

20-21

MÁSTER UNIVERSITARIO EN I.A.  
AVANZADA: FUNDAMENTOS, MÉTODOS  
Y APLICACIONES

# GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



## MÉTODOS NEURONALES BIOINSPIRADOS

CÓDIGO 31101201

UNED

20-21

MÉTODOS NEURONALES BIOINSPIRADOS  
CÓDIGO 31101201

# ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN  
REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA  
EQUIPO DOCENTE  
HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE  
COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE  
RESULTADOS DE APRENDIZAJE  
CONTENIDOS  
METODOLOGÍA  
SISTEMA DE EVALUACIÓN  
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA  
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA  
RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

Nombre de la asignatura	MÉTODOS NEURONALES BIOINSPIRADOS
Código	31101201
Curso académico	2020/2021
Título en que se imparte	MÁSTER UNIVERSITARIO EN I.A. AVANZADA: FUNDAMENTOS,MÉTODOS Y APLICACIONES
Tipo	CONTENIDOS
Nº ETCS	6
Horas	150.0
Periodo	ANUAL
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

## PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

El objetivo de esta asignatura es proporcionar al estudiante una visión global de los cuatro tipos de mecanismos neuronales (de percepción, acción motora, asociación y adaptación-aprendizaje) que subyacen al comportamiento adaptativo de un sistema biológico que interactúa con su medio. A la vez, se explora la utilidad de estos mecanismos bioinspirados en visión artificial y en robótica.

El contenido se estructura en torno al lazo de realimentación medio-sistema que integra la percepción con la acción, tal como corresponde a una visión de la inteligencia “de abajo hacia arriba”, dejando explícitos los mecanismos conexionistas de los que emerge el comportamiento adaptativo al que un observador externo llama inteligente.

## REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

No hay requisitos previos diferentes de los generales de acceso a este máster orientado a la investigación. Sin embargo, dada la orientación bioinspirada y metodológica de esta asignatura, sería conveniente que el estudiante conociera los distintos paradigmas, la distinción entre los distintos niveles y dominios en los que se puede describir un cálculo (como respuesta de un sistema que interacciona con su entorno) y algunas bases neurofisiológicas de la computación neuronal.

## EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos	JOSE MANUEL CUADRA TRONCOSO
Correo Electrónico	jmcuadra@dia.uned.es
Teléfono	91398-7144
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIERÍA INFORMÁTICA
Departamento	INTELIGENCIA ARTIFICIAL
Nombre y Apellidos	JOSE RAMON ALVAREZ SANCHEZ (Coordinador de asignatura)
Correo Electrónico	jas@dia.uned.es
Teléfono	91398-7199
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIERÍA INFORMÁTICA
Departamento	INTELIGENCIA ARTIFICIAL

## HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

La tutorización de los estudiantes se llevará a cabo principalmente a través del curso virtual correspondiente en la plataforma de e-Learning de la UNED, que proporciona foros para comunicación, almacenes de material y mecanismos para la recogida de las actividades de evaluación.

También se atenderán dudas o consultas específicas durante el periodo lectivo, preferentemente por email, dirigidas directamente al equipo docente:

Email: jras@dia.uned.es

José Ramón Álvarez Sánchez (coordinador)

Dpto. de Inteligencia Artificial

E.T.S.I. Informática - UNED

cl. Juan del Rosal, 16

E-28040 - Madrid

Teléfono: +34-91-398-7199 (lunes de 15:00 a 19:00 h.).

Email: jmcuadra@dia.uned.es

José Manuel Cuadra Troncoso

Dpto. de Inteligencia Artificial

E.T.S.I. Informática - UNED

cl. Juan del Rosal, 16

E-28040 - Madrid

Teléfono: +34-91-398-7144 (lunes de 15:00 a 19:00 h.).

## COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

### Competencias Básicas:

CB6 - 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

CB7 - Que los 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

CB8 - Que los 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

CB9 - Que los 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

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

### Competencias Generales:

CG1 - Que los 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.

CG2 - Que los 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.

CG3 - Que los 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.

CG4 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

### **Competencias Específicas:**

CE1 - Conocer los fundamentos de la Inteligencia Artificial y las fronteras actuales en investigación.

CE2 - Conocer un conjunto de métodos y técnicas tanto simbólicas como conexionistas y probabilistas, para resolver problemas propios de la Inteligencia Artificial.

CE3 - Conocer los procedimientos específicos de aplicación de estos métodos a un conjunto relevante de dominio (educación, medicina, ingeniería, sistemas de seguridad y vigilancia, etc.), que representan las áreas más activas de investigación en IA.

## **RESULTADOS DE APRENDIZAJE**

- Distinguir los distintos tipos de métodos usados para abordar la solución de tareas en IA en términos de su carácter simbólico o conexionista y saber cuándo son adecuados unos u otros en función del balance entre datos y los conocimientos declarativos explícitos disponibles y en función también del tipo de interfaz con el medio (un humano a un robot).
- Tener argumentos para defender el carácter no excluyente, ni reduccionista, de la aproximación basada en mecanismos conexionistas.
- Conocer al modelo general de computación neuronal y la forma de codificar las señales de entrada y salida en términos de líneas etiquetadas.
- Conocer los modelos más usados en funciones de cálculo local analógicas estáticas y dinámicas.
- Conocer los algoritmos básicos de aprendizaje en métodos neuronales.
- Saber usar algunos de los neurosimuladores básicos.
- Saber distinguir entre función de un circuito o un tejido con una localización muy concreta y un sistema funcional completo que involucra la cooperación de distintas estructuras neuronales.
- Comprender las enormes dificultades que arrastra el asociar funciones externas a la actividad coordinada de un conjunto de redes neuronales (problema de la ingeniería inversa).

- Entender el problema de la representación del medio y las tres fases usadas por la biología: sensación (repetida para cada modalidad sensorial), percepción (primer nivel de semántica) y conceptualización (a través de la asociación plurisensorial).
- Ser consciente de los procesos espacio-temporales que son necesarios realizar sobre un conjunto de señales físicas para dotarlas de la capacidad de abstraer, de forma económica y eficiente, la mejor representación de un medio concreto, por un animal concreto en vistas a conseguir una reacción eficiente.
- Enlazar neurofisiología y robótica considerando estos mecanismos sensoriales como fuente de inspiración para el diseño de robots a partir de las limitaciones específicas de sus sensores y efectores.
- Saber seguir el flujo de información en circuitos anatómicos para formular los esquemas de conectividad subyacentes e identificar los mecanismos asociados (realimentación, inhibición mútua, convergencia-divergencia, retardo y/o modulación).
- Entender la diferencia entre circuito anatómico y modelo formal. Entender las exigencias de invariancia espacial para usar la convolución.
- Saber asociar la forma y tamaño de un núcleo en diferencias con el cálculo realizado por la red.
- Poder abstraer el nivel de conocimiento del lenguaje de señales propio del nivel físico.
- Tener la opción de usar métodos de Inhibición Lateral en la solución de problemas de visión activa y de cooperación.
- Tener una idea razonablemente completa del conjunto de mecanismos y principios de organización que nos ofrece la biología como fuente de inspiración para el diseño de nuevos robots y para fundamentar el concepto de inteligencia "de abajo hacia arriba".
- Obtener argumentos para defender la visión "situada" de la IA y para distinguirla y combinarla con la visión simbólica en función de la tarea y del conocimiento disponible.
- Saber distinguir la idea de plasticidad cuando se describe en el dominio propio del sistema físico que la soporta de cuando se describe en el dominio del observador externo.
- Entender que los mecanismos del dominio propio son realmente "sencillos" (asociación, cambio de eficacia sináptica, síntesis de proteínas) y que las dificultades están en encontrar materiales y arquitecturas para construir nuestros computadores y robots con esa plasticidad.
- Entender la diferencia entre la arquitectura de un sistema adaptativo y la de un programa en una máquina de propósito general.

## CONTENIDOS

### Tema 1: El paradigma conexionista en IA. Aspectos metodológicos.

El objetivo global del tema es situar la visión del conexionismo basado en mecanismos neuronales en el contexto general de la IA, estableciendo la distinción y el carácter complementario de los dos tipos básicos de aproximaciones: descripciones *externas*, en lenguaje natural de las tareas y comportamientos que deseamos automatizar y descripciones *internas* basadas en los mecanismos neuronales de los que emergen esos comportamientos en los seres vivos.

### Tema 2: Arquitectura y funciones de cálculo local en el conexionismo convencional.

El objetivo de este tema es resumir los aspectos conceptuales y formales del conexionismo convencional (RNAs). En particular se resumen las funciones de cálculo local analógicas y lógicas, haciendo énfasis en su carácter paramétrico. También se resumen los dos tipos básicos de aprendizaje supervisado y no supervisado usados para modificar la conectividad (el valor de los parámetros de las funciones de cálculo local). La enseñanza práctica asociada se focaliza en el diseño de clasificadores numéricos adaptativos. No es difícil de probar, aunque queda fuera del alcance de este tema, que otras tareas tales como el control o la predicción de series temporales, siempre pueden reescribirse en forma de clasificadores.

### Tema 3: Espacios de representación sensorial.

Los objetivos de este tema son: (1) plantear el concepto de “espacio de representación” como generalización de los espacios de señales propios de la Física, (2) resumir las dos aproximaciones dominantes en Neurociencia y en Computación sobre cómo construyen los animales y los humanos sus espacios de representación (Marr y Gibson), (3) plantear el problema del enorme salto semántico que hay entre las señales y los conceptos (entre las magnitudes físicas y numéricas y las magnitudes cognitivas) y (4) resumir algunos de los mecanismos neuronales básicos para ir asociando significados a las señales en su camino ascendente, desde los receptores sensoriales (extracción de características espacio-temporales locales, detección de contrastes, movimiento, etc.) y para la percepción directa (filtros sintonizados y otros mecanismos de resonancia). Haremos énfasis a lo largo del tema en la necesidad de comprender la dificultad asociada a la construcción automática (robot con sensores) de espacios de representación como fase previa a la programación de sistemas automáticos de interpretación de escenas.

#### Tema 4: Mecanismos de acción.

Los objetivos del tema son: (1) conocer las bases neurofisiológicas del acto motor voluntario, (2) formular las enseñanzas que ofrece la biología al mundo de la IA y la robótica a la hora de diseñar planificadores, programas y controles de actos motores en robots concretos con sensores y efectores concretos y (3) desarrollar algunas actividades prácticas encaminadas a ilustrar el carácter preprogramado de los patrones motores y el resto de los conceptos descritos en la parte teórica.

#### Tema 5: Funciones de asociación y de aprendizaje.

El tema tiene dos objetivos globales que después se desdoblán en otros de alcance más limitado. El primer objetivo global es que el estudiante entienda el concepto de conducta como secuencia temporal de asociaciones percepción-acción y la formulación de estas conductas como secuencias de transiciones de estados y producción de salidas en un autómatas finito determinista o probabilístico. Le recordamos al estudiante que ya hemos visto en los dos temas anteriores que estos patrones sensoriales y motores, cuya asociación estudiamos ahora, están en gran medida precalculados. Esta es también la recomendación que hacemos para el diseño de nuestros sistemas artificiales. El segundo objetivo de este tema es formular el aprendizaje como un proceso de modificación del patrón de asociaciones percepción-acción en función de la experiencia del animal (o del robot) en un medio concreto. Aquí estudiamos los distintos tipos de aprendizaje y su implementación neuronal, basándonos siempre en la generación de una señal de control,  $z(t)$ , que hace que aumente o disminuya la eficacia de una determinada sinapsis en función de que su participación en una serie de asociaciones percepción-acción haya sido premiada o castigada.

## METODOLOGÍA

La metodología es la general del máster adaptada a las directrices del EEES, de acuerdo con las recomendaciones del Instituto Universitario de Educación a Distancia de la UNED. Se utilizarán la metodología y los medios propios de la enseñanza a distancia que la UNED pone a disposición de sus estudiantes.

Tratándose de un máster orientado a la investigación, las actividades de aprendizaje se estructuran en torno al estado de la cuestión en cada una de las materias del curso y a los problemas en los que se van a focalizar las actividades asociadas a cada uno de los temas sobre las que se realizará la evaluación final.

El estudio de esta asignatura se debe realizar siguiendo las indicaciones del **manual didáctico que se encontrará en el curso virtual de la asignatura**. Ese manual incluye un resumen de los contenidos de cada tema y distintos tipos de actividades relacionadas con la simulación e implementación de diversos ejemplos de los distintos mecanismos descritos en



la teoría. También se incluyen en el manual otras actividades opcionales y enlaces con fuentes de información externas, así como referencias a otros materiales también elaborados por el equipo docente.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

### TIPO DE PRIMERA PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen No hay prueba presencial

### TIPO DE SEGUNDA PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen<sup>2</sup> No hay prueba presencial

### CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA PRESENCIAL Y/O LOS TRABAJOS

Requiere Presencialidad No

#### Descripción

En esta asignatura, la evaluación se hace únicamente mediante las pruebas de evaluación continua (PEC) a lo largo de todo el curso.

#### Criterios de evaluación

Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

### PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC? Si, PEC no presencial

#### Descripción

Cada estudiante debe realizar de forma individual todas las actividades indicadas con esquema numérico dentro del manual didáctico de la asignatura (disponible dentro del curso virtual). Hay actividades de tipo teórico (lectura y estudio de materiales indicados) y también de tipo práctico (experimentos y pruebas con programas simuladores).

**Algunas de esas actividades en cada tema son entregables para evaluación y están indicadas también en el manual didáctico. En las actividades entregables el estudiante debe elaborar un documento que enviará en el plazo indicado a través de la correspondiente tarea dentro del curso virtual.**

#### Criterios de evaluación

La evaluación se realizará sobre los documentos enviados por cada estudiante en las actividades entregables. Las características y condiciones de esos documentos están detalladas en los apéndices del manual didáctico, tanto para las actividades de tipo teórico como las de tipo práctico. En cada actividad entregable se valorará la realización de todos los apartados y requisitos indicados para la misma en el manual didáctico en cuanto a sus contenidos. También se valorará que los documentos tengan la organización y estructura correspondiente indicada en los apéndices del manual didáctico. No se valorará (incluso podría ser negativo) la decoración excesiva e innecesaria de los documentos.

Ponderación de la PEC en la nota final	Cada actividad entregable tiene indicada una ponderación en el manual didáctico. La nota final será la suma de las calificaciones ponderadas de todas las actividades entregables.
Fecha aproximada de entrega	Las actividades entregables de cada tema tienen un plazo, a lo largo del curso, indicado en el manual didáctico.

#### Comentarios y observaciones

No es necesario obtener una nota mínima en cada actividad para que su nota se sume (con su ponderación) en la nota final. Aunque alguna actividad no se entregue, es posible aprobar la asignatura si la suma de las entregadas alcanza el 5, siempre que se hayan ido entregado en su plazo la mayoría de las actividades a lo largo del curso. En caso de que la nota en la convocatoria de junio no haya llegado al 5, se podrán reenviar para la convocatoria de septiembre aquellas actividades suspensas (también las no entregadas, siempre que sean menos de la mitad).

#### **OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES**

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s? No

Descripción

Criterios de evaluación

Ponderación en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

#### **¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?**

La nota final es la suma ponderada (según los valores indicados en el manual didáctico) de todas las actividades entregables en todos los temas que se hayan recibido en sus plazos correspondientes (también indicados en el manual didáctico) a lo largo de todo el curso.

## **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

El equipo docente ha elaborado un Manual Didáctico específico donde se detalla todo el material de estudio recomendado y necesario. Ese manual contiene las indicaciones de los materiales adecuados para preparar la asignatura, así como material complementario necesario. Cuando se requiera material externo a ese manual, se indicará su forma de obtención, aunque en la mayoría de los casos (al igual que el propio Manual Didáctico) habrá una copia disponible para descarga en el repositorio de material de la asignatura "Métodos Neuronales Bioinspirados" en la plataforma de cursos virtuales de la UNED.

## **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

En el Manual Didáctico específico elaborado por el equipo docente se incluyen para cada tema gran cantidad de referencias bibliográficas para consultar y ampliar conocimientos, así como también recomendaciones de software para hacer otras prácticas adicionales.

## **RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA**

La plataforma de cursos virtuales y e-Learning de la UNED, proporcionará la adecuada interfaz de interacción entre estudiante y equipo docente. Se utilizará principalmente para gestionar y compartir documentos y también para la comunicación a través de sus foros. En esta plataforma se incluirá como documento específico el Manual Didáctico elaborado por el equipo docente y los materiales necesarios.

---

## **IGUALDAD DE GÉNERO**

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el sexo del titular que los desempeñe.