



**Formato para registro de Unidades de aprendizaje 2021**

I.- Datos de identificación de la unidad de aprendizaje

<b>Unidad académica:</b>	Multisede (CIC, CIDETEC, ESCOM, ESFM, UPIITA)										
<b>Programa académico:</b>	Doctorado en Ciencia y Tecnología de Inteligencia Artificial y Ciencia de Datos										
	X	Doctorado					Orientación profesional				
		Maestría				X	Orientado a la investigación				
		Especialidad					Con la industria				
							Especialidad médica				
<b>Nombre de unidad de aprendizaje:</b>	Sesión de colegio donde se propuso:		Reunión Ordinaria #				Fecha de propuesta:		dd-mm-yyyy		
	<b>Neurorobotics</b>										
<b>Tipo de unidad de aprendizaje:</b>	Clave de la unidad de aprendizaje:		XXXX				Créditos:		5		REP 2017
	Semanas del semestre		18	Horas a la semana:			4	Horas totales:		72	
	Obligatoria:		Optativa:		X		Observaciones:				
	Semestre:	1 - 4									
	Teórica (%):	30	Práctica (%):		40		Teórico-prácticas (%):		30		
<b>Área del conocimiento:</b>	Ingeniería y Ciencias Fisicomatemáticas		X	Ciencias Sociales y Administrativas			Ciencias Médico Biológicas		Interdisciplinario		
<b>Modalidad no escolarizada:</b>	No escolarizada			Nombre de la Plataforma:							
	Mixta			Presencial (%):		100		En plataforma (%):			
<b>Horas establecidas en el programa de estudios:</b>	Presenciales (si procede) (horas x semana)				4		En plataforma (horas x semana):				



### Formato para registro de Unidades de aprendizaje 2021

#### I. Aprendizajes que el estudiante deberá demostrar al finalizar

Conocimientos	Habilidades y destrezas	Actitudes y valores
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neurorobótica, la combinación de la robótica, la inteligencia artificial, la computación y la neurociencia.</li> <li>• Sistemas robóticos inteligentes que pueden interactuar de forma natural con el entorno.</li> <li>• Diseño e implementación de neurorrobots.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad para diseñar y desarrollar neurorrobots.</li> <li>• Habilidad para utilizar las herramientas tecnológicas de la neurorobótica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprecio por la dedicación, la concentración y el esfuerzo.</li> <li>• Adaptación a distintos escenarios de actividad de investigación.</li> <li>• Participación crítica y argumentativa.</li> <li>• Pensamiento crítico para la solución de problemas.</li> <li>• Liderazgo en la propuesta de soluciones de problemas y acciones de investigación.</li> </ul>

#### Resolución que aborda la propuesta con su enfoque disciplinar

Neurorobótica es un campo emergente de la tecnología que combina las áreas de la robótica, la inteligencia artificial, la computación y la neurociencia. El curso de neurorobótica se centra en el estudio de los sistemas robóticos inteligentes que pueden interactuar de forma natural con el entorno. Este curso también aborda las técnicas de aprendizaje automático y la construcción de sistemas robóticos avanzados. El curso de neurorobótica incluye la programación de robots, la modelación de robots y la investigación de aplicaciones de neurorrobots en diferentes ámbitos. Al final del curso, los estudiantes tendrán habilidades prácticas en el diseño y la programación de neurorrobots.

#### II. Proximidad formativa

Áreas multi, inter y transdisciplinarias

Líneas de Generación y Aplicación de Conocimiento

Sectores sociales



**Formato para registro de Unidades de aprendizaje 2021**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robótica</li> <li>• Inteligencia artificial</li> <li>• Neurociencia</li> <li>• Computación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robótica inteligente</li> <li>• Aprendizaje automático</li> <li>• Redes neuronales y aprendizaje profundo</li> <li>• Minería de datos, descubrimiento de conocimiento y analítica avanzada</li> <li>• Procesamiento del lenguaje natural y minería de textos</li> <li>• Reconocimiento de patrones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La extracción de materias primas (primario),</li> <li>• La manufactura (secundario),</li> <li>• Los servicios (terciario).</li> </ul>
<p>Estrategia de asociación: Esta unidad aplica los conocimientos de otras unidades del programa como: Robótica inteligente, fundamentos de IA y CD, Matemáticas para IA y CD, redes neuronales, reconocimiento de patrones, aprendizaje profundo, por mencionar algunas. Además, estos conocimientos son útiles para su trabajo de tesis que puede impactar en cualquiera de los sectores sociales, líneas y disciplinas mencionadas.</p>		

III Metodología de enseñanza – aprendizaje

Descripción
<p>Enseñanza basada en el estudio de casos. Aprendizaje basado en ejercicios y proyectos</p>

Evidencias como proceso de aprendizaje

Evidencias integradoras (resultados que contribuyen al curriculum)

Ponderación



**Formato para registro de Unidades de aprendizaje 2021**

Solución de problemas y preguntas Desarrollo de proyectos Exámenes	Tareas Proyectos Exámenes	50% 30% 20%
--	---------------------------------	-------------------

IV. Descripción de la participación esperada en el estudiante

Receptiva	Resolutiva	Autónoma	Estratégica

Contenido temático

<ol style="list-style-type: none"><li>1. Introduction to Neurorobotics (8 hours)<ol style="list-style-type: none"><li>a. Neurorobotics overview</li><li>b. Origins and background</li><li>c. Neuroscience as background for the creation of neurorobots</li><li>d. The neurorobot concept</li><li>e. Components and applications.</li></ol></li><li>2. Neuroscience: background for the creation of neurorobots (8 hours)</li></ol>
---



### Formato para registro de Unidades de aprendizaje 2021

- a. Neurons and synapses
- b. Neuron models
- c. Systems neuroscience
- d. The neurorobotics approach to systems neuroscience
- e. Case study: Visual navigation in insects and mammals
3. Learning and memory (8 hours)
  - a. Types of learning
  - b. Review of the fundamentals of neural networks
  - c. Stabilization of connection weights
  - d. Classical conditioning and the Rescorla-Wagner learning rule
  - e. Learning and memory in Spiking Neural Networks (SNN)
4. Learning by reinforcement and prediction (8 hours)
  - a. Markov decision processes
  - b. Reinforcement learning
  - c. Prediction
  - d. Case study: DarwinVII - categorization and perceptual conditioning in brain-based devices
5. Neurorobot Design Principles 1: Every Action Has a Reaction (8 hours)
  - a. Embodiment
  - b. Efficiency
  - c. Sensor-Motor integration
  - d. Degeneracy
  - e. Multitasking and event-driven processing
  - f. Case study: Actions selection in a neurobotic model of the basal ganglia
6. Neurorobot Design Principles 2: Adaptive Behavior (8 hours)
  - a. Learning and memory
  - b. Value
  - c. Prediction
  - d. Case study: Schemas and memory consolidation in robots
7. Neurorobot Design Principles 3: Behavioral Tradeoffs (8 hours)
  - a. Reward versus punishment
  - b. Invigorated versus withdrawn
  - c. Expected uncertainty versus unexpected uncertainty



**Formato para registro de Unidades de aprendizaje 2021**

<ul style="list-style-type: none"> <li>d. Exploration versus exploitation</li> <li>e. Foraging versus Defending</li> <li>f. Stress versus calm</li> <li>g. Social vs solitary</li> <li>h. Case study: Anxious and curious behavior in a neurorobot</li> </ul> <p>8. Examples of applications (8 hours)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Mapping</li> <li>b. Planning</li> <li>c. Case Study 1: Spiking Wavefront Propagation</li> <li>d. Case Study 2: Neurobiologically Inspired Robot Navigation and Planning</li> <li>e. Case Study 3: RatSLAM - An Application Oriented Model of Rodent Navigation</li> </ul> <p>9. Neurorobots for social development and interaction (8 hours)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. The psychology and neuroscience of developmental and social cognition</li> <li>b. Affective robotics</li> <li>c. Imitation learning</li> <li>d. Language</li> <li>e. Social robotics: Applications and outreach</li> <li>f. Case study 1: Emotional interactions</li> <li>g. Case study 2: Grounding actions to words</li> </ul>

V. Secuencia programática

No.	Tema	Objetivo de aprendizaje / competencia específica	Tiempo/Horas/Semanas
1			
Actividad(es):	No.		Tipo de interacción(es):



**Formato para registro de Unidades de aprendizaje 2021**

	Nombre de la actividad: Descripción de la actividad:	Referencias (s):	
Evidencia(s):			

**Tipo de interacción:** ID–Instrucción directa, TC–Trabajo colaborativo, AC–Análisis en campo, RP–Reflexión personal, PE–Presentación expositiva

Indicar solo el número de las *Referencias* indizadas en la sección VII de este documento.

*Nota: Replique esta sección las veces que sea necesario para cubrir toda la secuencia programática*

VI. Habilitadores tecnológicos

Disposiciones	Especificaciones / descripción de efectos
Conectividad	
Habilidades digitales	
Interoperabilidad	
Datos abiertos	
<i>Big Data</i>	
<i>Machine Learning</i>	
Simulación	
Realidad aumentada	
Otro...	

VII. Referencias

Conferencias magistrales

1. Chen, Kexin, et al. "Neurorobots as a means toward neuroethology and explainable AI." <i>Frontiers in Neurobotics</i> 14 (2020): 570308.
2. Li, Junjun, et al. "Combined sensing, cognition, learning, and control for developing future neuro-robotics systems: a

Notas complementarias




**Formato para registro de Unidades de aprendizaje 2021**

survey." <i>IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems</i> 11.2 (2019): 148-161.
3. Sanders, Sean, and Jackie Oberst. "Brain-inspired intelligent robotics: The intersection of robotics and neuroscience." <i>Sci./AAAS</i> (2016): 1-53.
4. Van Der Smagt, Patrick, Michael A. Arbib, and Giorgio Metta. "Neurorobotics: From vision to action." <i>Springer Handbook of Robotics</i> (2016): 2069-2094.
5.


Documentales / electrónicas

1. Hwu, Tiffany J., and Jeffrey L. Krichmar. <i>Neurorobotics: Connecting the Brain, Body, and Environment</i> . MIT Press, 2022.
2. Murphy, Robin R. <i>Introduction to AI robotics</i> . MIT press, 2019.

VIII. Créditos y responsabilidades

Responsabilidad	Nombre completo	Clave de nombramiento /No. de empleado
Coordinador (Autor)	Ponciano Jorge Escamilla Ambrosio	17132-ED-23
Participante (Coautor)		
Participante (Coautor)		



**Formato para registro de Unidades de aprendizaje 2021**

Asesor didáctico / Diseñador Instruccional		
Tecnólogo educativo / Comunicólogo		
Corrector de estilo		
Programador multimedia / Diseñador gráfico		
Otro...		

**VERIFICACIÓN GENERAL DE LA PLANEACIÓN DIDÁCTICA**

**REVISIÓN DE LA PLANEACIÓN DIDÁCTICA (VIABILIDAD)**

Por la División de Operación y Promoción al Posgrado de la SIP

Nombre \_\_\_\_\_

FIRMA \_\_\_\_\_

Por la Subdirección de Diseño y Desarrollo de la DEV

Nombre \_\_\_\_\_

FIRMA \_\_\_\_\_

**VERIFICACIÓN PARA SU PUESTA EN OPERACIÓN**

**REVISIÓN TÉCNICO-PEDAGÓGICA PARA LA MODALIDAD**

Por la Dirección de Posgrado

Nombre \_\_\_\_\_

FIRMA \_\_\_\_\_

SELLO DE VALIDACIÓN

Por la Dirección para la Educación Virtual

Nombre \_\_\_\_\_

FIRMA \_\_\_\_\_



Instituto Politécnico Nacional

Secretaría Académica  
Dirección de Educación Virtual

Secretaría de Investigación y Posgrado  
Dirección de Posgrado

SIP-30

**Formato para registro de Unidades de aprendizaje 2021**