

**FICHA IDENTIFICATIVA****Datos de la Asignatura**

<b>Código</b>	40143
<b>Nombre</b>	Neurobiología de sistemas
<b>Ciclo</b>	Máster
<b>Créditos ECTS</b>	12.0
<b>Curso académico</b>	2023 - 2024

**Titulación(es)**

<b>Titulación</b>	<b>Centro</b>	<b>Curso</b>	<b>Periodo</b>
2074 - M.U. en Neurociencias Básicas y Aplicadas 09-V.1	Facultad de Ciencias Biológicas	1	Primer cuatrimestre

**Materias**

<b>Titulación</b>	<b>Materia</b>	<b>Caracter</b>
2074 - M.U. en Neurociencias Básicas y Aplicadas 09-V.1	1 - Neurobiología de sistemas	Obligatoria

**Coordinación**

<b>Nombre</b>	<b>Departamento</b>
LANUZA NAVARRO, ENRIQUE	357 - Biología Celular, Biología Funcional y Antropología Física
TERUEL MARTI, VICENT MANUEL	17 - Anatomía y Embriología Humana

**RESUMEN**

La materia Neurobiología de Sistemas se encuentra situada en el primer cuatrimestre del Máster en Neurociencias Básicas y Aplicadas de la Universitat de València. Comparte período lectivo con la Neurobiología Celular y Molecular y con la Neurobiología de la Conducta. Siendo la Neurobiología de Sistemas una materia bastante integradora (que se mueve entre los niveles celular/molecular y el comportamiento) se hace necesaria una estrecha coordinación con las otras dos materias del cuatrimestre en lo tocante a contenidos y a actividades. Es por ello que las Tutorías de inicio de curso se imparten conjuntamente para las 3 asignaturas.

Los objetivos generales de la asignatura Neurobiología de Sistemas son proporcionar al estudiante conocimientos básicos relativos a la organización del sistema nervioso en sistemas funcionales, reconocer la localización anatómica de sus centros en el encéfalo y la organización estructural de los mismos y entender cómo la actividad de los centros de cada uno de los sistemas funcionales contribuye a procesar la



información para conseguir la percepción sensorial, la toma de decisiones, la ejecución de pautas motoras y los procesos mentales más complejos como la cognición, la emoción o la memoria.

La elevada carga práctica de la materia pretende que el estudiante conozca los fundamentos de los métodos experimentales utilizados en el estudio de las relaciones anatomo-funcionales del sistema nervioso, y que adquiera destreza en el diseño experimental y el uso de las técnicas más habituales en este ámbito, que sea capaz de interpretar los resultados de los experimentos (y por tanto sea capaz de entender los resultados de artículos de neuroanatomía funcional y neurofisiología) y de entender sus implicaciones en el contexto del estado actual del conocimiento. Por último, la materia pretende contribuir a desarrollar la capacidad de comunicar a un público lego o especializado este tipo de trabajo experimental.

## CONOCIMIENTOS PREVIOS

### Relación con otras asignaturas de la misma titulación

No se han especificado restricciones de matrícula con otras asignaturas del plan de estudios.

### Otros tipos de requisitos

## COMPETENCIAS

### 2074 - M.U. en Neurociencias Básicas y Aplicadas 09-V.1

- Que los/las estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- Que los/las estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- Que los/las estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- Que los/las estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo
- Ser capaz de aplicar las técnicas de búsqueda, identificación, selección y recogida de información científica especializada, así como de los métodos que se han de tener en cuenta a la hora de examinar críticamente cualquier clase de fuentes y documentos científicos.



- Saber comunicar el conocimiento sobre neurociencia y sus implicaciones a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades, usando la lengua propia y el inglés.
- Comprender y conocer las bases neuroanatómicas, neurohistológicas, neuroquímicas y electrofisiológicas del sistema nervioso central y periférico
- Conocer la neurobiología de la percepción sensorial, la función motora y neuroendocrina, el aprendizaje, la memoria y la conducta así como las bases neurales de los trastornos psicológicos asociados y las estrategias terapéuticas
- Ser capaz de realizar una correlación ajustada de estructura-función asignando los elementos estructurales asociados a las principales vías nerviosas, entender sus relaciones, la biofísica y la neuroquímica de la interacción entre centros y el papel en la función global del sistema
- Saber aplicar el método científico a los estudios en neurociencias y poseer el espíritu crítico requerido para distinguir la información científica rigurosa de la pseudociencia
- Saber trabajar en equipos multidisciplinares y diseñar estrategias experimentales multidisciplinares en el ámbito de las neurociencias para la resolución de problemas biológicos complejos
- Saber trabajar de manera responsable y rigurosa en el laboratorio, considerando los aspectos de seguridad, manipulación y eliminación de residuos así como del correcto uso de los animales de experimentación y los principios éticos para la investigación en humanos.
- Conocer los principios éticos y legales de la investigación científica en neurociencias
- Comprender las aproximaciones experimentales y sus limitaciones, así como interpretar resultados científicos en neurociencias y saber elaborar y redactar informes que los describan
- Adquirir destrezas en el manejo de las metodologías empleadas en las neurociencias y en el registro anotado de actividades, así como en el manejo de programas informáticos para la obtención y análisis de los datos y la exposición de los resultados
- Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- Ser capaz de elaborar y estructurar una presentación en los distintos formatos de comunicación científica.

## **RESULTADOS DE APRENDIZAJE**

1. Demostrar comprensión de la organización estructural y funcional del sistema nervioso y de sus relaciones con otros sistemas.
2. Ser capaz de obtener de series de cortes histológicos de cerebro y aplicar de las técnicas de coloración, histoquímica e inmunocitoquímica convencionales.
3. Ser capaz de delimitar las principales divisiones del cerebro en cortes histológicos y de asignar una determinada región o núcleo cerebral a alguno de los sistemas funcionales



4. Mostrar capacidad de discriminar las subdivisiones presentes en una región del sistema nervioso en función de la distribución de determinados marcadores
5. Organizar eficazmente la información en exposiciones públicas sobre sistemas funcionales
6. Demostrar capacidad para plantear y resolver cuestiones teóricas y prácticas relacionadas con la Neurobiología de Sistemas.

En cuanto a las Habilidades Sociales, la materia tiene como objetivos conseguir que el estudiante:

- a. Sepa trabajar en grupos de forma coordinada aprovechando al máximo las habilidades individuales
- b. Sea capaz de participar en debates aportando ideas y argumentando razonadamente
- c. Sea capaz de elaborar críticas a los trabajos de otros, mostrando una actitud constructiva
- d. Sea capaz de aceptar las críticas y modificar sus puntos de vista con flexibilidad ante argumentos sólidos
- e. Pueda usar el inglés como lengua vehicular en neurociencias

## DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

### 1. Tema 1: Desarrollo del sistema nervioso

Diferenciación del neuroectodermo durante el desarrollo embrionario. Neurulación, de la placa neural al tubo neural (médula espinal y vesícula cefálica) y crestas neurales. Evolución de la vesícula cefálica a 3 vesículas: prosencéfalo, mesencéfalo y rombencéfalo. Formación de las placodas olfativas, nervios olfativos, placodas ópticas, retina, nervios ópticos y estructura del ojo. Formación de las placodas auditivas, oído y nervios y ganglios auditivos. Subdivisión de las 3 vesículas iniciales en las 5 definitivas (telencéfalo-hemisferios cerebrales, diencefalo, mesencéfalo, metencéfalo y mielencéfalo) y cerebelo. Desarrollo del SNP a partir de las crestas neurales.

### 2. Tema 2: Organización anatómica del sistema nervioso

Sistema Nervioso Central. Telencéfalo o cerebro: organización en sustancia gris y sustancia blanca (comisuras), hemisferios, sistema ventricular. Estructura en capas y funciones del neocórtex, paleocórtex e hipocampo. Anatomía y funciones básicas del estriado, la amígdala y el septum. Diencefalo: sistema ventricular, tálamo hipotálamo y epitálamo. Mesencéfalo: sistema ventricular. Anatomía y función del tectum (colículos visuales y auditivos), tegmentum (núcleos motores). Rombencéfalo: sistema ventricular. Organización columnar, haces de fibras y núcleos, formación reticular. Anatomía y función del cerebelo, puente, bulbo raquídeo. Médula espinal. Metamería en el SNC y periférico. Bases de las técnicas de neuroimagen en el estudio del encéfalo humano.





### **3. Tema 3: Sistemas sensoriales. Sentidos corporales y dolor.**

Células somatosensoriales primarias. Modalidades de somatosensibilidad: tacto (presión), temperatura y nocicepción. Organización anatómica (metamérica) de la somatosensibilidad: los dermatomas. Las vías nerviosas somatosensoriales: la columna dorsal y vía la espino-talámica. Organización del cortex somatosensorial. El dolor como sensibilidad adaptativa. Analgesia inducida (teoría de la compuerta) y endógena. Papel de los opioides. Hiperalgnesia y dolor neuropático. Farmacología del dolor y la analgesia. Investigación en dolor y analgesia. Modelos animales de estudio del dolor y la analgesia.

### **4. Tema 4. Sistemas visual y auditivo**

La retina, fotorreceptores y transducción visual. Elementos celulares y procesamiento retiniano. Campos receptores, concepto y ejemplos. Estructura del campo visual, la fóvea y los sistemas M y P. Vías visuales. El córtex visual: de células simples a las prosopagnosias. Sonidos, características del estímulo y exploración del entorno. La cóclea, células ciliadas y transducción auditiva. Vías auditivas: convergencia binaural y localización de la fuente sonora. Tonotopía. Procesamiento subcortical y cortical.

### **5. Tema 5. Sentidos químicos: Olfacción y gustación**

Sistemas olfativo y vomeronasal. Olores y feromonas, la hipótesis olfativa dual. Epitelio olfativo y transducción sensorial. La familia de los receptores olfativos, y la codificación de los olores. Procesamiento en el bulbo olfativo. Organización del córtex olfativo. Hipótesis sobre la neurobiología de la detección de olores. Olores, memorias y emociones. El sistema del gusto. Botones gustativos, sabores básicos y transducción sensorial. Vías gustativas. Gusto, olor y sabor: integración en el cortex insular. Aversión condicionada a sabores.

### **6. TEMA 6: Equilibrio, propiocepción y orientación**

Sistema vestibular y vías vestibulares eferentes: vestibulo-cerebelares, vestibulo-espinales, vestibulo-talámicas. Sistemas propioceptivos, receptores, vías lemniscas y espinocerebelosa. Cerebelo: circuitos intrínsecos y divisiones funcionales: vestíbulo-cerebelo, espino-cerebelo, cerebro-cerebelo. Mecanismos de orientación: sistemas oculomotor y de orientación de la cabeza, centros corticales y troncoencefálicos de control de la mirada. Sincronismos horizontal y vertical.

### **7. TEMA 7: Sistemas motores**

Mecanismos espinales de control motor: el huso neuromuscular y el órgano tendinoso de Golgi, reflejos espinales e integración espinal de los comandos motores. Sistemas motores descendentes: tractos cortico-bulbo-espinal, rubro-espinal, retículo-espinal, tecto-espinal y vestibulo-espinales. Áreas corticales motoras primaria, premotora, motora suplementaria y parietal posterior. Los ganglios basales, neurotransmisores implicados y enfermedades motoras asociadas. Visión de conjunto de los circuitos motores



## **8. TEMA 8: Hipotálamo, homeóstasis, ritmos y sueño**

Anatomía funcional del hipotálamo: el caso del estrés como ejemplo paradigmático. Bases neurales de los ritmos biológicos. Relojes biológicos endógenos y su regulación. Descripción fisiológica y conductual del sueño. Interpretación funcional del electroencefalograma. El polisomnograma. Sueño REM y no REM. Bases neurofisiológicas del sueño de ondas lentas y REM. Trastornos del sueño: narcolepsia, cataplexia y parasomnias.

## **9. TEMA 9: Neurobiología del aprendizaje y la memoria**

Tipos de memoria. Modelos animales para el estudio de la neurobiología del aprendizaje y la memoria. Habitación y sensibilización en *Aplysia*. Plasticidad sináptica. Memoria a corto plazo y a largo plazo. El papel de la vía AMP cíclico-PKA-MAPK-CREB. Aprendizaje asociativo. El papel de la amígdala en el condicionamiento clásico. El papel del hipocampo en el aprendizaje espacial (y la memoria explícita). Potenciación (y depresión) a largo plazo. Plasticidad estructural y memoria. Consolidación y reconsolidación.

## **10. PRÁCTICAS**

### **PRÁCTICA 1. Neuroanatomía Humana**

Disección del cerebro humano, anatomía macroscópica. Cortes sagitales, transversales y coronales. Segmentos. Tronco cerebral, cerebelo, pirámides, núcleos sensibles epicríticos, puente, colículos superior e inferior. Diencefalo, epitálamo, tálamo, subtálamo e hipotálamo. Núcleos basales, septum, amígdala, hipocampo, corteza, pedúnculos cerebrales. Esquema de irrigación.

### **PRÁCTICA 2. Estereotaxia**

Referencias craneales, Bregma, Lambda y el punto cero. Los atlas estereotáxicos. Escalas AP, ML y DV. Torretas, micropipetas, electrodos y cánulas. La inyección de trazadores, drogas o agentes neurotóxicos (lesión).

### **PRÁCTICA 3. Trazado de las aferencias a centros del cerebro emocional en roedores**

Revelado inmunocitoquímico de trazadores y neurotransmisores. En series de cortes de animales inyectados con fluorogold se practicará un revelado inmunocitoquímico con DAB. Se hará especial hincapié en las medidas de seguridad en el manejo de reactivos. Contrastar y cubrir los cortes revelados en la práctica ordenándolos en sentido rostrocaudal y dorsoventral. Esta técnica permitirá identificar las neuronas del telencéfalo que participan en la generación de miedo, a través de sus proyecciones sobre los circuitos mesencefálicos de la parálisis comportamental.

### **PRÁCTICA 4. Técnicas de neuroanatomía funcional: expresión de c-fos**

Revelado inmunohistoquímico de c-fos. Uso de controles. Montaje y estudio de las series. Aplicación al estudio de los circuitos de respuestas emocionales: amígdala central, sustancia gris periacueductal y modelos animales de miedo.

### **PRÁCTICA 5. Visita guiada a la Unidad del Dolor del Hospital General de Valencia.**

**PRÁCTICA 6.** Estudio e interpretación de las preparaciones de las prácticas 3 y 4. Guía para elaboración de la memoria de las prácticas.

**11. SEMINARIOS: Prácticas de aula**

PRÁCTICA DE AULA 1. El laboratorio del sueño. Análisis e interpretación de polisomnogramas y de registro vídeo del sueño. Ejemplos de patologías del sueño.

PRÁCTICA DE AULA 2. Interpretación de un paradigma de miedo condicionado (fear conditioning) sobre los datos crudos de freezing, lesiones y controles en el tronco cerebral.

**VOLUMEN DE TRABAJO**

ACTIVIDAD	Horas	% Presencial
Clases de teoría	36,00	100
Prácticas en laboratorio	18,00	100
Tutorías regladas	16,00	100
Seminarios	4,00	100
Otras actividades	3,00	100
Estudio y trabajo autónomo	150,00	0
Lecturas de material complementario	60,00	0
Preparación de clases de teoría	8,00	0
Preparación de clases prácticas y de problemas	5,00	0
<b>TOTAL</b>	<b>300,00</b>	

**METODOLOGÍA DOCENTE****METODOLOGÍA DOCENTE****A. Clases teóricas**

Se desarrollarán en 3 sesiones semanales de 1,5 horas, durante los aproximadamente 10 semanas del cuatrimestre, en aula en presencia de todos los estudiantes. Consistirán en lecciones magistrales y podrán incluir foros de discusión para la autoevaluación del trabajo del estudiante.

**B. Clases prácticas de laboratorio**

Se llevarán a cabo en el laboratorio en 6 sesiones de 3 horas, en grupos de 16 estudiantes que se desarrollarán de acuerdo con el calendario publicado a principio de curso. Durante las prácticas se llevarán a cabo diversos tipos de actividades que persiguen los siguientes objetivos: a) comprender la anatomía macroscópica del sistema nervioso para ser capaz de situar los sistemas funcionales en su contexto anatómico; b) aprender las técnicas básicas de estudio del sistema nervioso a nivel histológicos y su fundamento; c) ser capaz de estudiar, en material experimental original elaborado durante las prácticas por el estudiante y/o el profesorado, los circuitos cerebrales de alguno de los sistemas funcionales y/o la



organización de alguno de sus centros; d) entender cómo se investiga la actividad cerebral humana y cómo se evalúan algunas de sus disfunciones.

### **C. Seminarios o prácticas de aula**

Esta actividad se desarrolla en grupo completo, en el aula o aula de informática. Consiste en el planteamiento de problemas o supuestos prácticos que los alumnos deberán resolver en grupos de trabajo. Al final de la clase, se llevará a cabo una discusión conjunta de los problemas y sus posibles soluciones, haciendo hincapié en los fundamentos teóricos de la respuesta y la metodología empleada para abordar los problemas.

### **D. Tutorías grupales de inicio de curso**

Se desarrollan en grupos de 16 estudiantes, en 10 sesiones de 2 horas al inicio de curso (las dos primeras semanas) y tienen como objetivo actualizar los conocimientos del estudiante sobre aspectos curriculares fundamentales para la comprensión de los conceptos básicos de las neurociencias.

Tras estas tutorías, el alumno deberá superar unas pruebas de evaluación. La superación de esta evaluación (al menos un 50% de la nota máxima) será requisito indispensable para poder examinarse de la materia, además de usarse para el cálculo de la nota final de la asignatura.

## **EVALUACIÓN**

La evaluación del aprendizaje de los conocimientos y habilidades adquiridos por los alumnos tendrá en cuenta todas las facetas del mismo. Será por lo tanto muy importante la relación alumno-profesor y el conocimiento por parte de éste del grado de aprendizaje alcanzado por el alumno, lo que vendrá facilitado por las tutorías personalizadas. Además, a fin de poder dar una calificación numérica del grado de conocimientos y habilidades alcanzadas por el alumno, se llevarán a cabo diferentes pruebas que intentarán medir estos a partir de las diferentes actividades docentes desarrolladas. Así:

A. Evaluación de las tutorías grupales de inicio de curso (15%): Sólo se podrá realizar las pruebas finales teórica y práctica de la asignatura una vez superada la evaluación de las tutorías de inicio de curso. La nota de las tutorías constituye el 15% de la calificación de la materia.





**B. Evaluación de los conocimientos de teoría (50%):** Se hará una evaluación de los conceptos trabajados en las sesiones teóricas mediante la realización de pruebas con cuestiones y / o preguntas de tipo test. Parte de estas pruebas se realizarán a lo largo del curso, y parte en forma de prueba final. El peso final de las tareas realizadas a lo largo del curso será un 10% y el de la prueba final un 40%.

**C. Evaluación de los conocimientos y habilidades prácticas (10%):** Se exige la asistencia al 80% de las clases prácticas (de laboratorio y de aula). Se hará una evaluación mediante la realización de pruebas con cuestiones y / o preguntas de tipo test sobre abordaje experimental de problemas neurobiológicos o la interpretación de los resultados de experimentos como los planteados en las clases de prácticas.

**D. Memoria de prácticas (25%):** Los alumnos elaborarán una memoria de las prácticas en grupos de 2-3 personas que será evaluada atendiendo a la concreción, claridad y material bibliográfico utilizado.

**NOTA FINAL:** la suma de todas las partes (tutorías 15%, examen de teoría 40%, actividades realizadas a lo largo del curso 10%, examen de prácticas 10%, memoria de prácticas 25%). Será imprescindible la obtención de al menos 4 puntos de 10 en el examen de teoría para realizar el cómputo total.

**Segunda convocatoria:** si el estudiante no ha superado la asignatura en la primera convocatoria, se guardan las notas de las partes aprobadas (tutorías, prácticas, actividades realizadas durante el curso y memoria de prácticas)

## REFERENCIAS

### Básicas

- El uso de alguno de los libros listados a continuación es necesario para el trabajo en la asignatura, por lo que se recomienda al estudiante la adquisición de alguno de ellos.  
Breedlove SM, Watson NV, Rosenzweig MR. 2010. *Biological Psychology: An Introduction to Behavioral, Cognitive, and Clinical Neuroscience*, Sixth Edition. Edición española de Ariel, de 2005  
Carlson NR. 2009. *Fisiología de la conducta*. 8a edición. Madrid: Pearson Educación. Edición inglesa, *Physiology of Behavior*, por la misma editorial (de Allyn and Bacon)  
Kalat JD. 2009. *Biological Psychology*. Wadsworth Cengage Learning.  
Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TH. 2001. *Principios de neurociencia*. McGraw-Hill Interamericana de España, 1400 páginas. Edición inglesa por la misma editorial en 2000  
Purves D, Augustine, Fitzpatrick, Hall, LaMantia, McNamara, White. 2007. *Neurociencia*. 3a Edición. Editorial Médica Panamericana. Cuarta Edición inglesa en 2008, de Sinauer.  
Squire LR, Berg D, Bloom FE, du Lac S, Ghosh A, Spitzer NC. 2008. *Fundamental*



Neuroscience, 3rd Edition. Academic Press.

### Complementarias

- Cardinali DP. 2007. Neurociencia Aplicada: Sus fundamentos. Ed. Panamericana, Buenos Aires y Madrid
- Martin JH. 1998. Neuroanatomía (segunda edición). Prentice-Hall. Madrid
- Paxinos G (Ed). The Rat Nervous System (Third Edition). Academic Press. ISBN: 978-0-12-547638-6
- Paxinos G, Franklin KBJ. 2001. The Mouse Brain in Stereotaxic Coordinates. Academic Press, San Diego.
- Paxinos G, Watson C. 2007. The Rat Brain in Stereotaxic Coordinates, 6th Edition. Academic Press, San Diego. Book w/ CD-ROM, Reference
- Puelles L, Martínez-Pérez S, Martínez de la Torre M. 2008. Neuroanatomía. Ed. Panamericana, Buenos Aires y Madrid