POTENCIANDO LA ENSEÑANZA DE LA INSTRUMENTACIÓN COMPUTACIONAL EN INGENIERÍA: HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA UN ENFOQUE DESDE LA INVESTIGACIÓN

Olivia Florencias-Oliveros[a], Manuel-Jesús Espinoza-Gavira, Agustín Agüera-Pérez, Jose María Sierra-Fernández, José Carlos Palomares-Salas y Juan José González-de-la-Rosa

[a]Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Algeciras (olivia.florencias@uca.es)

Abstract

The emergence of Open AI artificial intelligence models in the fall of 2022; such as the conversational chatbot called ChatGPT (acronym for Chat Generative Pre-Trained); technical teaching has been impacted by new tools and learning models. University professors today have powerful tools at their disposal that must be implemented in the classroom and that allow us to greatly motivate our students. The methodology used in the Intelligent Computational Instrumentation course of the Master's Degree in Research Engineering is an example of this. The professors of the Electronic Area have been gradually incorporating these tools into activities that allow us to approach the content with a learning approach much more focused on solving projects from a technical perspective with a research profile.

Keywords: *programming; instrumentation; computational learning models; artificial intelligence.*

Resumen

Con la irrupción de los modelos de inteligencia artificial de Open AI, en el otoño de 2022, tal como el chatbot conversacional llamado ChatGPT (acrónimo del inglés Chat Generative Pre-Trained), la docencia relacionada con las enseñanzas técnicas se ha visto impactada por nuevas herramientas y modelos de aprendizaje. Actualmente, los docentes universitarios, disponemos de potentes herramientas que se deben implementar en el aula y que nos permiten motivar mucho más a nuestros estudiantes. La metodología empleada en la asignatura Instrumentación Computacional Inteligente, del Máster Universitario en Investigación en Ingeniería de Sistemas y de la Computación de la Universidad de Cádiz, es un ejemplo de ello. Los profesores del área de

Electrónica hemos ido incorporando paulatinamente estas herramientas en las actividades que nos permitan abordar los contenidos con un aprendizaje mucho más enfocado a la resolución de proyectos desde una visión técnica con perfil investigador.

Palabras clave: *programación; instrumentación; modelos de aprendizaje computacional; inteligencia artificial.*

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En el contexto actual de transformación digital y crecimiento exponencial de los datos, la formación en ingeniería requiere adaptarse a nuevos paradigmas tecnológicos. La instrumentación computacional, como disciplina clave en la adquisición y procesamiento de datos, se ve profundamente enriquecida por el uso de inteligencia artificial (IA). Esta combinación se vuelve aún más relevante en escenarios de investigación aplicada, como el desarrollo y análisis de redes de sensores, donde la cantidad y complejidad de la información requiere herramientas avanzadas para su interpretación eficiente. Incorporar IA en la docencia no solo moderniza los métodos de enseñanza, sino que impulsa una formación más crítica, creativa y orientada a la solución de problemas reales.

La asignatura Instrumentación Computacional Inteligente, es una asignatura optativa (6 créditos ECTS) y se encuentra dentro de la Especialidad en: INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA, AUTOMÁTICA, ROBÓTICA Y ENERGÍAS RENOVABLES, que se puede cursar dentro del Máster Universitario en Investigación en Ingeniería de Sistemas y de la Computación, que se imparte en la Universidad de Cádiz. Los docentes son profesores de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Algeciras y desarrollan su labor investigadora en el Grupo TIC 168 Instrumentación Computacional y Electrónica Industrial.

Los alumnos deben haber cursado alguna asignatura de conceptos de electrónica, comunicaciones o ingeniería de sistemas y automática. Tener conocimientos básicos de programación. Se considera que el trabajo personal constante del alumno constituye una parte fundamental e imprescindible de su proceso de aprendizaje, y complementa las actividades formativas presenciales. Dicho trabajo personal es especialmente importante en el contexto de esta asignatura, que posee un carácter eminentemente práctico e instrumental.

A continuación, se describe la estructura de la asignatura, las metodologías aplicadas, los recursos de inteligencia artificial empleados, así como los principales beneficios y desafíos observados durante su implementación.

1.1. Estructura de la asignatura

La asignatura se fundamenta en tres áreas fundamentales: el desarrollo de destrezas en la programación, la incorporación de herramientas de *soft computing* y el análisis estadístico de datos provenientes de sensores desplegados en campo. Todo ello queda enmarcado en el procedimiento de evaluación, que aborda la *Tabla 1*, dando un mayor peso a las actividades individuales que realizan los estudiantes.

1. Introducción a MATLAB:
   - Introducción a lenguajes de cálculo matemático
   - Programación básica con MATLAB
   - Reglas de estilo
2. Herramientas de Soft Computing:
   - Algorimos Genéticos
   - Lógica Difusa
   - Redes Neuronales Artificiales
3. Análisis estadístico de Datos
   - Control de Calidad de los Datos
   - Detección de eventos
   - Comparativa de Datos
   - Trabajo con bases de datos provenientes de instrumentos en campo.

Además, la asignatura persigue el cumplimiento de toda una serie de Competencias Básicas y Generales, como, por ejemplo:

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.

CG3 -Capacidad para utilizar recursos de información en campos de investigación en la Ingeniería electrónica, automática, robótica y energías renovables o la investigación en Ingeniería biomédica y telemedicina o de la investigación en Transformación Digital: Internet de las Cosas y Big Data o de la investigación en Computación y Neuro-informática para fundamentar y contextualizar un trabajo de investigación.

Es importante señalar que se persigue incorporar las siguientes Competencias Específicas:

CEM1 -Capacidad para adquirir la comprensión sistemática de campos específicos de estudio y el dominio de las habilidades y los métodos de investigación en la Ingeniería electrónica, automática, robótica, energías renovables y otros campos afines.

CEM2 -Capacidad para realizar análisis crítico, evaluación y síntesis de ideas nuevas y complejas en campos específicos de investigación en la Ingeniería electrónica, automática, robótica y energías renovables o la investigación en Ingeniería biomédica y telemedicina o de la Transformación Digital: Internet de las Cosas y Big Data o de la investigación en Computación y Neuro-informática.

CEM3 -Capacidad de concebir, diseñar, poner en práctica y adoptar un proceso sustancial de investigación en la Ingeniería electrónica, automática, robótica y energías renovables o la investigación en Ingeniería biomédica y telemedicina o de la investigación en Transformación

Digital: Internet de las Cosas y Big Data o de la investigación en Computación y Neuro-informática con seriedad académica.

Tabla 1. Procedimiento de Evaluación.

%	Tarea/Actividad	Medios Técnicas e Instrumentos
20	Participación en actividades teórico-prácticas	Clases Prácticas, Aprendizaje Basado en Proyectos, aprendizaje colaborativo
80	Realización de trabajos o informes técnicos	Durante el desarrollo de la asignatura se irán solicitando trabajos sobre el diverso contenido de la asignatura, con el fin de que se demuestre lo aprendido.

1.2. Objetivos de IA en la asignatura

Los objetivos de la integración de herramientas de IA en la docencia de la instrumentación computacional persiguen:

- Búsqueda de información para el estado del arte de una temática de proyecto.
- Introducción de estrategias de *prompting engineering*, con el fin de producir los resultados deseados.
- Introducción a los modelos autorregresivos: *LLMS* siglas en inglés, *Large Language Models*.
- Comprender cómo estructurar los requerimientos a las herramientas para que interpreten con precisión y generen respuestas relevantes.
- Aprender a detectar fenómenos de alucinaciones o invención de información no realista.
- Detectar los biases en los datos generados o analizados con IA.

En general, aprender a verificar la información que se obtiene de estas herramientas y aprender a decidir por sí mismos qué criterios son más convincentes y útiles en un proyecto real.

2. METODOLOGÍA

Empleo de las Herramientas de IA y su aplicación a los contenidos de la asignatura. A continuación se explicitan algunos enfoques y estrategias metodológicas que los docentes hemos ido incorporando a la asignatura.

Uso de IA para estudio individual: Introducción a la programación, los estudiantes emplean IA de manera individual. Es algo que ya tienen incorporado los alumnos, y lo que estamos realizando es animarlos a mejorar sus habilidades adquiridas durante el grado. Integración de software con IA en prácticas de laboratorio (p. ej., Python + Scikit-learn, MATLAB AI toolbox, TensorFlow).

Búsqueda bibliográfica asistida por IA: Herramientas como ChatGPT, Copilot, Grok, Gemini, Perplexity o NotebookLM permiten realizar una búsqueda bibliográfica a partir de distintas fuentes de información. Abordando la introducción a las temáticas de *soft computing* desde múltiples herramientas de IA para realizar búsquedas que nos permitan ir acotando el conocimiento.

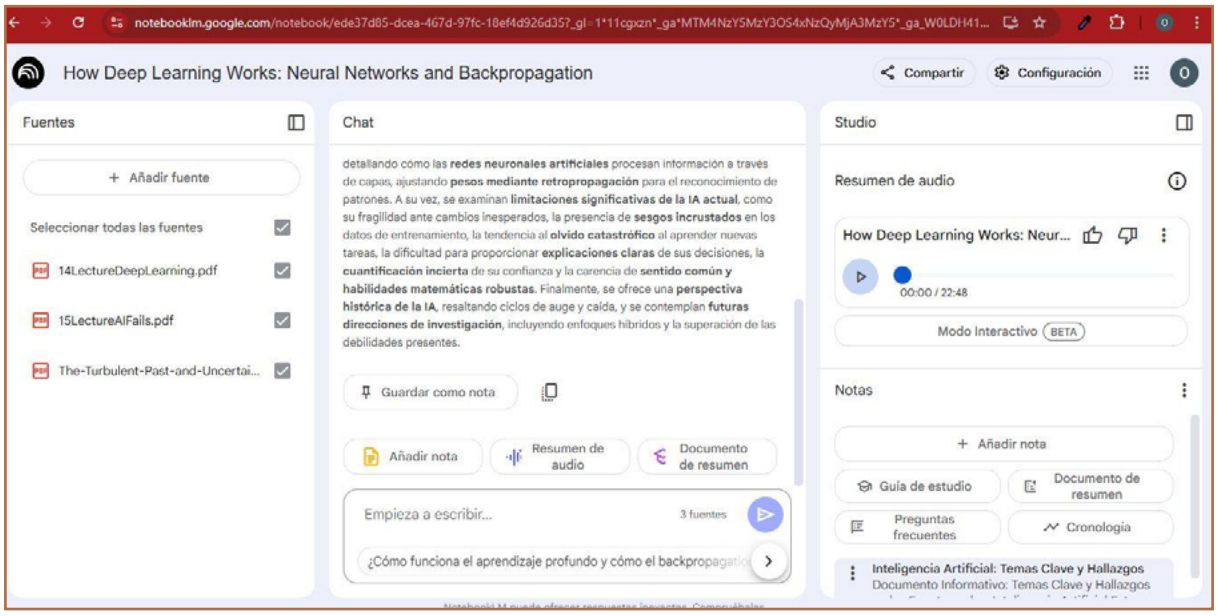


Fig. 1. Captura de pantalla de NotebookLM (Google NotebookLM) es una herramienta en línea de investigación. Desarrollada por Google Labs, utiliza IA, específicamente Google Gemini, para ayudar a los usuarios a interactuar con sus propios documentos (llamados fuentes). Las respuestas generadas pueden ser guardadas como notas que a su vez pueden formar parte de la misma fuente de datos.

Aplicación en análisis de datos reales: detección de errores, audiagnóstico, autocalibración y autoconfiguración de los instrumentos, rellenos de información/datos, predicciones y distribuciones espaciales en cuanto a los datos.

Integración en prácticas y proyectos guiados: detección de patrones en datos de sensores, predicción de variables físicas, identificación de eventos anómalos. Uso de simuladores con IA para replicar entornos de monitoreo real.

Desarrollo de competencias investigadoras mediante tareas con datasets reales, por ejemplo, desde IEEE DataPort. La incorporación de estas herramientas ha permitido una mayor contextualización del aprendizaje, fortaleciendo el enfoque investigador de la asignatura y aumentando el interés y la autonomía del alumnado.

3. RESULTADOS

Estudio de caso: "Diseño de un Sistema de Monitoreo ambiental inteligente con IA"

Con el objetivo de consolidar los conocimientos adquiridos en la asignatura Instrumentación Computacional Inteligente, se planteó a los estudiantes el desarrollo de un proyecto aplicado: el diseño de un sistema de monitoreo ambiental inteligente basado en redes de sensores, complementado con técnicas de inteligencia artificial.

3.1. Descripción general del proyecto

El caso de estudio consistió en la simulación o implementación de una red de sensores para la adquisición de variables ambientales (temperatura, humedad, presión y calidad del aire), con un enfoque orientado a la investigación. Los estudiantes trabajaron con datos reales, obteni-

dos de estaciones meteorológicas propias o de repositorios públicos, como Open-MeteoCDG o plataformas de datos abiertos. La *Tabla 2*, muestra la evaluación por competencias en el desarrollo del proyecto.

Se requería aplicar técnicas de preprocesamiento, análisis estadístico y modelos de IA para:

- Detectar anomalías (p. ej., fallos en sensores o eventos extremos).
- Rellenar datos faltantes o corruptos usando modelos predictivos.
- Visualizar tendencias y patrones espaciales mediante clustering o regresión

3.2. Herramientas y recursos utilizados

Los estudiantes trabajaron en entornos computacionales de propósito científico y educativo, incluyendo:

- Python, con librerías como pandas, NumPy, Matplotlib, Scikit-learn y Seaborn.
- MATLAB, utilizado especialmente para el desarrollo de lógica difusa y redes neuronales básicas.
- TensorFlow/Keras, para experimentos básicos con redes neuronales simples.
- Perplexity AI y ChatGPT, y otros modelos generativos, empleados como apoyo en tareas de búsqueda bibliográfica, depuración de código y asistencia conceptual.

Los datasets utilizados incluían tanto mediciones reales en campus universitarios como conjuntos de datos públicos, facilitando así el vínculo con la realidad científica y profesional.

3.3. Objetivos del aprendizaje en el proyecto

- Aplicar técnicas de soft computing a problemas reales de ingeniería.
- Utilizar inteligencia artificial para procesar e interpretar datos complejos.
- Fomentar el pensamiento crítico y la autonomía investigadora.
- Desarrollar competencias transversales: comunicación técnica, trabajo en equipo y toma de decisiones basada en datos.

3.4. Resultados observados

Durante el proyecto, se evidenciaron avances significativos en:

- La capacidad de manejar grandes volúmenes de datos, realizar su limpieza y análisis estadístico.
- El entendimiento práctico de modelos de aprendizaje automático supervisado y no supervisado.
- La evaluación crítica del rendimiento de los algoritmos implementados.

- El uso eficiente de IA generativa como herramienta de apoyo en redacción de informes, búsqueda y diseño de soluciones.
- Se observó un alto nivel de implicación y motivación del alumnado, destacando el valor práctico del enfoque pedagógico y su vinculación con problemas reales de investigación tecnológica.
- Desarrollo de informes, mejora en la capacidad de síntesis de la información.

Tabla 2. Evaluación por competencias en el proyecto de monitoreo ambiental con IA.

Categoría	Criterio evaluado	Competencias asociadas	Ponderación (%)
Técnicas	Aplicación de modelos de IA para detección y predicción de datos	CEM1, CEM2	30%
Analíticas	Análisis estadístico y pre-procesamiento de datos provenientes de sensores	CEM1, CG3	20%
Investigadoras	Diseño del experimento y fundamentación teórica	CB10, CEM2	20%
Uso de herramientas computacionales	Implementación de soluciones con Python/MATLAB/IA generativa	CG3, CEM3	15%
Transversales	Comunicación técnica, estructura del informe, trabajo colaborativo	CB10, CG3	15%
Total			100%

La retroalimentación, obtenida a través de encuestas y entrevistas, fue altamente positiva. Los estudiantes señalaron como aspectos más valiosos: El trabajo con datos reales y herramientas actuales del entorno profesional, el valor de la IA como recurso para el aprendizaje autónomo, y la aplicabilidad directa de los conocimientos adquiridos en proyectos de investigación y desarrollo.

4. CONCLUSIONES

La integración de herramientas de inteligencia artificial en la enseñanza de instrumentación computacional ofrece una oportunidad clave para enriquecer la formación de ingenieros e investigadores. Esta experiencia demuestra que la IA facilita el abordaje de problemas complejos, mejora el aprendizaje activo y fomenta el desarrollo de competencias técnicas e investigadoras, especialmente en el análisis de sistemas distribuidos como redes de sensores. Si bien su implementación presenta desafíos —como la capacitación docente y la adecuación de recursos—, su potencial para transformar la docencia técnica es evidente. Promover un uso ético, crítico y pedagógicamente fundamentado de estas tecnologías es esencial para preparar a los estudiantes frente a los retos de la ingeniería del futuro.

5. REFERENCIAS

UNIVERSIDAD DE CÁDIZ. (9 de junio de 2025). Asignaturas del Máster Universitario en Ingeniería de Sistemas y de la Computación CURSO 2024/25. https://esingenieria.uca.es/docencia/masteres/muiisc/asignaturas/

IEEE Spectrum. (2021). The Turbulent Past and Uncertain Future of Artificial Intelligence. Is there a way out of AI's boom-and-bust cycle? https://spectrum.ieee.org/history-of-ai

IEEE Spectrum. (2021). How Deep Learning Works Inside the neural networks that power today's AI. https://spectrum.ieee.org/what-is-deep-learning

Zhang, Z., Wang, L. and Lee, C. (2023), Recent Advances in Artificial Intelligence Sensors. Adv. Sensor Res., 2: 2200072. https://doi.org/10.1002/adsr.202200072