Programa de la materia Circuitos Neuronales y Comportamiento

Fundamentos de la solicitud

El objetivo último de la neurociencia es comprender los mecanismos biológicos que dan cuenta del comportamiento animal. Por ejemplo, comprender cómo los circuitos neuronales que conforman al sistema nervioso nos permiten percibir el mundo que nos rodea, entender cómo esa percepción se transforma en memoria y cómo esa memoria afecta al comportamiento. La neurociencia busca entender también los fundamentos biológicos sobre los que se erige nuestra vida emocional y cómo las emociones influyen sobre las funciones cognitivas que desarrollamos a diario. Más aún, la neurociencia intenta comprender las causas de la desregulación de estas funciones cognitivas que tienen lugar en enfermedades como la depresión, la esquizofrenia o la enfermedad de Alzheimer. El objeto de estudio de la neurociencia es, en todo caso, enormemente complejo y su entendimiento requiere de un abordaje multidisciplinario. De ahí, que proponemos la creación de una materia, dirigida a estudiantes sin conocimientos previos de Biología, en la que se dicten las nociones mínimas de neurobiología necesarias para estudiar al sistema nervioso y sus funciones.

Los avances recientes en las tecnologías asociadas a las neurociencias se sirven de novedosas herramientas moleculares y de distinto tipo de mediciones de la actividad neuronal a gran escala. Estos avances incluyen una comprensión cada vez mayor de los tipos celulares cerebrales, nuevas herramientas moleculares que permiten la monitorización y el control de la actividad neuronal, hardware novedoso como sondas de registro electrofisiológico neuronal múltiple y distintas técnicas de adquisición de imágenes funcionales a gran escala. Un punto en común de todos estos enfoques es la inmensa escala de los datos que se generan. Esto plantea importantes preguntas sobre cómo procesar y aprovechar al máximo estos datos para desarrollar conocimiento nuevo y aplicable. De ahí que las ciencias de datos tienen un rol protagónico en la actual revolución de las neurociencias.

Para acercar, entonces, el mundo de las neurociencias a las ciencias de datos proponemos crear una materia teórica-práctica de neurociencias que enseñe lo que sabemos sobre cómo se conforman los circuitos neuronales que dan cuenta del comportamiento de los animales. La materia estará compuesta de clases teóricas, seminarios y prácticos. En las teóricas se dictarán temas básicos de neurobiología de manera compacta y didáctica. En los seminarios se discutirán trabajos de investigación. Esto permitirá ejercitar los conceptos presentados en las clases teóricas y dar un momento para que los alumnos puedan preguntar lo que no entiendan. En estas clases se discutirán trabajos clásicos, así como de investigación actual y revisiones sobre el estado del arte en distintas áreas del campo. Los estudiantes también aprenderán los conceptos básicos relacionados al diseño experimental y metodologías utilizadas en neurociencias. Esto incluye, el estudio de variables comportamentales, electrofisiológicas (de células individuales, múltiples células y de campo), imágenes funcionales de fluorescencia y de resonancia magnética funcional.

Profesores responsables

-Dr. Martín Berón de Astrada. Profesor Adjunto (DS), Dpto FBMC, FCEN, UBA. Investigador Independiente del CONICET (Instituto de Biociencias, Biotecnología y Biología Traslacional, FBMC, FCEN UBA).

-Dr. Francisco J. Urbano Suarez. Profesor Adjunto Regular (DS), Dpto DFBMC-FCEN-UBA Investigador Independiente del CONICET (IFIBYNE, UBA-Conicet).

Programa

La materia tendrá 3 horas de clases teóricas y 3 horas de seminarios o trabajos prácticos por semana (6 horas semanales). Los primeros 5 módulos teóricos se dictarán junto a 7 clases de seminarios donde se discutirán trabajos de investigación o revisiones sobre los temas del módulo (ver cronograma). Cada trabajo será presentado por un grupo de alumnos y el docente completará las explicaciones, guiará las discusiones y aclarará dudas. Los últimos 5 módulos teóricos se dictarán junto a 4 trabajos prácticos de análisis de datos y 1 clase de presentación de los análisis de datos realizados por los alumnos. Los dos primeros trabajos prácticos llevarán dos clases cada uno. En cada trabajo práctico se analizará por grupos un mismo set de datos con distintas consignas en función del trabajo práctico. Distintos investigadores ya se han comprometido a aportar los siguientes datos a analizar en los trabajos prácticos: 1) imágenes funcionales de fluorescencia del tectum óptico del pez zebrafish, trabajo práctico 2) imágenes funcionales de fluorescencia de la actividad espontánea de todo el cerebro de zebrafish, trabajo práctico 3) registros electrofisiológicos multielectrodo de la actividad de neuronas de la corteza piriforme de ratones y trabajo práctico 4) electro-encefalogramas de personas en estadios de sueño y despiertas realizando distintas tareas cognitivas. Por otra parte, la materia será evaluada a través de dos parciales teórico-prácticos que se aprobaran con 5 puntos. Podrán promocionar la materia aquellos alumnos que obtengan más de 7 puntos en ambos parciales. De no ser así el alumno deberá rendir un examen final.

Módulos teóricos

-Módulo 1: Neurona. Compartimentos celulares. Potencial eléctrico de membrana. Equilibrio de Nernst. Canales iónicos. Ecuación de Goldman Hodgkin y Huxley. Análogo eléctrico. Canales de membrana sensibles al potencial. Potencial de acción. Sitio de inicio del potencial de acción, umbral de disparo. Propagación.

-Módulo 2: Sinapsis. Sinapsis eléctricas y químicas. Mecanismo de liberación de los neurotransmisores. Sinapsis excitatorias e inhibitorias. Constantes de tiempo y espacio neuronal.

-Módulo 3: Neurotransmisores clásicos: acetilcolina, glutamato, serotonina, dopamina y gaba. Canales ligando dependientes. Características generales de los distintos tipos de transmisión química. Benzodiazepinas, alcaloides, antidepresivos y psicodélicos.

-Módulo 4: Complejidad y diversidad neuronal. Tipos neuronales clásicos. Polaridad neuronal y diversidad de corrientes neuronales subyacentes. Árboles dendríticos. Integración de información, sumación espacial y temporal de inputs sinápticos. Plasticidad neuronal. Excitabilidad general y plasticidad sináptica. Plasticidad presináptica (por pulso pareado, etc.) y postsináptica. Mecanismos de adaptación neuronal.

-Módulo 5: Circuitos neuronales. Excitación de retroalimentación positiva. Inhibición de retroalimentación positiva y negativa. Inhibición lateral e inhibición mutua. Mapeo topográfico continuo. Expansión de dimensionalidad. Loops recurrentes. Procesamiento discreto paralelo. Evolución de los circuitos neuronales.

-Módulo 6: Sistemas sensoriales. Generalidades sobre sistemas sensoriales. Sistema visual. Fotorreceptores. Retina. Campos receptivos de células bipolares, horizontales, amacrinas y ganglionares. Codificación de información en células ganglionares. Núcleo geniculado lateral y corteza visual primaria. Codificación de información en V1 y cortezas visuales paralelas.

-Módulo 7: Sistema olfatorio. Olfatorreceptores. Citoarquitectura del bulbo olfatorio. Tipos celulares y codificación de información olfativa. Corteza Piriforme. Sistema somatosensorial. Mecanismos periféricos de sensado somático. Componentes somatosensoriales espinales y del tronco encefálico. Relevo talámico. Corteza somatosensorial.

-Módulo 8: Movimiento. Principios del control sensoriomotor. La unidad motora y la acción muscular. Integración sensoriomotora en la médula espinal. Locomoción. Movimiento voluntario: cortezas motoras. Control de la mirada. Postura. El cerebelo. Los ganglios basales. Interfaces cerebro-máquina.

-Módulo 9: Funciones generales y citoarquitectura del hipotálamo. Circuitos neuronales, flujo de información. Ciclos circadianos. Circuitos y bases fisiológicas del sueño y la vigilia. Marcadores electroencefalográficos de estadios de sueño. Interacciones tálamo-corteza. Neurotransmisores que inducen o bloquean la entrada en sueño. Núcleo colinérgico pedunculopontino del tronco del encéfalo. Drogas moduladoras del sueño. Patologías del sueño. Insomnio.

-Módulo 10: Aprendizaje y memoria. Mecanismos celulares del almacenamiento de la memoria implícita y las bases biológicas de la individualidad. Bases neuronales del almacenamiento de la memoria explícita. El hipocampo su rol en el aprendizaje y la memoria y otras funciones cognitivas. Citoarquitectura y tipos celulares. Flujo de información.

Bibliografía

-Principles of Neurobiology. Liqun Luo. Garland Science, New York, USA. ISBN 978-0-8153-4492-6.

-Principle of Neural Science. Kandel. Fitth edition. Ed. Mc Graw Hill. ISBN-978-0071390118.

-Purves et al (2011). Neuroscience (fifth edition). Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts, USA. ISBN-978-0878936090.