

**FITXA IDENTIFICATIVA****Dades de l'Assignatura**

<b>Codi</b>	40143
<b>Nom</b>	Neurobiologia de sistemes
<b>Cicle</b>	Màster
<b>Crèdits ECTS</b>	12.0
<b>Curs acadèmic</b>	2022 - 2023

**Titulació/titulacions**

<b>Titulació</b>	<b>Centre</b>	<b>Curs</b>	<b>Període</b>
2074 - M.U.Neur.Bàs.Apl.07	Facultat de Ciències Biològiques	1	Primer quadrimestre

**Matèries**

<b>Titulació</b>	<b>Matèria</b>	<b>Caràcter</b>
2074 - M.U.Neur.Bàs.Apl.07	1 - Neurobiologia de sistemes	Obligatòria

**Coordinació**

<b>Nom</b>	<b>Departament</b>
LANUZA NAVARRO, ENRIQUE	357 - Biologia Cel·lular, Biologia Funcional i Antropologia Física
TERUEL MARTI, VICENT MANUEL	17 - Anatomia i Embriologia Humana

**RESUM**

La matèria Neurobiologia de Sistemes es troba situada al primer quadrimestre del Màster en Neurociències Bàsiques i Aplicades de la Universitat de València. Comparteix període lectiu amb la Neurobiologia Cel·lular i Molecular i amb la Neurobiologia de la Conducta. Sent la Neurobiologia de Sistemes una matèria bastant integradora (que es mou entre els nivells cel·lular / molecular i el comportament) es fa necessària una estreta coordinació amb les altres dues matèries del quadrimestre pel que fa a continguts i activitats .

Els objectius generals de l'assignatura Neurobiologia de Sistemes són proporcionar a l'estudiant coneixements bàsics relatius a l'organització del sistema nerviós en sistemes funcionals, reconèixer la localització anatòmica dels seus centres a l'encèfal i l'organització estructural dels mateixos i entendre com l'activitat dels centres de cada un dels sistemes funcionals contribueix a processar la informació per aconseguir la percepció sensorial, la presa de decisions, l'execució de pautes motores i els processos mentals més complexos com la cognició, l'emoció o la memòria.



L'elevada càrrega pràctica de la matèria pretén que l'estudiant conegui els fonaments dels mètodes experimentals utilitzats en l'estudi de les relacions anatomo-funcionals del sistema nerviós, i que adquireixi destresa en el disseny experimental i l'ús de les tècniques més habituals en aquest àmbit, que sigui capaç d'interpretar els resultats dels experiments (i per tant sigui capaç d'entendre els resultats d'articles de neuroanatomia funcional i neurofisiologia) i d'entendre les seves implicacions en el context de l'estat actual del coneixement. Finalment, la matèria pretén contribuir a desenvolupar la capacitat de comunicar a un públic amb coneiximents bàsics o especialitzats aquest tipus de treball experimental.

## CONEIXEMENTS PREVIS

### Relació amb altres assignatures de la mateixa titulació

No heu especificat les restriccions de matrícula amb altres assignatures del pla d'estudis.

### Altres tipus de requisits

## COMPETÈNCIES (RD 1393/2007) // RESULTATS DE L'APRENENTATGE (RD 822/2021)

### 2074 - M.U.Neur.Bàs.Apl.07

- Que els estudiants sàpiguen aplicar els coneixements adquirits i la seua capacitat de resolució de problemes en entorns nous o poc coneguts dins de contextos més amplis (o multidisciplinaris) relacionats amb la seua àrea d'estudi.
- Que els estudiants siguen capaços d'integrar coneixements i afrontar la complexitat de formular judicis a partir d'una informació que, sent incompleta o limitada, incloga reflexions sobre les responsabilitats socials i ètiques vinculades a l'aplicació dels seus coneixements i judicis.
- Que els estudiants sàpiguen comunicar les conclusions (i els coneixements i les raons últimes que les sustenten) a públics especialitzats i no especialitzats d'una manera clara i sense ambigüitats.
- Que els estudiants posseïsquen les habilitats d'aprenentatge que els permeten continuar estudiant d'una forma que haurà de ser en gran manera autodirigida o autònoma.
- 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 coneixement sobre neurociència i les seues implicacions a públics especialitzats i no especialitzats d'una manera clar i sense ambigüitats, usant la llengua pròpia i l'anglès.
- Comprendre i conèixer les bases neuroanatòmiques, neurohistològiques, neuroquímiques i electrofisiològiques del sistema nerviós central i perifèric.



- Conèixer la neurobiologia de la percepció sensorial, la funció motora i neuroendocrina, l'aprenentatge, la memòria i la conducta així com les bases neurals dels trastorns psicològics associats i les estratègies terapèutiques.
- Ser capaç de realitzar una correlació ajustada d'estructura-funció assignant els elements estructurals associats a les principals vies nervioses, entendre les seues relacions, la biofísica i la neuroquímica de la interacció entre centres i el paper en la funció global del sistema.
- Saber aplicar el mètode científic als estudis en neurociències i posseir l'esperit crític requerit per distingir la informació científica rigorosa de la pseudociència.
- Saber treballar en equips multidisciplinaris i dissenyar estratègies experimentals multidisciplinàries en l'àmbit de les neurociències per a la resolució de problemes biològics complexos.
- Saber treballar de manera responsable i rigorosa al laboratori, considerant els aspectes de seguretat, manipulació i eliminació de residus, així com de l'ús correcte dels animals d'experimentació i els principis ètics per a la investigació en humans.
- Conèixer els principis ètics i legals de la investigació científica en neurociències.
- Comprendre les aproximacions experimentals i les seues limitacions, així com interpretar resultats científics en neurociències i saber elaborar i redactar informes que els descriuen.
- Adquirir destreses en el maneig de les metodologies usades en les neurociències i en el registre anotat d'activitats, així com en el maneig de programes informàtics per a l'obtenció i l'anàlisi de les dades i l'exposició dels resultats.
- Posseir i comprendre coneixements que aportin una base o oportunitat de ser originals en el desenvolupament i / o aplicació d'idees, sovint en un context de recerca.
- Ser capaç d'elaborar i estructurar una presentació en els distints formats de comunicació científica.

## **RESULTATS D'APRENTATGE (RD 1393/2007) // SENSE CONTINGUT (RD 822/2021)**

- 1 . Demostrar comprensió de l'organització estructural i funcional del sistema nerviós i de les seves relacions amb altres sistemes .
- 2 . Ser capaç d'obtenir de sèries de talls histològics de cervell i aplicar de les tècniques de coloració , histoquímica i immunocitoquímica convencionals .
- 3 . Ser capaç de delimitar les principals divisions del cervell en talls histològics i d'assignar una determinada regió o nucli cerebral a algun dels sistemes funcionals
- 4 . Mostrar capacitat de discriminar les subdivisions presents en una regió del sistema nerviós en funció de la distribució de determinats marcadors
- 5 . Organitzar eficaçment la informació en exposicions públiques sobre sistemes funcionals



6 . Demostrar capacitat per a plantejar i resoldre qüestions teòriques i pràctiques relacionades amb la Neurobiologia de Sistemes .

Referent a les Habilitats Socials, la matèria té com a objectius aconseguir que l'estudiant :

- a . Sàpiga treballar en grups de forma coordinada aprofitant al màxim les habilitats individuals
- b . Sigui capaç de participar en debats aportant idees i argumentant raonadament
- c . Sigui capaç d'elaborar crítiques als treballs d'altres , mostrant una actitud constructiva
- d. Sigui capaç d'acceptar les crítiques i modificar els seus punts de vista amb flexibilitat davant arguments sòlids
- e . Pugui usar l'anglès com a llengua vehicular en neurociències

## DESCRIPCIÓ DE CONTINGUTS

### 1. Tema 1: Desenvolupament del sistema nerviós

Diferenciació del neuroectoderm durant el desenvolupament embrionari. Neurulació, de la placa neural al tub neural (medul·la espinal i vesícula cefàlica) i crestes neurals. Evolució de la vesícula cefàlica a 3 vesícules: prosencèfal , mesencèfal i rombencèfal . Formació de les placodes olfatives, nervis olfactius, placodes òptiques, retina, nervis òptics i estructura de l'ull. Formació de les placodes auditives, oïda i nervis i ganglis auditius. Subdivisió de les 3 vesícules inicials en les 5 definitives (telencèfal - hemisferis cerebrals, diencèfal, mesencèfal, metencèfal i mielencèfal) i cerebel. Desenvolupament del SNP a partir de les crestes neurals.

### 2. Tema 2: Organització anatòmica del sistema nerviós

Sistema nerviós central. Telencèfal o cervell: organització en substància grisa i substància blanca (comissures), hemisferis, sistema ventricular. Estructura en capes i funcions del neocòrtex, paleocòrtex i hipocamp. Anatomia i funcions bàsiques de l'estriat, l'amígdala i el septum. Diencèfal: sistema ventricular, tàlem, hipotàlem i epitàlem. Mesencèfal: sistema ventricular. Anatomia i funció del tectum (colicles visuals i auditius), tegmentum (nuclis motors). Rombencèfal: sistema ventricular. Organització columnar, feixos de fibres i nuclis, formació reticular. Anatomia i funció del cerebel, pont, bulb raquidi. Medul·la espinal . Metameria en el SNC i perifèric. Bases de les tècniques de neuroimatge en l'estudi de l'encèfal humà.

### 3. Tema 3: Sistemes sensorials. Sentits corporals i dolor.

Cèl·lules somatosensorials primàries. Modalitats de somatosensibilitat: tacte (pressió), temperatura i nocicepció. Organització anatòmica (metamèrica) de la somatosensibilitat: els dermatomaes. Les vies nervioses somatosensorials: la columna dorsal i via la espino-talàmica. Organització del còrtex somatosensorial. El dolor com a sensibilitat adaptativa. Analgèsia induïda (teoria de la comporta) i endògena. Paper dels opioïdes. Hiperalgèsia i dolor neuropàtic. Farmacologia del dolor i l'analgèsia.





Recerca en dolor i analgèsia. Models animals d'estudi del dolor i l'analgèsia.

#### **4. Tema 4. Sistemes visual i auditiu**

La retina, fotoreceptors i transducció visual. Elements cel·lulars i processament a la retina. Camps receptors, concepte i exemples. Estructura del camp visual, la fòvea i els sistemes M i P. Vies visuals. El còrtex visual: de cèl·lules simples a les prosopagnosies. Sons, característiques de l'estímul i exploració de l'entorn. La còclea, cèl·lules ciliades i transducció auditiva. Vies auditives: convergència binaural i localització de la font sonora. Tonotopia. Processament subcortical i cortical.

#### **5. Tema 5. Sentits químics: Olfacció i gustació**

Sistemes olfatiu i vomeronasal. Olor i feromones, la hipòtesi olfactiva dual. Epiteli olfatiu i transducció sensorial. La família dels receptors olfatius i la codificació de les olors. Processament en el bulb olfatiu. Organització del còrtex olfatiu. Hipòtesi sobre la neurobiologia de la detecció d'olors. Olor, memòries i emocions. El sistema del gust. Botons gustatius, sabors bàsics i transducció sensorial. Vies gustatives. Gust, olor i sabor: integració en el còrtex insular. Aversió condicionada a sabors.

#### **6. TEMA 6: Equilibri, propiocepció i orientació**

Sistema vestibular i vies vestibulars eferents: vestibul-cerebelars, vestibul-espinals, vestibul-talàmiques. Sistemes propioceptius, receptors, vies lemniscal i espinocerebelosa. Cerebel: circuits intrínsecs i divisions funcionals: vestibul-cerebel, espino-cerebel, cervell-cerebel. Mecanismes d'orientació: sistemes oculomotor i d'orientació del cap, centres corticals i troncoencefàlics de control de la mirada. Sincronismes horitzontal i vertical.

#### **7. TEMA 7: Sistemes motors**

Mecanismes espinals de control motor: el fus neuromuscular i l'òrgan tendinós de Golgi, reflexos espinals i integració espinal dels comandaments motors. Sistemes motors descendents: tractes cortico-bulb-espinal, rubro-espinal, reticle-espinal, tecto-espinal i vestibul-espinals. Àrees corticals motores primària, premotora, motora suplementària i parietal posterior. Els ganglis basals, neurotransmissors implicats i malalties motores associades. Visió de conjunt dels circuits motors.

#### **8. TEMA 8: Hipotàlam, homeòstasi, ritmes i son**

Anatomia funcional de l'hipotàlem: el cas de l'estrès com a exemple paradigmàtic. Bases neurals dels ritmes biològics. Relotges biològics endògens i la seva regulació. Descripció fisiològica i conductual del son. Interpretació funcional del electroencefalograma. El polisomnograma. Son REM i no REM. Bases neurofisiològiques del somni d'ones lentes i REM. Trastorns del son: narcolèpsia, cataplexia i parasòmnia.



## **9. TEMA 9: Neurobiologia de l'aprenentatge i la memòria**

Tipus de memòria. Models animals per a l'estudi de la neurobiologia de l'aprenentatge i la memòria. Habitució i sensibilització en *Aplysia*. Plasticitat sinàptica. Memòria a curt termini i a llarg termini. El paper de la via AMP cíclic - PKA - MAPK - CREB. Aprenentatge associatiu. El paper de l'amígdala en el condicionament clàssic. El paper de l'hipocamp en l'aprenentatge espacial (i la memòria explícita). Potenciació (i depressió) a llarg termini. Plasticitat estructural i memòria. Consolidació i reconsolidació.

## **10. PRÀCTIQUES**

### **PRÀCTICA 1. Neuroanatomia Humana**

Dissecció del cervell humà, anatomia macroscòpica. Talls sagitals, transversals i coronals. Segments. Tronc cerebral, cerebel, piràmides, nuclis sensibles epicrítics, pont, colicles superior i inferior. Diencèfal, epitèlem, tàlem, subtàlem i hipotàlem. Nuclis basals, septum, amígdala, hipocamp, escorça, peduncles cerebrals. Esquema d'irrigació.

### **PRÀCTICA 2. Estereotaxia**

Referències cranials, Bregma, Lambda i el punt zero. Els atlas estereotàxics. Escales AP, ML i DV. Torretes, micropipetes, elèctrodes i cànules. La injecció de traçadors, drogues o agents neurotòxics (lesió).

### **PRÀCTICA 3. Traçat de les aferències a centres del cervell emocional en rosegadors**

Revelat immunocitoquímic de traçadors i neurotransmissors. En sèries de talls d'animals injectats amb fluorogold es practicarà un revelat immunocitoquímic amb DAB. Es farà especial èmfasi en les mesures de seguretat en el maneig de reactius. Contrastar i cobrir els talls revelats en la pràctica ordenant-los en sentit rostrocaudal i dorsoventral. Aquesta tècnica permetrà identificar les neurones del telencèfal que participen en la generació de por, a través dels seus projeccions sobre els circuits mesencefàlics de la paràlisi comportamental.

### **PRÀCTICA 4. Tècniques de neuroanatomia funcional: expressió de c-fos**

Revelat immunohistoquímic de c-fos. Ús de controls. Muntatge i estudi de les sèries. Aplicació a l'estudi dels circuits de respostes emocionals: amígdala central, substància grisa periacueductal i models animals de por.

### **PRÀCTICA 5. Visita guiada a la Unitat del Dolor de l'Hospital General de València.**

**PRÀCTICA 6.** Estudi i interpretació de les preparacions de les pràctiques 3 i 4. Guia per a elaboració de la memòria de les pràctiques.

## **11. SEMINARIS: Pràctiques d'aula**

**PRÀCTICA D'AULA 1.** El laboratori del son. Anàlisi i interpretació de polisomnogrames i de registre vídeo del son. Exemples de patologies del son.

**PRÀCTICA D'AULA 2.** Interpretació d'un paradigma de por condicionada (fear conditioning) sobre les dades de comportament de freezing, lesions i controls en el tronc cerebral.

**VOLUM DE TREBALL**

ACTIVITAT	Hores	% Presencial
Classes de teoria	36,00	100
Pràctiques en laboratori	18,00	100
Tutories reglades	16,00	100
Seminaris	4,00	100
Altres activitats	3,00	100
Estudi i treball autònom	150,00	0
Lectures de material complementari	60,00	0
Preparació de classes de teoria	8,00	0
Preparació de classes pràctiques i de problemes	5,00	0
<b>TOTAL</b>	<b>300,00</b>	

**METODOLOGIA DOCENT****METODOLOGIA DOCENT**

## A. Classes teòriques

Es desenvoluparan en 3 sessions setmanals de 1,5 hores, durant els aproximadament 10 setmanes del quadrimestre, en aula en presència de tots els estudiants. Consistiran en lliçons magistrals i podran incloure fòrums de discussió per a l'autoavaluació de la feina de l'estudiant.

## B. Classes pràctiques de laboratori

Es duran a terme al laboratori en 6 sessions de 3 hores, en grups de 16 estudiants que es desenvoluparan d'acord amb el calendari publicat a principi de curs. Durant les pràctiques es duran a terme diversos tipus d'activitats que persegueixen els següents objectius: a) comprendre l'anatomia macroscòpica de el sistema nerviós per ser capaç de situar els sistemes funcionals en el seu context anatòmic; b) aprendre les tècniques bàsiques d'estudi de el sistema nerviós a nivell histològics i el seu fonament; c) ser capaç d'estudiar, en material experimental original elaborat durant les pràctiques per l'estudiant i / o el professorat, els circuits cerebrals d'algun dels sistemes funcionals i / o l'organització d'algun dels seus centres; d) entendre com s'investiga l'activitat cerebral humana i com s'avaluen algunes de les seves disfuncions.

## C. Seminaris o pràctiques d'aula

Aquesta activitat es desenvolupa en grup complet, a l'aula o aula d'informàtica. Consisteix en el plantejament de problemes o supòsits pràctics que els alumnes hauran de resoldre en grups de treball. A la fi de la classe, es durà a terme una discussió conjunta dels problemes i les possibles solucions, posant l'accent en els fonaments teòrics de la resposta i la metodologia emprada per abordar els problemes.



#### D. Tutories grupals d'inici de curs

Es desenvolupen en grups de 16 estudiants, en 10 sessions de 2 hores a l'inici de curs (les dues primeres setmanes) i tenen com a objectiu actualitzar els coneixements de l'estudiant sobre aspectes curriculars fonamentals per a la comprensió dels conceptes bàsics de les neurociències.

Després d'aquestes tutories, l'alumne haurà de superar unes proves d'avaluació. La superació d'aquesta avaluació (al menys un 50% de la nota màxima) serà requisit indispensable per a poder examinar-se de la matèria, a més d'usar-se per al càlcul de la nota final de l'assignatura.

## AVALUACIÓ

L'avaluació de l'aprenentatge dels coneixements i habilitats adquirits pels alumnes tindrà en compte totes les facetes de la mateixa. Serà per tant molt important la relació alumne-professor i el coneixement per part d'aquest del grau d'aprenentatge assolit per l'alumne, el que vindrà facilitat per les tutories personalitzades. A més, per tal de poder donar una qualificació numèrica del grau de coneixements i habilitats assolides per l'alumne, es duran a terme diferents proves que intentaran mesurar aquests a partir de les diferents activitats docents desenvolupades. així:

- A. Avaluació de les tutories grupals d'inici de curs (15%): Només es podrà realitzar les proves finals teòrica i pràctica de l'assignatura una vegada superada l'avaluació de les tutories d'inici de curs. La nota de les tutories constitueix el 15% de la qualificació de la matèria.
- B. Avaluació dels coneixements de teoria (50%): Es farà una avaluació dels conceptes treballats en les sessions teòriques mitjançant la realització de proves amb qüestions i / o preguntes de tipus test. Part d'aquestes proves es realitzaran al llarg de el curs, i part en forma de prova final. el pes final de les tasques realitzades al llarg de el curs serà un 10% i el de la prova final un 40%.
- C. Avaluació dels coneixements i habilitats pràctiques (10%): S'exigeix l'assistència al 80% de les classes pràctiques (de laboratori i d'aula). Es farà una avaluació mitjançant la realització de proves amb qüestions i / o preguntes de tipus test sobre abordatge experimental de problemes neurobiològics o la interpretació dels resultats d'experiments com els plantejats en les classes de pràctiques.
- D. Memòria de pràctiques (25%): Els alumnes elaboraran una memòria de les pràctiques en grups de 2-3 persones que serà avaluada tenint en compte la concreció, claredat i material bibliogràfic utilitzat.

**NOTA FINAL:** la suma de totes les parts (tutories 15%, examen de teoria 40%, activitats realitzades al llarg de el curs 10%, examen de pràctiques 10%,

memòria de pràctiques 25%). Serà imprescindible l'obtenció de al menys 4 punts de 10 en l'examen de teoria per a realitzar el còmput total.

Segona convocatòria: si l'estudiant no ha superat l'assignatura en la primera convocatòria, es guarden les notes de les parts aprovades (tutories,





pràctiques, activitats realitzades durant el curs i memòria de pràctiques)

## REFERÈNCIES

### Bàsiques

- 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.

### Complementàries

- Cardinali DP. 2007. Neurociencia Aplicada: Sus fundamentos. Ed. Panamericana, Buenos Aires y Madrid  
Martin JH. 1998. Neuroanatomia (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. Neuroanatomia. Ed. Panamericana, Buenos Aires y Madrid