Programa de la Unidad Curricular: "Neurociencia" (UC N° 10)

1- Ubicación curricular

La Unidad Curricular Neurociencia es parte del Ciclo Básico Clínico Comunitario. Se desarrolla en el cuarto semestre de la carrera de Doctor en Medicina y tiene una duración de 9 semanas. Para cursarla es requisito tener aprobada la UC Biología Celular y Molecular (U.C N° 5).

2- Unidades docentes participantes

La unidad está a cargo de la Unidad Académica de Fisiología quien coordina el curso y lleva a cabo las actividades docentes. El curso también cuenta con la participación de las Unidades Académicas de Anatomía y Biofísica. Las actividades de la Unidad están coordinadas, tanto temporalmente como en cuanto a los contenidos abordados, con la Unidad Curricular de Histología-NCR que transcurre en paralelo y en la que se aborda el estudio de aspectos estructurales del sistema nervioso.

3- Fundamentación y objetivos generales:

El curso está enfocado en el estudio del sistema nervioso desde un punto de vista funcional. Los principales temas de la neurociencia, con un enfoque actualizado y traslacional, se organizan en varios núcleos temáticos (NT) y se abordan a lo largo de 9 semanas. El curso es extensivo en cuanto a su contenido, abarcando desde el nivel celular y molecular de la función de las células del Sistema Nervioso hasta las funciones cerebrales superiores, pasando por los sistemas encargados de la percepción sensorial y la organización de los actos motores.

Los objetivos generales son:

- a) Promover la adquisición de conceptos básicos, esenciales y actualizados de la neurociencia.
- b) Promover el desarrollo del espíritu crítico a través de actividades específicas que incluyen el análisis de fuentes de información adecuadas.
- c) Promover la adquisición de destrezas relacionadas con la utilización del método científico. Particularmente comprender los pasos en la formulación de una pregunta, planteamiento de hipótesis, elección del modelo y estrategia experimental, obtención y análisis riguroso de los resultados, elaboración de conclusiones y comunicación del proceso.

4- Metodologías de enseñanza

Teóricos (T): Este tipo de actividad brinda una visión jerarquizada de los temas en estudio. Cada núcleo temático incluye de 3 a 5 T. La instancia inicial introduce y contextualiza los aspectos abordados en el núcleo temático y una actividad de cierre busca jerarquizar y organizar los conceptos abordados en las diversas actividades. Los teóricos se ofrecen

como videos disponibles en la plataforma EVA. Asimismo, en EVA se encuentran disponibles archivos PDF correspondientes a las presentaciones empleadas.

Discusiones grupales (DG): Este tipo de actividad apuesta al abordaje en pequeños grupos de problemas clásicos de las disciplinas básicas cuya resolución colectiva, en interacción con el docente responsable y la bibliografía recomendada, busca recrear los conceptos fundamentales de cada núcleo temático incluidos en el listado de objetivos de aprendizaje. Al igual que en los talleres experimentales estas instancias contemplan integración conceptual básico-básica (fisiología, biofísica, histología). Para cada núcleo temático existen 1 o 2 instancias de DG. El material para cada una de ellas estará disponible en EVA desde el inicio del curso y consiste de un conjunto de problemas (situaciones experimentales, ejercicios) elaborados específicamente en relación a los objetivos mencionados. Cada subgrupo de estudiantes se reúne el día y hora que les corresponde y trabaja bajo la supervisión y guía de 2 docentes (responsable de grupo y un ayudante de clase). La actividad requiere de la participación activa de los estudiantes y del trabajo en equipo. Finaliza con la presentación oral por parte de los estudiantes de problemas seleccionados incluidos en el material oportunamente entregado. Los ejercicios no seleccionados requerirán que los estudiantes los trabajen de forma autónoma. Existe para cada DG un foro en EVA para que el estudiante realice consultas o aclare dudas acerca de los ejercicios.

Actividades prácticas- Taller experimental (TE): Estudio experimental de la excitabilidad y la conducción en el tejido nervioso. El objetivo de esta actividad es promover la adquisición de destrezas vinculadas al manejo del método científico y a la presentación de resultados con formato científico. En particular, comprender los pasos involucrados en la formulación de una pregunta que se pretende responder y contribuir al planteo de hipótesis y a la formulación de objetivos generales y específicos. Buscará la participación activa del estudiante en el proceso de análisis de una situación problemática, en la elección del método y estrategias experimentales, en la obtención de datos con procedimientos especializados enfatizando en el rigor del proceso, evaluando el alcance y las limitaciones del procedimiento utilizado. El TE comprende dos instancias de discusión con los docentes que deben necesariamente complementarse con actividades en EVA diseñadas específicamente para las mismas. Requiere de trabajo autónomo en base al material docente correspondiente a cada una de las actividades presenciales, y a los videos de la actividad experimental disponibles en EVA. Los videos se elaboraron durante la realización de la práctica en el Salón de Clases Prácticas de Fisiología por parte de un grupo de ayudantes de clase del Dpto. bajo la supervisión de un equipo docente.

5- Organización de la unidad curricular

El curso está organizado en base núcleos temáticos (NT) cuyos contenidos se abordan a lo largo de las 9 semanas según el siguiente esquema:

Semanas 1 y 2. NT1: Neurofisiología Celular y Sinapsis

Semanas 3 y 4. NT2: Sistemas Sensoriales.

Semanas 5 y 6. NT3: Sistemas Motores.

Semana 7. NT4: Mecanismos homeostáticos generales.

Semana 8. NT5: Funciones superiores. Neurociencia cognitiva.

Para todos los NT existen actividades teóricas y DG.

El NT1 incluye el Taller experimental que se extiende durante dos semanas: Estudio experimental de la excitabilidad y la conducción en el tejido nervioso.

En el Anexo 1 se detallan, además de los objetivos generales del curso, los objetivos específicos y los contenidos correspondientes a cada NT, así como la bibliografía y los materiales recomendados.

6- Carga horaria y créditos

	Horas teóricas	Horas prácticas (DG y Taller experimental)
Horas	68	90

La carga horaria total del curso, considerando lo establecido por la Universidad de la República para la determinación de créditos, es de : $(68*2) + (90*1.5) = 271$ horas

7- Formas de evaluación y aprobación de la unidad curricular

7.1. Formas de evaluación:

Pruebas parciales: Se realizarán 2 pruebas parciales. Estas evaluaciones parciales se centrarán en los objetivos de aprendizaje correspondientes y se relacionarán con todo el contenido abordado en las clases teóricas, DGs y taller experimental. Las evaluaciones consistirán en pruebas de preguntas de opción múltiple que podrán incluir problemas del tipo planteados en las DG y en el TE.

7.2. Aprobación de la Unidad curricular:

Requisito para aprobar:

- Se requiere un promedio entre ambos parciales mayor o igual al 40% del puntaje total.

En caso de no cumplir con este requisito el resultado es Reprobado y el estudiante deberá volver a cursar la unidad curricular.

En caso de cumplir, el resultado puede ser: Aprobado o Rinde examen.

Aprobado: Si el promedio de ambos parciales corresponde al 70% o más del total de puntos del curso.

Rinde examen: Si el promedio de los parciales es mayor al 40%, pero menor al 70% del total de puntos, debe rendir examen para aprobar la unidad curricular.

El examen consiste en una prueba escrita con preguntas de opción múltiple o formato equivalente, que puede incluir la resolución de problemas del tipo de los analizados en las DG y en el TE. Para aprobar el examen se requiere obtener una calificación igual o superior al 60%.

8- Devolución.

En el caso de las pruebas, las respuestas correctas se publican una vez finalizada la evaluación en EVA.

DOCUMENTOS ANEXOS:

Anexo 1: Programa detallado del curso

Contiene: objetivos generales, objetivos específicos, contenidos temáticos detallados, bibliografía recomendada.

Anexo 2: Documento de información para el estudiante.

ANEXO 1: Programa detallado de la UC Neurociencia

I. Objetivos generales:

- a) Promover la adquisición de conceptos básicos, esenciales y actualizados de la neurociencia.
- b) Promover el desarrollo del espíritu crítico a través de actividades específicas que incluyen el análisis de fuentes de información adecuadas.
- c) Promover la adquisición de destrezas relacionadas con la utilización del método científico. Particularmente comprender los pasos en la formulación de una pregunta, planteamiento de hipótesis, elección del modelo y estrategia experimental, obtención y análisis riguroso de los resultados, elaboración de conclusiones y comunicación oral y/o escrita del proceso.

II. Objetivos específicos:

Comprender los distintos niveles de organización del sistema nervioso: neuronal, circuital y sistémico.

Adquirir conocimientos acerca de las propiedades eléctricas activas y pasivas de las neuronas como células excitables. Comprender los mecanismos subyacentes a esas propiedades y cómo interactúan en el funcionamiento de las neuronas como elementos señalizadores en el SN.

Adquirir conocimientos acerca de las distintas formas de transmisión sináptica y los mecanismos pre- y postsinápticos involucrados. Reconocer los fenómenos de modulación y plasticidad de la transmisión sináptica y comprender las consecuencias de los mismos en los circuitos en los que ocurren.

Comprender el funcionamiento y organización general de los sistemas sensoriales y reconocer su papel en la organización del comportamiento y el mantenimiento de la homeostasis. Adquirir conocimientos acerca de los receptores sensoriales y los procesos de transducción sensorial y de codificación, desde un punto de vista general y en relación a los distintos sistemas sensoriales.

Adquirir conocimientos acerca de los procesos tanto periféricos como centrales involucrados en la sensibilidad somática, la nocicepción, la visión y la audición y en el sistema vestibular.

Comprender los niveles de organización de los sistemas motores y el papel de estos sistemas en los procesos de integración sensoriomotora. Adquirir conocimientos acerca de las bases neurales involucradas en el control de los distintos tipos de movimientos y ajustes posturales.

Explicar el papel funcional de la médula espinal, el tronco del encéfalo, la corteza cerebral, los núcleos grises de la base y el cerebelo en la organización de la actividad motora.

Incorporar el concepto de homeostasis y comprender el papel del sistema nervioso autónomo (SNA) y del hipotálamo en su mantenimiento. Adquirir conocimientos acerca de la organización y funcionamiento del SNA. Adquirir conocimientos acerca de la organización del hipotálamo y explicar su participación en el control de distintas variables fisiológicas y comportamientos.

Incorporar conocimientos acerca de los ritmos biológicos en general y del ciclo sueño y vigilia en particular, sus características y las estructuras y mecanismos involucrados en su generación.

Adquirir conocimientos acerca de funciones cognitivas del SN como el aprendizaje y la memoria, el lenguaje, las funciones ejecutivas, las emociones y la motivación. Adquirir conocimientos acerca de sus bases neurales, las estructuras y los mecanismos involucrados.

III. Contenidos temáticos

Los contenidos se agrupan en 5 Núcleos Temáticos (NT):

NT1: Neurofisiología Celular y Sinapsis

NT2: Sistemas Sensoriales.

NT3: Sistemas Motores.

NT4: Mecanismos homeostáticos generales.

NT5: Funciones superiores. Neurociencia cognitiva.

NT 1: Neurofisiología Celular y Sinapsis

1) Neurona. Excitabilidad y refractariedad. Propiedades pasivas neuronales, influencia en la excitabilidad neuronal, la conducción de señales bioeléctricas y la integración de entradas sinápticas. Mecanismos básicos de generación del potencial de membrana y los que subyacen al potencial de acción. Potencial de acción, propiedades activas de los diferentes compartimientos neuronales, codificación neuronal. Conducción de los potenciales de acción en los diferentes tipos de fibras nerviosas. Formas de registro de la actividad neuronal. Canalopatías. Técnicas de diagnóstico neurofisiológico.

2) Sinapsis. Concepto, tipos de sinapsis. Fenomenología de la transmisión sináptica eléctrica y química. Sinapsis neuromuscular y sinapsis neuro- neuronales. Fenómenos presinápticos, liberación de neurotransmisor. Fenómenos postsinápticos. Excitación e inhibición sináptica. Integración neuronal. Neurotransmisores. Vías biosintéticas y de degradación. Receptores ionotrópicos y metabotrópicos, vías de señalización intracelular.

Neuromodulación. Eficacia sináptica, determinantes. Plasticidad sináptica de corto y largo plazo.

NT2: Sistemas Sensoriales.

1) Generalidades de los sistemas sensoriales y receptores sensoriales. Papel de la información sensorial. Sensación y percepción. Integración sensoriomotora. Organización general de los sistemas sensoriales. Características generales de funcionamiento de un sistema sensorial. Estímulos sensoriales, modalidades sensoriales. Receptores sensoriales, tipos, clasificación. Papel de estructuras prerreceptorales. Transducción sensorial, mecanismos (mecano, quimio, fototransducción). Codificación de atributos del estímulo (intensidad, localización, etc). Concepto de campo receptivo. Discriminación espacial. Adaptación receptoral. Control central de receptores.

Quimiorreceptores. Gusto y olfato. Tipos de Receptores. Características anatomofuncionales de estos sentidos, vías y centros.

2) Somestesia. Modalidades y submodalidades. Organización anátomo funcional jerárquica y en paralelo. Mecanorreceptores cutáneos y propioceptores. Tipos, estructura, transducción, adaptación rápida y lenta. Procesamiento central, vías lemniscal y ántero-lateral. Somatotopía. Cortezas somatosensoriales, procesamiento cortical.

3) Nocicepción - dolor. Definiciones. Características particulares de la sensibilidad dolorosa. Umbral, variabilidad, respuestas asociadas. Nociceptores, receptores tipo TRP. Fenómenos periféricos. Aferentes, asta posterior de la médula, procesamiento central. Control endógeno, mecanismos, estructuras y vías, opioides endógenos. Hiperalgnesia, dolor visceral y referido.

Sensibilidad térmica.

4) Visión. Propiedades ópticas del ojo, mecanismos pre receptorales, acomodación. Características de la sensibilidad visual. Visión fotópica y escotópica, sensibilidad absoluta y espectral, discriminación espacial y temporal, adaptación. Retina, sectores, conectividad. Fotoreceptores, fototransducción. Características y propiedades del sistema de conos y bastones. Bases de la sensibilidad espectral y visión de los colores. Procesamiento de la información visual en la retina. Células ganglionares, tipos, campos receptivos. Procesamiento central de la información visual, procesamiento serial y paralelo. Núcleos geniculados, corteza visual primaria y cortezas extraestriadas. Mapas retinotópicos. Tipos celulares, campos receptivos. Organización columnar de la corteza visual primaria. Función de las cortezas extraestriadas. Visión binocular. Vías extrageniculadas. Reflejo fotomotor.

6) Anatomía de la órbita y vías visuales. Órbita ósea. Compartimentos de la órbita. Vía visual. Anatomía y fisiología del globo ocular. Anatomía de la musculatura ocular extrínseca e intrínseca. Nervios oculomotores. Bases anatómicas de la motilidad ocular. Anatomía del sistema lagrimal.

7) Audición. Características del estímulo sonoro y capacidades de la sensibilidad auditiva. Funciones del oído externo y medio. Procesamiento periférico de la información auditiva. Oído interno, características anatomofuncionales. Mecánica de la membrana basilar. Células ciliadas, fenómeno de transducción. Función de células ciliadas internas y externas. Amplificación coclear. Análisis de frecuencia en la cóclea. Aferentes primarias auditivas, características de respuesta. Curvas de sintonía. Procesamiento central de la información auditiva: vías y estaciones, corteza auditiva. Estrategias para la codificación de la frecuencia, intensidad y localización de un estímulo sonoro. Sistema eferente auditivo, sistema olivococlear.

8) Anatomía del oído. El objetivo de la clase es sintetizar y destacar los aspectos más relevantes desde un punto de vista clínico-quirúrgico de la anatomía del oído y de la vía auditiva: - Anatomía del oído externo: Pabellón auricular y conducto auditivo. Anatomía del oído medio: Mastoides, Trompa de Eustaquio y Caja del tímpano. De esta última se presenta al estudiante una sistematización de su continente y contenido. Anatomía del oído interno: Laberinto óseo y laberinto membranoso, haciendo especial hincapié en el laberinto anterior. Vía auditiva: Origen, principales relevos sinápticos y terminación en corteza cerebral. Métodos de estudio: Funcionales (Emisiones otoacústicas, Potenciales evocados auditivos de tronco-encefálico y Audiograma y logo audiometría) e imagenológicos (TC con reconstrucción de oído y reconstrucciones 3D).

9) Sistema Vestibular. Estructura, receptores, estímulo adecuado, proceso de transducción y función de órganos otolíticos y canales semicirculares. Papel de las estructuras prerreceptoriales. Procesamiento central de la información vestibular. Conexiones centrales. Papel en el control de la postura. Reflejos vestíbulo-oculares. Nistagmus. Disfunción vestibular.

NT3: Sistemas Motores.

1) Generalidades de los sistemas motores. Diferentes tipos de movimientos: reflejos, movimientos de patrón estereotipado, movimientos rítmicos, movimientos voluntarios. Actos motores especiales: locomoción, manipulación, movimientos oculares. Mecanismos de control del tono y la postura en la ejecución del movimiento. Integración sensoriomotriz. Niveles de organización de la actividad motora. Organización jerárquica y en paralelo. La médula espinal, el tronco del encéfalo, la corteza cerebral, los núcleos grises de la base y el cerebelo en la organización de la actividad motora. Sistemas motores descendentes medial y lateral.

2) Organización anatómo funcional del músculo esquelético como efector de los sistemas motores. Unidad motora. Definición. Componentes. Tipos de UM de acuerdo a características anatómicas, bioquímicas y funcionales. Reclutamiento de distintas UMs en la ejecución del acto motor. mecanismos y consecuencias funcionales. Principio del tamaño. Códigos de frecuencia y de población en el desempeño de la actividad muscular.

3) Médula espinal y reflejos segmentarios. Nivel segmentario de la organización del acto motor. Grupos de motoneuronas, organización somatotópica y segregación funcional. Movimientos organizados a nivel de la médula espinal. Reflejos originados en receptores

musculares. Receptores musculares: huso neuromuscular y órgano tendinoso de Golgi, estructura y función. Inervación aferente y eferente. Fenomenología y las bases neurales del reflejo miotático: receptor, vía aferente, conexiones centrales, vía eferente y efector. Sistema Ia. Motoneuronas alfa y gamma. Control central del reflejo miotático. Bucle gamma. Unidad miotática. Reflejo miotático en la semiología neurológica: mecanismos. Aferentes originadas en los órganos tendinosos de Golgi, respuestas reflejas. Sistema Ib. Fenomenología y bases neurales del reflejo flexor. Inhibición recíproca, inhibición recurrente en la médula espinal.

4) Funciones motoras del tronco encefálico. Tono y postura, estabilidad de la postura. Mecanismos de control del tono y la postura en la ejecución del acto motor voluntario. Ajustes posturales. Vías rubroespinal, vestibuloespinal, reticuloespinal y tectoespinal: neuroanatomía y aspectos funcionales. Rigidez de descerebración: mecanismos. Reflejos de enderezamiento y reacciones posturales. Papel del tronco encefálico en la generación de eferencias rítmicas. Locomoción. Proyecciones descendentes originadas en el locus coeruleus y los núcleos del rafe. Movimientos oculares. Reflejo vestíbulo-oculomotor: fenomenología y bases neurales. Mecanismos y aplicación diagnóstica de las pruebas calóricas.

5) Funciones motoras de la corteza cerebral. La corteza motora en el esquema de organización general de los sistemas motores. Características estructurales generales de la corteza cerebral. Neo, paleo y arquicórtex. Neuronas principales o de proyección e interneuronas. Principales conexiones intra- y extracorticales. Organización columnar. Organización columnar en la corteza motora primaria: consecuencias funcionales. Áreas corticales vinculadas al acto motor: niveles jerárquicos. Variables del acto motor codificadas en la corteza motora primaria. Vía corticoespinal: origen, trayecto, terminación y características funcionales. Efectos de la lesión específica de las vías córticoespinal y córticonuclear. Organización somatotópica en el córtex motor primario. Regiones corticales involucradas en la planificación, inicio y ejecución del movimiento voluntario. Copia eferente y su vinculación con el control de la ejecución del acto motor. Manipulación y exploración sensorial. Relación con el concepto de integración sensoriomotora.

6) Funciones motoras del cerebelo. El cerebelo en el esquema de la organización general de los sistemas motores. Papel en el control de los movimientos voluntarios. Estructura y organización anatómofuncional. Corteza y núcleos cerebelosos profundos. Vestibulocerebelo, espinocerebelo y cerebrotocerebelo: entradas, salidas, estructuras implicadas y papel en el acto motor. Relación de estos sectores con los sistemas descendentes medial y lateral. Circuito característico del córtex cerebeloso aferencias y eferencias. Neurotransmisores. Fibras musgosas y trepadoras. El cerebelo en la organización de la actividad motora y en el aprendizaje motor. Lesiones cerebelosas, consecuencias funcionales. Funciones no-motoras.

7) Núcleos grises de la base. Funciones motoras y no motoras de los NGB. Organización anátomo-funcional de los NGB. Estructuras que los constituyen, conexiones aferentes y eferentes y su vinculación funcional. Circuitos funcionales paralelos y modelos propuestos de funcionamiento general. Conexiones intrínsecas, neurotransmisores y su efecto en las células blanco. Vías directa e indirecta. Participación en la organización y control de los movimientos y relación con los sistemas descendentes medial y lateral. Funciones

cognitivas de los NGB. Principales manifestaciones clínicas asociadas a la lesión o disfunción de los principales núcleos que integran los NGB. Fundamentos de estrategias terapéuticas actuales en relación a los déficits motores asociados.

NT4: Mecanismos homeostáticos generales.

1) Sistema nervioso autónomo. Organización anatómofuncional del SNA. Divisiones simpática y parasimpática del SNA, fibras pre- y postganglionares, efectores. Sinapsis ganglionar y neuroefectora. Neurotransmisores y receptores. Agentes colinérgicos y adrenérgicos. Médula suprarrenal. Funciones del SNA. Respuestas autonómicas segmentarias e integradas. Interacción entre las divisiones. Control suprasegmentario.

2) Hipotálamo. Concepto de homeostasis y medio interno. Sistemas de control, mecanismos de retroalimentación. Interocepción. Organización anatómofuncional del hipotálamo, núcleos, áreas y conexiones. Principales funciones de las distintas áreas del hipotálamo. Funciones integradoras del hipotálamo. Neuropeptidos. Control de la temperatura corporal. Control de la ingesta y peso corporal. Control de la ingesta de agua y la osmolaridad. Control de estados comportamentales.

3) Estados comportamentales. Ciclo sueño-vigilia. Ritmos biológicos. Bases neurales y moleculares. Ciclo sueño y vigilia. Fisiología y fenomenología. Etapas del sueño, sueño noREM y REM. Características comportamentales, polisomnográficas y humorales. Arquitectura del sueño en distintas etapas de la vida. Alteraciones del ritmo S-V. Mecanismos de generación y regulación de la vigilia y etapas del sueño. Modelos propuestos y estructuras responsables. Electroencefalograma, bases neurales, sincronización y desincronización del EEG.

NT5: Funciones cognitivas.

1) Aprendizaje y memoria. Definiciones conceptuales, vínculo aprendizaje - memoria. Tipos de aprendizaje: simple, condicionado, asociativo y no asociativo. Memoria, memoria implícita y explícita. Memoria de trabajo. Memoria de corto y largo plazo, consolidación, evocación. Localización de información. Papel del hipocampo en los procesos de memoria. Mecanismos a nivel neuronal y sináptico en procesos sencillos de memoria/aprendizaje.

2) Sistema límbico. Emociones y motivación. Generalidades. Organización anatómica del sistema límbico. Amígdala y cortezas límbicas. Papel del sistema límbico en las emociones y en la motivación. Influencia en la organización del comportamiento y en los procesos de aprendizaje y memoria. Papel asignado al sistema límbico en la adicción.

3) Funciones superiores. Lenguaje. Cortezas cerebrales de asociación: parietal, ténporoccipital, frontal. Principales funciones. Atención y reconocimiento. Funciones atribuidas a la corteza prefrontal. Lenguaje. Áreas involucradas en la expresión y comprensión del lenguaje. Afasias. Modelos. Lateralización hemisférica.

IV. Bibliografía recomendada:

Textos:

-Neuroscience. Purves. 5ta Edición. Sinauer

-Principles of neural sciences. Kandel, Schwartz y Jessell. 6ta edición. McGraw Hill, 2020

-Fisiología Humana, Cingolani-Houssay. 7ma Edición. El Ateneo, 2002

-Fundamental Neuroscience, Squire, Berg, Bloom. 4th Edition. Elsevier, Academic Press, 2014.

Materiales de estudio: Material aportado en plataforma EVA.

Anatomía:

-Anatomía de Gray: Bases Anatómicas de la Práctica Clínica, edición 41.

-Anatomía Humana. Latarjet-Ruiz Liard 2ª edición.