidad que tenga un alumno para su tesis.

#### Profesor (a) responsable

Nombre:	Mercado Aca Francisco Salvador
Teléfono:	(55) 41 60 51 06
Email:	fmercado@inprf.gob.mx

#### Profesores (as) participantes

PARTICIPANTE	ENTIDAD O ADSCRIPCIÓN	SESIONES
<b>MERCADO ACA FRANCISCO SALVADOR</b> Responsable	Instituto de Fisiología Celular	
<b>ALMANZA GUTIÉRREZ MARÍA ANGÉLICA</b> Integrante	Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente Muñiz	
<b>LUIS BALTAZAR ENOCH</b> Integrante	Instituto de Fisiología Celular, UNAM	

**SEGURA CHAMA PEDRO**  
Integrante

Instituto de Fisiología Celular

## Introducción

El curso hace hincapié sobre los mecanismos celulares y moleculares de la transducción sensorial, es decir, en los canales iónicos, receptores a proteínas G, enzimas y segundos mensajeros responsables de la detección y codificación de los estímulos por los órganos y células sensoriales.

### Objetivos

- 1) Estudiar las entidades moleculares y celulares que hacen posible la detección de estímulos mecánicos, físicos y químicos en los órganos sensoriales. Así como comprender conceptos básicos implicados en los fenómenos de transducción sensorial.
- 2) Comprender el papel funcional de canales iónicos, receptores, proteínas G y segundos mensajeros en la neurofisiología sensorial.
- 3) Generar la lectura crítica de literatura científica enfocada en cada uno de los temas a tratar.

## Temario

### Sesión 1. Pedro Segura Chama

Introducción: conceptos generales sobre fisiología sensorial  
Células y órganos sensoriales

Transducción sensorial: el potencial del receptor  
Canales iónicos, GCPRs y segundos mensajeros

Calcio: el segundo mensajero universal

### Sesión 2. Enoch Luis Baltazar

El sistema somatosensorial

Neuronas aferentes primarias y la codificación de la información sensorial

Bases celulares y moleculares de la termosensación

TRPV4: el receptor somático de calor

TRPM8: el receptor somático de frío

TRPA1: ¿un receptor de frío nocivo?

Canales de K<sup>+</sup> termosensibles

### Sesión 3. Enoch Luis Baltazar

Bases celulares y moleculares de la mecanosensación

Mecanorreceptores en mamíferos

Corrientes iónicas mecanosensibles en neuronas sensoriales

Los canales Piezo1 y Piezo2

Neuronas polimodales

### Sesión 4. Francisco Salvador Mercado Aca

La nocicepción

¿Qué eso llamado dolor?

Mecanismos periféricos del dolor: nociceptores y receptores

El receptor TRPV1 y el receptor ASIC

Integración de estímulos térmicos, mecánicos y químicos

El papel de la glía en la transducción de los estímulos nocivos

Receptores purinérgicos

### Sesión 5. Francisco Salvador Mercado Aca

Sensibilización de los nociceptores: alodinia e hiperalgesia

Dolor neuropáxico

El papel de la sustancia P y el receptor NK1

Mecanismos centrales

Analgesia: analgésicos no esteroideos y fármacos opioides

### Sesión 6. María Angélica Almanza Gutiérrez

Quimiotransducción: El sentido del gusto

El sistema del gusto en mamíferos: papilas gustativas, tipos celulares e inervación

Receptores del gusto y vías de señalización

Receptores para el sabor umami y dulce

Receptores para el sabor amargo

Receptores para el sabor ácido y salado

Receptores del gusto en las vías aéreas y el estómago

### Sesión 7. María Angélica Almanza Gutiérrez

El sistema olfativo: anatomía y fisiología del bulbo olfatorio

Olfacción en vertebrados: el epitelio nasal

Proteínas osmorreceptoras

Mecanismo de transducción en vertebrados

Codificación de los olores

Sesión 8. Yaneri A. Ayala.

Estructura y función del sistema auditivo.

Mecanismo de transducción mecanoelectrica.

La cóclea y la codificación del sonido.

Células sensoriales de la cóclea: estructura molecular y celular.

Canales de mecanotransducción: proteínas que convierten el sonido en señales eléctricas.

Endolinfa: su composición iónica y homeostasis.

Dinámica de la activación celular: adaptación de la respuesta y modulación de la sensibilidad.

Sinapsis aferente y eferente: estructura y función.

Farmacología de las células sensoriales del oído interno.

Circuitos centrales y mecanismo de integración en la audición.

Sesión 9. Yaneri A. Ayala

Estructura y función del sistema auditivo.

Laberinto vestibular y la transducción del movimiento.

Células sensoriales del vestíbulo: estructura celular y molecular.

Otoconias y la importancia de los cristales de calcio.

Membrana otoconial y su interacción con la endolinfa.

Principio de inercia y codificación de la dirección y velocidad del movimiento.

Neuromodulación y neurotransmisión del oído interno.

Circuitos centrales y mecanismo de integración en la percepción del movimiento.

Sesión 10. Yaneri A. Ayala

Patologías y métodos traslacionales aplicados al estudio del sistema auditivo y vestibular.

Cambios bioquímicos del oído interno y sus patologías.

Vértigo: efecto secundario al consumo de medicamentos y su farmacología.

Tinitus: percepción de ruido fantasma y sus bases bioquímicas.

Efecto de la inflamación y el estrés oxidativo sobre los canales iónicos y la pérdida auditiva.

Mutaciones de los canales iónicos y sus patologías.

Aproximaciones experimentales en humanos, modelos animales e in vivo en el estudio del sistema vestibular y auditivo.

Co-registro de la actividad eléctrica y liberación de neurotransmisores en animales in vivo.

Optogenética coclear: iluminando las proteínas para combatir la sordera.

Edición genética, CRISPR y la restauración de pérdida auditiva.

Estudios en humanos: la importancia de la bioquímica clínica.

Sesión 11. Enoch Luis Baltazar

El sistema visceral

Anatomía funcional del sistema aferente vagal

Transducción química en neuronas aferentes vágales

TRPA1: un integrador de señales en neuronas aferentes vágales

Papel del canal NaV1.1 en la excitabilidad de las aferentes que inervan las vísceras.

Sesión 12. Francisco Mercado

Prurito

Neurobiología del prurito

Los receptores del prurito

Marcadores de neuronas de mecanorreceptores de bajo umbral de conducción lenta

Participación del sistema inmune en la generación del prurito

El rascado y su posible función fisiológica

Sesión 13. Francisco Mercado

Discusión de artículos.

Sesión 14. María Angélica Almanza Gutiérrez

Presentación de proyectos.

Sesión 15. Enoch Luis Baltazar

Presentación de proyectos.

## Bibliografía

Cervero, Fernando, and John N. Wood. "A History of Pain Research." *The Oxford Handbook of the Neurobiology of Pain* (2020): 1.

Donnelly, Christopher R., Ouyang Chen, and Ru-Rong Ji. "How do sensory neurons sense danger signals?." *Trends in Neurosciences* (2020).

Paricio-Montesinos, Ricardo, et al. "The sensory coding of warm perception." *Neuron* (2020).

Vangeel, Laura, and Thomas Voets. "Transient receptor potential channels and calcium signaling." *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology* 11.6 (2019): a035048.

Kupari, Jussi, et al. "An atlas of vagal sensory neurons and their molecular specialization." *Cell reports* 27.8 (2019): 2508-2523.

Bohórquez, Diego V., and Rodger A. Liddle. "The gut connectome: making sense of what you eat." *The Journal of Clinical Investigation* 125.3 (2015): 888-890.

Kaelberer, Melanie Maya, et al. "Neuropod Cells: Emerging Biology of the Gut-Brain Sensory Transduction." *Annual Review of Neuroscience* 43 (2020).

Schier, Lindsey A., and Alan C. Spector. "The functional and neurobiological properties of bad taste." *Physiological reviews* 99.1 (2019): 605-663.

Baron A, Lingueglia E. Neuropharmacology Pharmacology of acid-sensing ion channels: Physiological and therapeutical perspectives. *Neuropharmacology* 94:19–35, 2015.

Besnard P, Passilly-Degrace P, Khan NA. Taste of Fat: A Sixth Taste Modality? *Physiol Rev.* 96(1): 151-176, 2016.

Freeman EG, Dahanukar A. Molecular neurobiology of Drosophila taste. *Curr Opin Neurobiol.* 34:140-148, 2015.

Gründer S, Pusch M. Neuropharmacology Biophysical properties of acid-sensing ion channels (ASICs). *Neuropharmacology* 94: 9–18, 2015.

Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM, Siegelbaum SA, Hudspeth AJ. *Principles of Neural Science*, 5th ed. 2012.

Roper, Stephen D., and Nirupa Chaudhari. "Taste buds: cells, signals and synapses." *Nature Reviews Neuroscience* 18.8 (2017): 485-497.

Kefauver, J.M., Ward, A.B. & Patapoutian, A. Discoveries in structure and physiology of mechanically activated ion channels. *Nature* 587, 567–576 (2020).

Ohla, K., Yoshida, R., Roper, S. D., Di Lorenzo, P. M., Victor, J. D., Boughter, J. D., Fletcher, M., Katz, D. B., & Chaudhari, N. Recognizing Taste: Coding Patterns Along the Neural Axis in Mammals. *Chemical senses* 2019.

Maßberg, Désirée, and Hanns Hatt. "Human olfactory receptors: novel cellular functions outside of the nose." *Physiological reviews* 98.3 (2018): 1739-1763.

Pan B, Holt JR. The molecules that mediate sensory transduction in the mammalian inner ear. *Curr. Opin. Neurobiol.* 2015.

Fleischer, J., Pregitzer, P., Breer, H. et al. Access to the odor world: olfactory receptors and their role for signal transduction in insects. *Cell. Mol. Life Sci.* 75, 485–508 (2018).

Purves D, Augustine GJ, Fitzpatrick D. *Neuroscience*, 6th Edition. 2018.

Walsh CM, Bautista DM, Lumpkin EA. Mammalian touch catches up. *Curr. Opin. Neurobiol.* 2015.

Zhao B, Müller U. The elusive mechanotransduction machinery of hair cells. *Curr. Opin. Neurobiol.* 2015.

Osteen JD, Herzig V, Gilchrist JJ, Emrick JJ, Zhang C, Wang X, Castro J, Garcia-Caraballo S, Grundy L, Ryckhov GY, Weyer AD, Dekan Z, Undheim EA, Alewood P, Stucky CL, Brierley SM, Basbaum AI, Bosmans F, King GF, Julius D. Selective spider toxins reveal a role for the Nav1.1 channel in mechanical pain. *Nature*. 2016.

Abdo H, Calvo-Enrique L, Lopez JM, Song J, Zhang MD, Usoskin D, El Manira A, Adameyko I, Hjerling-Leffler J, Ernfors P. Specialized cutaneous Schwann cells initiate pain sensation. *Science*. 2019.

Beaulieu-Laroche, L., Christin, M., Donoghue, A., Agosti, F., Yousefpour, N., Petitjean, H., Davidova, A., Stanton, C., Khan, U., Dietz, C., Faure, E., Fatima, T., MacPherson, A., Mouchbahani-Constance, S., Bisson, D. G., Haglund, L., Ouellet, J. A., Stone, L. S., Samson, J., Smith, M. J., ... Sharif-Naeini, R. TACAN Is an Ion Channel Involved in Sensing Mechanical Pain. *Cell* 2020.

Sun M, Chen ZR, Ding HJ, Feng J. Molecular and cellular mechanisms of itch sensation and the anti-itch drug targets. *Acta Pharmacol Sin.* 2025 Mar;46(3):539-553. doi: 10.1038/s41401-024-01400-x. Epub 2024 Oct 18. PMID: 39424975; PMCID: PMC11845708.

Liu AW, Zhang YR, Chen CS, Edwards TN, Ozyaman S, Ramcke T, McKendrick LM, Weiss ES, Gillis JE, Laughlin CR, Randhawa SK, Phelps CM, Kurihara K, Kang HM, Nguyen SN, Kim J, Sheahan TD, Ross SE, Meisel M, Sumpter TL, Kaplan DH. Scratching promotes allergic inflammation and host defense via neurogenic mast cell activation. *Science*. 2025 Jan 31;387(6733):eadn9390. doi: 10.1126/science.adn9390. Epub 2025 Jan 31. PMID: 39883751.

## Observaciones

Los alumnos deben tener conocimientos básicos de biología celular, y es deseable además tener conocimientos previos de propiedades eléctricas de las membranas y canales iónicos.