

## INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA SEÑALES BIOMÉDICAS (1MIB07)

### I. INFORMACIÓN GENERAL

Curso :	Inteligencia Artificial para Señales Biomédicas	Naturaleza del curso :	Teórico
Clave del curso :	1MIB07	Programa :	Maestría en Ingeniería Biomédica
Horario(s): :	0001	N° de horas lectivas teóricas* :	48
Ciclo/Nivel de formación :	Ciclo III / Ciclo IV	N° de horas lectivas prácticas* :	0
Requisitos :	Ninguno	N° de horas no lectivas* :	0
Tipo de curso :	Electivo	Modalidad :	Presencial
Créditos :	03 créditos		
Docente(s): :	Dr. Ing. Diego Martín ARCE CIGÜEÑAS Dr. Igor Alejandro SIVERONI SALINAS		
Semestre :	(2025.1)		
Día y hora de dictado :	Jueves 19:00 - 22:00		

### II. SUMILLA

Inteligencia Artificial para Señales Biomédicas (1MIB07) Curso teórico-práctico que permitirá al estudiante comprender los fundamentos del desarrollo de modelos de inteligencia artificial aplicados a imágenes y señales médicas.

### III. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

El objetivo del curso es proporcionar conocimientos teóricos y prácticos sobre el uso de IA en señales e imágenes biomédicas mediante ejercicios con bases de datos reales y desarrollo de aplicaciones.

### IV. CONTENIDO TEMÁTICO

El curso abarca los siguientes temas:

#### Módulo 1: IA y ML - Conceptos, técnicas y algoritmos

Sesión 1: Introducción a Machine Learning (ML)

ESCUELA DE POSGRADO

**(1MIB07) INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA SEÑALES BIOMÉDICAS**

Conceptos generales de ML. Regresión vs. Clasificación. ML como un problema de optimización y aproximación. Modelos lineales y no-lineales. Aprendizaje supervisado y no supervisado.

Práctica:

- Introducción a Python, Jupyter notebooks y numpy.
- Exploración y visualización de datos: librerías pandas y matplotlib.

Nota: Todas las sesiones del Módulo 1 tendrán un componente práctico en donde se implementarán los modelos presentados en la parte teórica usando Python y numpy, sin librerías especializadas.

#### Sesión 2: Regresión Lineal

Definición y solución usando mínimos cuadrados (LSE - Least Squares Estimate) y MLE (Maximum Likelihood Estimate). Bias-Varianza. Estrategias para reducir Varianza: LASSO y ridge regression.

#### Sesión 3: Regresión Logística y KNN

Clasificación: enfoque local vs. global. K vecinos más cercanos (KNN - K Nearest Neighbours). Logistic regression: definición y solución con métodos numéricos. Técnicas y métricas de evaluación: Validación cruzada, precision-recall curve y confusion matrix

#### Sesión 4: Naive Bayes, Árboles de Decisión y Random Forests.

Clasificación usando Naive Bayes: Prior, likelihood y probabilidades posteriores. Árboles de Decisión: clasificación y regresión. Random Forests: combinación de árboles de decisión.

#### Sesiones 5 y 6: Deep Learning y Redes Neuronales

Redes neuronales artificiales: el perceptrón simple y multicapa (multilayer). Funciones de activación. Optimización de redes neuronales: Forward propagation y back propagation. Stochastic gradient descent (SGD).

Redes neuronales convolucionales (CNN) y Recurrentes (RNN).

Generative Adversarial Networks (GAN)

Introducción a Tensorflow.

### **Módulo 2: IA aplicada a Biomédica**

#### Sesión 1: Introducción a la IA en Ingeniería Biomédica

Tipos de datos biomédicos: señales (ECG, EEG, EMG) e imágenes (RX, RM, TAC). Privacidad y consideraciones éticas en IA médica.

Casos de estudio:

- Clasificación de arritmias en ECG con ML. Base de datos: MIT-BIH Arrhythmia Database
- Clasificación de enfermedad de Parkinson con ML en señales de voz. Base de datos: Parkinson Speech Dataset

#### Sesión 2: Procesamiento y Análisis de Señales Biomédicas

Técnicas de preprocesamiento: eliminación de ruido y segmentación. Extracción de características en señales biomédicas. Redes neuronales recurrentes (RNN, LSTM) para señales.

ESCUELA DE POSGRADO

**(1MIB07) INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA SEÑALES BIOMÉDICAS**

Casos de estudio:

- Detección de crisis epilépticas en EEG con LSTM. Base de datos: CHB-MIT Scalp EEG Database
- Clasificación de fatiga muscular en EMG con SVM. Base de datos: Ninapro Electromyography Dataset

Sesión 3: Procesamiento de Imágenes Médicas con IA

Fundamentos de procesamiento de imágenes biomédicas. Segmentación clásica vs. segmentación basada en DL (U-Net). Evaluación de modelos de segmentación (IoU, Dice Score).

Casos de estudio:

- Segmentación de tumores cerebrales en MRI con U-Net. Base de datos: BraTS (Brain Tumor Segmentation Challenge)
- Segmentación de vasos sanguíneos en imágenes de retina con CNN. Base de datos: DRIVE Retinal Images Dataset

Sesión 4: Detección de Patologías en Imágenes Médicas

Redes convolucionales (CNNs) y arquitecturas avanzadas (ResNet, EfficientNet). Modelos de detección de anomalías (YOLO, Faster R-CNN). Interpretabilidad y explicabilidad en IA médica.

Casos de estudio:

- Clasificación de neumonía en radiografías con CNNs. Base de datos: Chest X-ray Dataset (Pneumonia)
- Detección de melanoma en imágenes dermatológicas con Transfer Learning. Base de datos: ISIC 2020 Melanoma Classification Dataset

Sesión 5: Generación y Reconstrucción de Imágenes Biomédicas con IA

Uso de GANs para generación de imágenes médicas.  
Reconstrucción de imágenes médicas (MRI, CT) con IA.  
Aplicaciones en síntesis de datos médicos.

Casos de estudio:

- Generación de imágenes sintéticas de tumores con GANs. Base de datos: LIDC-IDRI Lung Cancer Dataset
- Reconstrucción de imágenes de resonancia magnética a partir de imágenes ruidosas. Base de datos: fastMRI Dataset

Sesión 6: IA Aplicada a la Biomecánica y Dispositivos Médicos

Aplicaciones de IA en biomecánica (movimiento humano, análisis de marcha). IA en prótesis y dispositivos médicos inteligentes. Modelado y simulación con IA.

Casos de estudio:

- Estimación de parámetros de marcha en señales IMU con ML. Base de datos: Marea Gait Database
- Predicción de fuerza en manos biónicas a partir de señales EMG. Base de datos: Ninapro EMG Dataset

ESCUELA DE POSGRADO

**(1MIB07) INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA SEÑALES BIOMÉDICAS**

**Sesión 7: Presentación de Proyectos Finales**

Exposición de proyectos por parte de los estudiantes. Evaluación de desempeño y discusión de resultados. Feedback sobre mejoras y aplicaciones futuras.

**Sesión 8: Examen Final**

Evaluación de conocimientos adquiridos. Preguntas teóricas y prácticas sobre los temas cubiertos.

Análisis crítico de un artículo científico en IA biomédica.

**V. METODOLOGÍA**

Se realizarán clases teórico-prácticas. Se usarán datasets públicos y herramientas como TensorFlow, PyTorch y OpenCV. Además, se implementarán modelos de IA en Google Colab. También se realizarán proyectos académicos en grupos reducidos para cada módulo del curso, los cuales culminarán con una presentación en clase.

**VI. EVALUACIÓN**

**a. Fórmula de evaluación**

La nota final del curso será una **NOTA ÚNICA** asignada por el profesor del curso. La Nota Final (NF) se obtiene de valorar los entregables de la tabla a seguir.

	Evaluaciones	Fecha
EX1	Examen de conocimientos – Módulo 1	Semana 9
EX2	Examen de conocimientos – Módulo 1	Semana 16
TA	Presentación de tarea académica	Semana 17

Fórmula de cálculo de la nota final:

$$NF = (3*EX1 + 3*EX2 + 4*TA) / 10$$

**VII. REFERENCIAS**

Hastie, Tibshirani and Friedman, "The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference and Prediction" (2009).  
Chaudry, K., "Math and Architectures of Deep Learning" (2024).  
Zhang et al., "A Deep Learning Approach for Automated ECG Analysis" (2020).  
Little et al., "Suitability of Dysphonia Measurements for Telemonitoring of Parkinson's Disease" (2009).  
Roy et al., "Deep Learning for Epileptic Seizure Detection Using EEG Signals" (2021).  
Atzori et al., "Electromyography Data for Non-Invasive Naturally Controlled Robotic Hand Prostheses" (2014).  
Isensee et al., "Automated Brain Tumor Segmentation Using nnU-Net" (2020).  
Fu et al., "Deep Vessel Segmentation in Retinal Images" (2016).  
Rajpurkar et al., "CheXNet: Radiologist-Level Pneumonia Detection on Chest X-Rays" (2017).

ESCUELA DE POSGRADO

**(1MIB07) INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA SEÑALES BIOMÉDICAS**

Tschandl et al., "The HAM10000 Dataset: A Large Collection of Multi-Source Dermatoscopic Images" (2018).

Shin et al., "Medical Image Synthesis for Data Augmentation Using GANs" (2018).

Zbontar et al., "fastMRI: An Open Dataset for Accelerated MRI Reconstruction" (2018).

Trojaniello et al., "Gait Analysis with Wearable Sensors: Machine Learning for Estimation of Spatiotemporal Parameters" (2014).

Atzori et al., "Deep Learning for Hand Movement Classification with Surface EMG" (2016).

### **VIII. CRONOGRAMA**

Sesión	Tema	Fecha
1	Introducción a Machine Learning (ML)	27/03/25
2	Regresión Lineal	03/04/25
3	Regresión Logística y KNN	10/04/25
4	Feriado	17/04/25
5	Naive Bayes, Árboles de Decisión y Random Forests	24/04/25
6	Feriado	01/05/25
7	Deep Learning y Redes Neuronales 1	08/05/25
8	Deep Learning y Redes Neuronales 2	15/05/25
9	Examen Parcial	22/05/25
10	Introducción a la IA en Ingeniería Biomédica	29/05/25
11	Procesamiento y Análisis de Señales Biomédicas	05/06/25
12	Procesamiento de Imágenes Médicas con IA	12/06/25
13	Detección de Patologías en Imágenes Médicas	19/06/25
14	Generación y Reconstrucción de Imágenes Biomédicas con IA	26/06/25
15	IA Aplicada a la Biomecánica y Dispositivos Médicos	03/07/25
16	Examen Final	10/07/25
17	Presentación de Proyectos Finales	17/07/25

### **IX. POLÍTICAS SOBRE EL PLAGIO**

Para la corrección y evaluación de todos los trabajos del curso se va a tomar en cuenta el debido respeto a los derechos de autor, castigando cualquier indicio de plagio con nota CERO (00). Estas medidas serán independientes del proceso administrativo de sanción que la facultad estime conveniente de acuerdo a cada caso en particular. La información está disponible en las siguientes direcciones electrónicas:

- ✓ <http://quiastematicas.biblioteca.pucp.edu.pe/normasapa>
- ✓ <http://files.pucp.edu.pe/homepucp/uploads/2016/04/29104934/06- Porque-debemos-combatir-el-plagio1.pdf>

**X. ANEXOS DE DECLARACIÓN JURADA DE TRABAJOS GRUPALES (DE LAS DIRECTIVAS Y NORMAS APROBADAS EN CONSEJO UNIVERSITARIO DEL 7 DE ABRIL DEL 2010)**

**DIRECTIVA Y NORMAS PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJOS GRUPALES  
(Aprobado en sesión de Consejo Universitario del 7 de abril del 2010)**

**Sobre el trabajo grupal, conceptos previos**

Se entiende por trabajo grupal<sup>1</sup> aquella estrategia de enseñanza-aprendizaje diseñada para que una tarea planteada sea emprendida por dos o más alumnos. El objetivo buscado con la tarea puede ser alcanzado de una manera más eficiente y enriquecedora gracias a la colaboración y el aporte de los distintos integrantes del grupo. En estos casos, se entiende que no es posible cumplir con el objetivo pedagógico propuesto recurriendo al trabajo de una sola persona o a la simple sumatoria de trabajos individuales.

Los objetivos que se busca alcanzar al plantear una tarea a ser resuelta por un equipo pueden diferir si los alumnos están o no preparados para trabajar en grupo. Cuando los integrantes del equipo tienen experiencia trabajando en grupo, los objetivos de aprendizaje están centrados, primero, en enriquecer el análisis del problema con las opiniones de los miembros del equipo y, en segundo lugar, en poder emprender una tarea cuya complejidad y estructura hacen muy difícil que pueda ser concluido de manera individual, en forma satisfactoria y en el tiempo designado. Es decir, con personas preparadas para trabajar en equipo, el trabajo grupal es una condición de la tarea y no un objetivo en sí mismo.

Por otro lado, cuando los alumnos no están habituados a trabajar en grupo, el objetivo del trabajo grupal será prepararlos para trabajar en equipo y desarrollar en ellos capacidades como la de planificar y diseñar estrategias en consenso, dividir el trabajo de forma adecuada, elaborar cronogramas específicos, intercambiar ideas e integrarlas en un trabajo final, entre otras. Además, permite reforzar actitudes de responsabilidad, empatía, puntualidad, respeto, solidaridad, ejercicio del pensamiento crítico, entre otros. Este objetivo es también muy importante debido a que la práctica de trabajar en grupo en la Universidad prepara a los alumnos para cuando tengan que desempeñarse en el mundo laboral colaborando con otros profesionales o en equipos.

Como puede verse, si los alumnos no tienen la preparación debida para trabajar en equipo y además el curso no está diseñado para formarlos para este tipo de encargo, el trabajo grupal pierde mucha de su potencialidad. En tal sentido, con alumnos no preparados o muy poco preparados, se debe considerar como objetivo del curso, en un primer momento, que ellos alcancen las habilidades para el trabajo en grupo. Una vez que este sea alcanzado, se puede plantear como objetivo subsiguiente la riqueza del análisis grupal y, además, el poder realizar tareas complejas de un trabajo que, en principio, no puede ser desarrollado de manera individual.

En el sentido de lo señalado, la inclusión de un trabajo grupal en un curso, cualquiera sea su denominación o nivel, debe obedecer a objetivos claramente establecidos en el sílabo y debe ser diseñado cuidadosamente atendiendo a los criterios pedagógicos arriba expuestos. De este modo, se evitarán casos, lamentablemente constatados, de trabajos grupales injustificados y carentes de seguimiento por parte del docente.

ESCUELA DE POSGRADO

**(1MIB07) INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA SEÑALES BIOMÉDICAS**

Por lo expuesto, el trabajo grupal debe ser promovido cuando permite obtener resultados superiores a los que serían alcanzados en un trabajo individual dada la naturaleza del curso y los plazos, las condiciones y las facilidades establecidas para este.

1 Nota: El término “trabajo grupal” se entiende equivalente a “trabajo en equipo y a cualquier otra forma de trabajo colaborativo entre estudiantes.

## **TRABAJOS ESCRITOS GRUPALES**

La presente directiva se aplica a la elaboración de trabajos escritos grupales de pregrado, posgrado y diplomaturas, que son desarrollados dentro o fuera del aula y que, eventualmente, podrían ser expuestos. Ello, sin perjuicio de que se entiende que los trabajos grupales son dinámicas colectivas que pueden tener una expresión oral, escrita o visual.

Para que un trabajo grupal sea eficaz debe estar diseñado apropiadamente, tarea que recae en el profesor del curso. En tal sentido, las unidades que impartan asignaturas en pregrado, posgrado y diplomaturas cuidarán de que se cumplan las siguientes normas:

1. La inclusión de uno o más trabajos escritos grupales como parte de un curso debe contar con la aprobación de la autoridad académica de la unidad a la que pertenece el curso o de quien éste designe antes del inicio del semestre académico o del Ciclo de Verano, según corresponda.
2. El diseño del trabajo grupal debe asegurar la participación de todos los integrantes del grupo, de forma tal que se garantice que, si uno o más de sus miembros no cumple con el trabajo asignado, entonces todo el equipo se verá afectado.
3. El producto de un trabajo colaborativo supone los aportes de cada uno de los integrantes, pero implica más que una simple yuxtaposición de partes elaboradas individualmente, pues requiere de una reflexión de conjunto que evite la construcción desarticulada de los diversos aportes individuales.
4. El profesor deberá contar con mecanismos que le permitan evaluar tanto el esfuerzo del equipo como la participación de cada integrante en la elaboración del trabajo grupal. Uno de estos mecanismos puede incluir la entrega de un documento escrito donde los integrantes del grupo especifiquen las funciones y la dedicación de cada uno de ellos, los detalles de la organización del proceso y la metodología de trabajo seguida por el grupo. La presente directiva incluye una propuesta de "Declaración de Trabajo Grupal".
5. Los trabajos grupales deben tener evaluaciones intermedias, previas a la entrega final, en las que se constate el trabajo de todos y cada uno de los miembros del grupo.
6. La ponderación que se asignará para la calificación final al aporte individual y al esfuerzo grupal debe responder a las características y al objetivo de este.
7. El profesor deberá indicar de manera explícita en el sílabo del curso si este tiene uno o más trabajos escritos grupales y el peso que tiene cada uno de estos trabajos en la nota final del curso, cuidando que no exceda de la ponderación de la evaluación individual.
8. En caso el curso cuente con uno o más trabajos escritos grupales, el profesor entregará dos documentos anexos al sílabo. En el primero de ellos constará el texto íntegro de la presente directiva. En el segundo, se señalará de forma explícita las características del trabajo o los trabajos escritos grupales a ser desarrollados durante el periodo académico. En este documento se deberá indicar:
  - a. la metodología involucrada en cada trabajo grupal.
  - b. el número de integrantes y se recomienda no más de cuatro.
  - c. los productos a entregar.
  - d. los cronogramas y plazos de las entregas parciales y del trabajo escrito final.
  - e. los criterios de evaluación, así como el peso relativo de las entregas parciales en la calificación del trabajo grupal.
  - f. el tipo de evaluación del trabajo grupal y, de ser el caso, el peso relativo del aporte individual y del esfuerzo grupal en la calificación final del trabajo.
  - g. el cronograma de asesorías, de ser el caso.
9. Como todo trabajo grupal implica un proceso colectivo de elaboración e intercambio intelectual, en caso de plagio o cualquier otra falta dirigida a distorsionar la objetividad de la evaluación académica, se establece que todos y cada uno de los integrantes del grupo asumen la responsabilidad sobre el Integro de los avances y del trabajo final que serán presentados y, por tanto, tienen el mismo grado de responsabilidad.
10. En aquellos casos en los que se juzgue pertinente, se podrá designar a un alumno como coordinador del grupo. El coordinador es el vocero del grupo y nexa con el profesor del curso.

ESCUELA DE POSGRADO  
**(1MIB07) INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA SEÑALES BIOMÉDICAS**

11. La autoridad a la que hace mención el punto 1 de las presentes normas podrá dictar disposiciones especiales u otorgar excepciones cuando la naturaleza de la carrera o de la asignatura así lo exija.

ANEXO

ESCUELA DE POSGRADO  
(1MIB07) INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA SEÑALES BIOMÉDICAS

<i>Firma del profesor</i>	Fecha:        ____/____/____

ANEXO

Los miembros del curso tenemos conocimiento del reglamento disciplinario aplicable a los alumnos ordinarios de la Universidad, en particular; de las disposiciones contenidas en él sobre el plagio, y otras formas de distorsión de la objetividad de la evaluación académica. En tal sentido, asumimos todos y cada uno de nosotros la responsabilidad sobre el integro de los avances y el trabajo final que serán presentados.

Ejecución del trabajo (definir aportes de cada Integrante)	
Labor realizada por cada integrante	Nombre, firma y fecha