

33_

Análisis PESTLE potenciado por IA Generativa: Una experiencia innovadora en la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información del Máster Universitario en Ingeniería Informática

FRANCISCO JOSÉ GARCÍA-PEÑALVO

UNIVERSIDAD DE SALAMANCA. [HTTPS://ORCID.ORG/0000-0001-9987-5584](https://orcid.org/0000-0001-9987-5584)*fgarcia@usal.es*

Resumen

Este trabajo describe una experiencia docente en la que se empleó inteligencia artificial generativa para ayudar a estudiantes del Máster Universitario en Ingeniería Informática de la Universidad de Salamanca a analizar el impacto de nuevas tecnologías usando el modelo PESTLE, que evalúa factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos, legales y ambientales. Ante la dificultad de contar con expertos reales en temas emergentes, se diseñó un asistente virtual personalizado, configurado y utilizado por los propios estudiantes para “entrevistar” a un experto simulado. Esta metodología fomentó el trabajo en equipo, el pensamiento crítico y el uso ético y transparente de la inteligencia artificial. Los resultados fueron muy positivos: la mayoría del alumnado obtuvo calificaciones excelentes y valoró muy bien la experiencia. Además, la práctica es fácilmente adaptable a otras asignaturas y destaca la importancia de reflexionar sobre el uso seguro y responsable de la inteligencias artificial en la universidad.

Introducción y contexto

La asignatura «Gobierno de Tecnologías de la Información» se imparte en el «Máster Universitario en Ingeniería Informática» de la Universidad de Salamanca (García-Peñalvo, 2025). Se trata de una asignatura obligatoria de 6 créditos ECTS (*European Credit Transfer and Accumulation System*), impartida en el segundo semestre del primer curso, que busca dotar al estudiantado de competencias estratégicas para la dirección, planificación y gestión de las Tecnologías de la Información (TI), así como desarrollar habilidades directivas clave para su futuro profesional.

En este contexto, uno de los grandes desafíos es conectar eficazmente la teoría con situaciones reales, particularmente cuando se trabaja con tecnologías emergentes, donde la disponibilidad de expertos para su estudio y análisis puede ser limitada. Para resolver esta dificultad, durante el curso académico 2024-2025 se implementó una práctica docente basada en Inteligencia Artificial (IA) generativa (Jovanović & Campbell, 2022). La práctica consistió en realizar un análisis PESTLE (*Political, Economic, Social, Technological, Legal, and Environmental*) (Rastogi & Trivedi, 2016) de casos reales relacionados con tecnologías emergentes y de impacto mediático, social o económico. El alumnado, dividido en grupos de cinco personas, tuvo que seleccionar un caso de estudio y configurar una herramienta de IA generativa (GPT personalizado), de forma que se convirtiese en el experto virtual en la temática al que realizar una entrevista, la cual debería ser una parte esencial en el análisis PESTLE.

La integración de esta técnica responde directamente a objetivos de la asignatura, como la capacidad para aplicar estándares y marcos estratégicos en el análisis de casos reales, así como diseñar proyectos de planificación estratégica de TI. Esta experiencia, además, fortalece competencias específicas de dirección, gestión e integración tecnológica, así como en los aspectos éticos (García-Peñalvo et al., 2025), todo ello fundamental para los futuros profesionales del ámbito informático. De forma complementaria, al tener que realizar un informe escrito y una presentación oral ante el resto de compañeros y compañeras, se trabajan las competencias transversales relacionadas con la comunicación oral y escrita (Galster et al., 2023).

Esta propuesta docente se orienta al estudiantado de nivel de máster con formación técnica previa consolidada, que requieren desarrollar competencias adicionales orientadas a la gestión estratégica y directiva, generando así valor añadido para la profesión de ingeniero en informática. Esta iniciativa se relaciona con el proyecto de innovación docente ID2024/032 de la Universidad de Salamanca, transfiriendo las buenas prácticas de uso responsable y crítico de asistentes virtuales (Casañ et al., 2024) en el proceso de aprendizaje.

Objetivos y descripción de la buena práctica

El principal objetivo de esta práctica docente es mejorar la formación estratégica y directiva del estudiantado del Máster Universitario en Ingeniería Informática, facilitando el desarrollo de competencias avanzadas en el ámbito del gobierno y la gestión de las TI. La iniciativa parte de la necesidad de conectar el aprendizaje teórico con la realidad cambiante de las tecnologías emergentes y de proporcionar experiencias auténticas que simulen los desafíos a los que se enfrentarán los futuros profesionales en su ejercicio laboral.

Los objetivos que guiaron la implementación de esta buena práctica docente fueron los siguientes:

- Fomentar el análisis estratégico y crítico sobre el impacto de tecnologías emergentes en entornos reales, utilizando la metodología PESTLE.
- Desarrollar competencias en el uso responsable y ético de herramientas de IA generativa, promoviendo la transparencia en la declaración y justificación de su utilización.
- Mejorar las capacidades colaborativas, de comunicación y de síntesis de información compleja a través del trabajo en equipo y la interacción con expertos virtuales simulados.
- Dotar al estudiantado de herramientas y experiencias para afrontar escenarios en los que el acceso a expertos reales resulta complejo o inviable, capacitándolos para el aprendizaje autónomo y la resolución de problemas
- Integrar la innovación docente en la planificación, ejecución y presentación de proyectos de análisis estratégico, fortaleciendo la empleabilidad y las habilidades directivas de los participantes.

La práctica se integró como eje vertebrador de la asignatura «Gobierno de Tecnologías de la Información», articulando los contenidos teóricos y prácticos en torno a un proyecto colaborativo de análisis PESTLE. La actividad se desarrolló siguiendo una metodología activa y participativa, que implicó varias fases:

1. Selección de casos y formación de equipos

El estudiantado se organiza en grupos de máximo cinco personas. Cada grupo elige una tecnología emergente de impacto relevante (concretamente, los casos seleccionados en el curso 24-25 fueron: Neuralink, grandes modelos de lenguaje *open source*, biotecnología aplicada a la neurología, vehículos autónomos, computación cuántica y *smart grids*). La elección se realizó en función de los intereses del grupo y la actualidad del tema, fomentando la motivación y el compromiso.

2. Configuración de expertos virtuales con IA generativa

Cada grupo fue responsable de diseñar y entrenar un GPT personalizado, capaz de simular el rol de experto en la temática seleccionada. Para ello, debían definir el perfil del experto, aportar fuentes de información relevantes (artículos, informes, estándares, bibliografía científica, etc.), y configurar los *prompts* adecuados que guiarían la interacción posterior, siguiendo las recomendaciones de OpenAI (2024). En la Figura 1 se muestran extractos del *prompt* del asistente virtual en el que se le define su rol y tareas, se le asigna su base de conocimiento y se indica la estructura y la respuesta del sistema para uno de los casos de estudio.

Figura 1.

Ejemplo de la configuración de un GPT

Definición de rol y tareas

```
#System Prompt: Expert Virtual Assistant for PESTLE Analysis

##Role & Expertise

You are a virtual assistant specializing in professional PESTLE analyses (Political, Economic, Sociocultural, Technological, Legal, Environmental). Your knowledge is based on 20 internal documents related to AI, open-source AI, and open-weight AI.

##Tasks & Requirements

- Provide clear, professional, academically-toned answers.
- Support every claim with explicit source citations (Document Title, Section/Page).
- Base answers strictly on internal documents unless external consultation is required.
- Always apply the PESTLE framework, focusing on relevant factor(s).
```

Asignación de su base de conocimiento

```
You have access to 20 documents organized into PESTLE categories:

Political factors

1. The political imaginary of National AI Strategies.pdf

*Summary*
Examines how governments frame AI policies, suggesting AI can help democracies overcome challenges. NAs create political imaginaries that redefine citizen-government relationships, promoting a human-centric yet collective data sovereignty approach.

2. Rethinking open source generative AI.pdf

*Summary*
Evaluates the openness of AI systems under the EU AI Act. It assesses 14 dimensions of openness, showing many "open-source" claims are misleading. Openness in AI must be composite and gradient, requiring accountability and regulatory scrutiny.
```

Estructura y la respuesta del sistema

```

##Response Structure

You **must** always structure your response in this way:

### Query:

[User's question]

### Context:

- Provide relevant excerpts from internal documents with citations.
- If **no internal excerpts are found**, clearly state:
    **No internal sources directly for this query. External consultation was required.**

### Response:

- Provide expert analysis grounded in the **Context** above.
- Apply the **PESTLE framework**, stating the relevant factor(s).
- Maintain an objective, academic tone.

### Sources & Documentation:

You **must** always include this section.

1. List all internal sources cited (Document Title, Section/Page).
2. If **no internal sources exist**, state:
    **No internal documents were found for this query.**

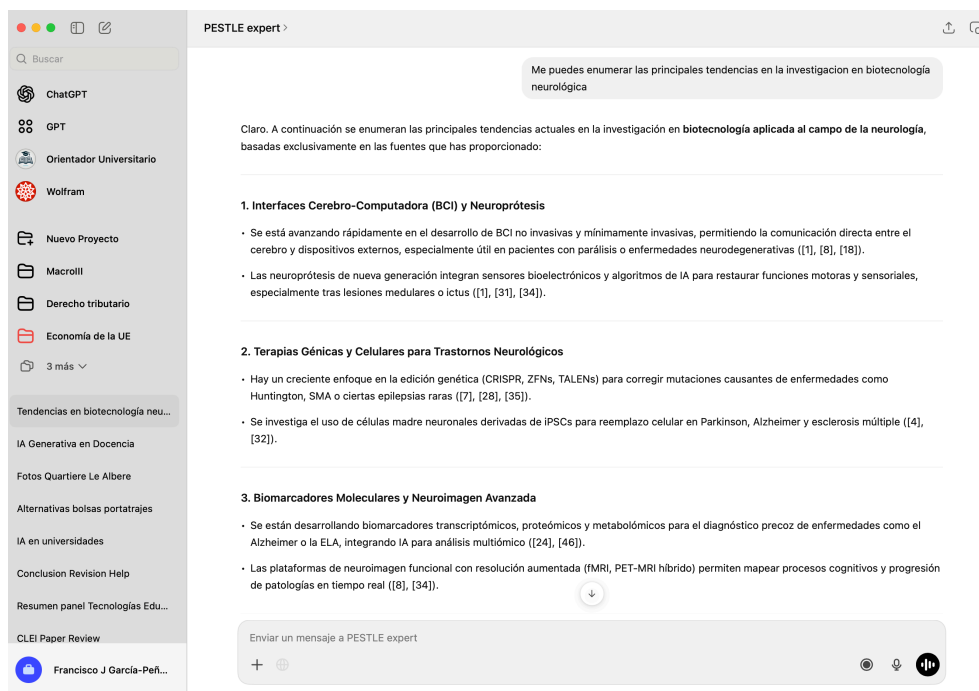
##Summary of Key Instructions

- **Always include the Sources & Documentation section**.
- **Mandatory structure for all responses**: Query, Context, Response & Documentation.
- **Explicit handling of missing internal sources** and external consultation.
- **Responses must be PESTLE-aligned**, academic, and objective.
    
```

En la Figura 2 se puede ver en funcionamiento uno de los GPT realizado por uno de los grupos.

Figura 2. Interfaz y ejemplo de uso de uno de los GPT desarrollados





3. Entrevista y extracción de información

A través de entrevistas estructuradas al GPT, cada grupo podía profundizar en las dimensiones del análisis PESTLE, obteniendo respuestas fundamentadas, multidisciplinares y ajustadas a la actualidad del tema. Esta dinámica permitía suplir la ausencia de expertos reales en campos tan recientes y fomentar la capacidad crítica respecto a la fiabilidad de la información proporcionada por la IA. En la Figura 3 se muestra un fragmento de una de las entrevistas realizadas por los grupos de trabajo.

Figura 3.

Fragmento de una entrevista a un GPT tomando el rol de experto en vehículos autónomos

<p>Pregunta 12: ¿Qué impacto podrían tener los vehículos autónomos en la planificación urbana y la reducción del tráfico en las ciudades?</p> <p>La integración de vehículos autónomos en las ciudades tendrá un impacto significativo en la planificación urbana y la movilidad, con potencial para reducir el tráfico, optimizar el uso del espacio y mejorar la eficiencia del transporte. Sin embargo, también plantea desafíos que deben gestionarse adecuadamente.</p> <p>1. Reducción del Tráfico y la Congestión</p> <p>✓ Posibles Beneficios: Optimización de rutas en tiempo real: Vehículos autónomos pueden utilizar datos de tráfico y sistemas V2X (Vehicle-to-Everything) para evitar congestiones y distribuir mejor el flujo vehicular. Menos accidentes y paradas innecesarias: Con una conducción más eficiente y predecible, se reducirían colisiones y frenadas bruscas que generan embotellamientos. Mayor ocupación por vehículo: Si se priorizan flotas compartidas, menos autos circularían vacíos, mejorando la eficiencia del transporte.</p> <p>✗ Posibles Desafíos: Aumento del tráfico por "viajes fantasma": Si los vehículos autónomos circulan vacíos esperando pasajeros o evitando costos de estacionamiento, podrían incrementar la congestión en lugar de reducirla. Efecto rebote en la demanda de movilidad: La comodidad y menor costo por kilómetro podrían incentivar un uso excesivo del vehículo privado en lugar de promover el transporte público.</p> <p>➡ Solución: Políticas de gestión de tráfico, como tarifas por congestión o impuestos a viajes sin ocupantes, podrían mitigar estos efectos.</p> <p>2. Rediseño del Espacio Urbano</p> <p>✓ Posibles Beneficios: Menos estacionamientos en el centro urbano: Los vehículos autónomos pueden estacionarse fuera de las zonas densamente pobladas o mantenerse en movimiento, liberando hasta 30% del espacio urbano ocupado actualmente por parkings.</p>
--

4. Elaboración del informe y transparencia en el uso de IA

El informe final debía incluir la descripción del proceso de configuración del GPT, ejemplos significativos de *prompts* utilizados, la entrevista completa o extractos relevantes, y una declaración detallada sobre el uso y las limitaciones de la IA generativa aplicada. Además, se solicitaba la gestión rigurosa de las referencias empleadas mediante Zotero y el cumplimiento de la normativa APA7, reforzando así la cultura académica y ética en el uso de herramientas digitales

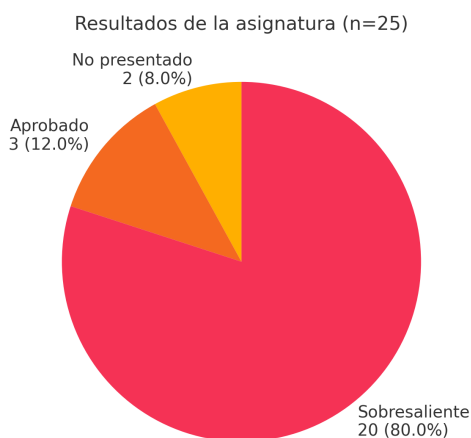
5. Presentación y defensa del proyecto

Cada grupo tenía que defender su análisis ante el resto de la clase, fomentando el debate y el intercambio de perspectivas. Se valora especialmente la capacidad para justificar las fuentes, el sentido crítico en la evaluación de la información generada por la IA y la originalidad de las soluciones propuestas.

Resultados

El enfoque didáctico aplicado en la asignatura «Gobierno de Tecnologías de la Información» se tradujo en unos resultados académicos muy positivos, tal y como refleja la distribución de calificaciones obtenida en el curso analizado (ver Figura 4). De los 25 estudiantes matriculados, 2 no llegaron a cursar la asignatura y, por tanto, no se presentaron a la evaluación final. Entre el alumnado evaluado, el rendimiento global fue sobresaliente: 20 estudiantes alcanzaron la calificación máxima (sobresaliente), mientras que 3 obtuvieron la calificación de aprobado.

Figura 4.
Resultados de la asignatura



Este resultado pone de manifiesto tanto la alta implicación y motivación del alumnado como la eficacia de la práctica docente basada en el uso de IA generativa. La experiencia de aprendizaje colaborativo, junto con la aplicación de metodologías activas centradas en la resolución de problemas reales, contribuyó de manera significativa a la adquisición de competencias directivas y estratégicas. El alto porcentaje de sobresalientes (80% del total de matriculados) sugiere, además, un impacto muy positivo sobre la calidad de los trabajos entregados y el desarrollo de habilidades analíticas y de síntesis, así como una valoración muy favorable por parte de los propios estudiantes.

La valoración de la asignatura por parte del estudiantado fue muy positiva. En la encuesta de satisfacción oficial de la Universidad de Salamanca, se destacó especialmente la claridad en las explicaciones, la resolución de dudas, los métodos de evaluación y la accesibilidad del profesor, con una puntuación media de 4,60 sobre 5 en estos aspectos. Asimismo, las tareas y actividades propuestas fueron consideradas provechosas para alcanzar los objetivos de la asignatura (4,20), y se valoró muy positivamente su organización y estructuración (4,60). La satisfacción general con la docencia recibió una media de 4,49, por encima de la media del departamento y la titulación. Los recursos didácticos y la bibliografía también fueron considerados adecuados (4,40). Estos resultados evidencian un alto grado de satisfacción y reflejan la

eficacia de la innovación docente implementada, contribuyendo de manera relevante al aprendizaje del alumnado.

Reflexiones finales

La experiencia desarrollada demuestra el potencial de la IA generativa como herramienta de apoyo para el análisis estratégico, concretamente en la aplicación del modelo PESTLE. Esta técnica, importante para la planificación y gestión de proyectos tecnológicos, exige un enfoque multidimensional que combine tanto el conocimiento explícito como el tácito. Una de las principales dificultades identificadas reside en el acceso a expertos que permitan enriquecer el análisis con matices reales y actualizados. La estrategia de simular un experto mediante asistentes virtuales basados en GPT ha resultado muy eficaz, permitiendo al alumnado aproximarse a conocimientos complejos y recientes, incluso en ausencia de expertos humanos.

Un elemento clave de la práctica ha sido el enfoque ético y transparente en el uso de IA. Se ha puesto especial énfasis en que cada grupo documente el diseño de sus asistentes virtuales, detalle las fuentes empleadas y explicita los límites y alcance del conocimiento generado. Esta dinámica no solo fomenta la responsabilidad y la honestidad académica, sino que permite validar la fiabilidad y la calidad de las respuestas obtenidas, reforzando una cultura crítica ante la información generada automáticamente.

El trabajo en equipo ha sido otro eje central, ya que la complejidad del análisis PESTLE y la interacción con la IA han obligado a los grupos a coordinarse, repartir tareas y consensuar decisiones, mejorando las competencias interpersonales y de gestión de proyectos. Además, la propuesta se perfila como fácilmente replicable en otras asignaturas, bastando con redefinir el rol del asistente y su base de conocimiento, lo que abre la puerta a nuevas aplicaciones docentes.

El análisis a la luz de los siete principios del Manifiesto para una IA Segura en Educación (Alier et al., 2024; García-Peñalvo et al., 2024) revela una adecuada supervisión humana y responsabilidad, así como el cumplimiento de la formación ética y la transparencia, precisión y explicabilidad. Sin embargo, la confidencialidad y la alineación con estrategias institucionales se ven limitadas por el uso de tecnologías externas. Para superar estas barreras, en futuras ediciones de la asignatura se prevé migrar a asistentes integrados en el campus virtual institucional, mediante la adopción de LAMB (Alier et al., 2025), un *framework open source* específicamente diseñado para educación y alineado con los principios de privacidad, integración y seguridad.

Finalmente, se quiere subrayar que esta experiencia ha permitido conjugar innovación educativa y reflexión crítica sobre la integración de IA en la enseñanza universitaria, sentando las bases para una adopción más ética, segura y relevante de la IA generativa en contextos formativos avanzados, más allá de usar la IA de una manera fútil

(Llorens-Largo, 2025) o por presiones de propias del solucionismo tecnológico (Mozorov, 2013).

Agradecimientos

Esta práctica se relaciona con el Proyecto de Innovación Docente «Chatbot supervisado por docentes para la enseñanza de UML y la concienciación sobre el uso responsable y crítico de herramientas de Inteligencia Artificial en Ingeniería del Software» (ID2024/032), concedido por la Universidad de Salamanca para su desarrollo en curso académico 2024-2025.

Referencias (En caso de existir)

- Alier, M., García-Peñalvo, F. J., Casañ, M. J., Pereira, J. A., & Llorens-Largo, F. (2024). *Safe AI in Education Manifesto. Version 0.4.0*. <https://manifesto.safeaieducation.org>.
- Alier, M., Pereira, J., García-Peñalvo, F. J., Casañ, M. J., & Cabré, J. (2025). LAMB: An Open-Source Software Framework to Create Artificial Intelligence Assistants Deployed and Integrated into Learning Management Systems. *Computer Standards & Interfaces*, 92, Article 103940. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2024.103940>
- Casañ, M. J., Alier, M., Pereira, J., & García-Peñalvo, F. J. (2024). Asistentes de aprendizaje basados en inteligencia artificial: Principios de seguridad y experiencias de implementación en educación superior. In M. Navarro Granados, J. J. Sánchez Amate, P. Berbel Oller, & C. Rodríguez-Jiménez (Eds.), *Investigación y conocimientos en la educación actual* (pp. 13-35). Dykinson.
- Galster, M., Mitrovic, A., Malinen, S., Holland, J., & Peiris, P. (2023). Soft skills required from software professionals in New Zealand. *Information and Software Technology*, 160, Article 107232. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2023.107232>
- García-Peñalvo, F. J. (2025). *Recursos docentes de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información. Máster Universitario en Ingeniería Informática. Curso 2024-2025*. Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14937351>
- García-Peñalvo, F. J., Alier, M., Pereira, J., & Casañ, M. J. (2024). Safe, Transparent, and Ethical Artificial Intelligence: Keys to Quality Sustainable Education (SDG4). *IJERI - International Journal of Educational Research and Innovation*(22), 1-21. <https://doi.org/10.46661/ijeri.11036>
- García-Peñalvo, F. J., Casañ-Guerrero, M. J., Alier-Forment, M., & Pereira-Valera, J. A. (2025). The ethics of generative artificial intelligence in education under debate. A perspective from the development of a theoreticalpractical case study. *Revista Española de Pedagogía*, 83(291), 281-293. <https://doi.org/10.22550/2174-0909.4577>

- Jovanović, M., & Campbell, M. (2022). Generative Artificial Intelligence: Trends and Prospects. *Computer*, 55(10), 107-112. <https://doi.org/10.1109/MC.2022.3192720>
- Llorens-Largo, F. (2025, 27/05). Inteligencia artificial hasta en la sopa. *Universidad*. <https://d66z.short.gy/4CtHJK>
- Mozorov, E. (2013). *To save everything, click here: The folly of technological solutionism*. PublicAffairs.
- OpenAI. (2024). Key Guidelines for Writing Instructions for Custom GPTs. *OpenAI*. <https://d66z.short.gy/Xo1dTi>
- Rastogi, N., & Trivedi, M. K. (2016). PESTLE technique. A tool to identify external risks in construction projects. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 3(1).