

ANEXO V

CONVOCATORIA DE PROYECTOS DE INNOVACIÓN Y BUENAS PRÁCTICAS DOCENTES

Modelo de memoria final de proyectos de innovación y buenas prácticas docentes

1. Datos generales de la actividad formativa

Título	(1) Hablando en Código: Transformando la Enseñanza-Aprendizaje de la Programación mediante los Modelos de Lenguaje	
Coordinador	(2): Apellidos, Nombre	Griol Barres, David
	(3): Departamento	Dpto. De Lenguajes y Sistemas Informáticos
	(4): Email	dgriol@uqr.es
	(5): Teléfonos	<ANONIMIZADO PARA DIGIBUG>

2. Responda a las siguientes cuestiones, indicando los puntos fuertes, las dificultades y posibles opciones de mejora

1. Especifique los resultados obtenidos, indicando donde se han difundido y en qué canales se han puesto en disposición para la comunidad universitaria.

Los principales resultados obtenidos gracias al proyecto de innovación y buenas prácticas docentes incluyen:

- Nuevos materiales educativos que se han incorporado a las asignaturas descritas en la propuesta pertenecientes al Grado en Ingeniería Informática, Grado en Ingeniería Informática y Matemáticas, y Doble Grado en Ingeniería Informática y ADE.
- Modelos de lenguaje y arquitecturas propias (copilotos de aprendizaje) adaptadas a los contenidos específicos de las asignaturas mediante técnicas basadas en RAG (Retrieval Augmented Generation).
- Recursos de entrenamiento para estos modelos basados en los materiales de teoría y prácticas generados para las asignaturas y otras herramientas que se han desarrollado (en su mayoría en Python) para el entrenamiento de los modelos, definición de la arquitectura RAG, generación de corpus de preguntas y evaluación automatizada de los resultados.
- Resultados de encuestas completadas por los estudiantes con indicadores clave del proyecto al inicio, transcurso y finalización del mismo.
- Se han llevado a cabo dos Trabajos Fin de Grado en el Grado en Ingeniería Informática dentro de las temáticas del proyecto, defendidos por los estudiantes Óscar Picado Cariño y Miguel Molinero Martín en la convocatoria ordinaria de junio de 2025. Los modelos, recursos de entrenamiento y otras herramientas desarrolladas se han dispuesto en los repositorios en abierto indicados en dichos trabajos (Hugging Face).
- Se ha llevado a cabo un Trabajo Fin de Máster en el Máster Universitario en Profesorado de Enseñanza Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas (MAES) de la Universidad de Granada, defendido por el estudiante José Carlos Pérez Sánchez en la convocatoria ordinaria de junio de 2025.
- Se han llevado a cabo dos publicaciones en abierto en el [II Congreso Internacional Conocimiento en la frontera](#) dentro del simposio [Educación: formación del profesorado e innovación educativa](#) y en el [IV Congreso Internacional de Formación Permanente: Innovación y Tendencias Educativas](#) dentro del simposio [Educadores del futuro: enseñar, aprender y crear con inteligencia artificial](#). Se han generado y están pendientes de aceptación dos publicaciones adicionales que extienden estas comunicaciones y serán publicadas como capítulos de libros de las editoriales Dykinson y Egregius (indexadas en el índice SPI). Este conjunto de publicaciones están incluidas en los repositorios institucionales ZENODO (Comisión Europea – CERN -OpenAire) e Internet Archive (EEUU).
- A través de estos resultados, se ha buscado fomentar la colaboración y compartir con la comunidad educativa experiencias, recursos en abierto y mejores prácticas relacionadas con la integración de modelos de lenguaje en la enseñanza-aprendizaje de la programación. La decisión de utilizar repositorios como Zenodo o HuggingFace y buscar publicaciones en abierto asegura la máxima accesibilidad y reutilización de los recursos desarrollados por la comunidad educativa. La planificación de publicaciones en congresos y revistas

especializadas garantiza la difusión formal y el reconocimiento del trabajo realizado en el ámbito de la innovación docente.

2. Valore el grado de consecución de los objetivos. Especifique los mismos.

Gracias a los resultados expuestos en la sección anterior, el proyecto ha conseguido satisfacer los siguientes objetivos principales definidos en la propuesta inicial del proyecto. Se han definido criterios, procedimientos e instrumentos específicos para cada objetivo, incluyendo tanto aspectos cualitativos (encuestas a estudiantes) como cuantitativos (métricas objetivas ampliamente utilizadas para la evaluación de los grandes modelos de lenguaje, datos de rendimiento académico):

- Desarrollar e integrar modelos de lenguaje propios: Creación de copilotos de aprendizaje y diseño de nuevos recursos y estrategias pedagógicas, mitigando los principales retos de aplicación de LLMs. Estos retos venían asociados a que los estudiantes emplean ya estos modelos, pero no siempre de forma correcta considerando que pueden proporcionar información inexacta o engañosa, incompleta, dependiente del conocimiento del modelo y de la precisión en la consulta realizada. El proyecto ha buscado mitigar estos efectos adaptando LLMs abiertos y entrenándolos con materiales propios. Se ha completado una evaluación de los modelos por su relevancia y adecuación a los contenidos educativos seleccionados, comparándolos en base a los requisitos definidos en el proyecto. La inclusión de una implementación piloto ha permitido extraer conclusiones y realizar correcciones tempranas, mejorando la consecución de los objetivos.
- Facilitar mediante estos copilotos el acceso y comprensión de conceptos fundamentales de programación: Ayudar a aprender nuevos lenguajes, diseñar software, manejar estructuras sintácticas, detectar errores y optimizar código mediante los copilotos, tal y como se ha potenciado con los materiales educativos utilizados para el entrenamiento de los modelos y de la arquitectura RAG. Se ha realizado una revisión del estado del arte de estas tecnologías en profundidad y amplitud, así como un análisis de la cobertura de enfoques, desafíos y mejores prácticas propuestas por otros docentes en propuestas de innovación educativa. Los contenidos incorporados en el entrenamiento de los copilotos se han seleccionado de acuerdo con la alineación con los conocimientos y competencias definidas en las asignaturas.
- Personalizar el aprendizaje: Adaptar el proceso de enseñanza-aprendizaje a las necesidades individuales de los estudiantes para un aprendizaje más efectivo, tal y como se ha promovido con la utilización de información contextual que complementa las consultas específicas realizadas por los estudiantes.
- Promover la interactividad y participación activa: Implementar actividades interactivas y proyectos prácticos que aprovechen la retroalimentación inmediata de los LLMs a través de los materiales educativos incorporados al entrenamiento de los copilotos.
- Explorar nuevas metodologías educativas: Aprovechar al máximo las capacidades de los modelos de lenguaje para innovar en la enseñanza de la programación mediante la integración de los copilotos desarrollados en la docencia de las asignaturas.
- Evaluar el impacto del proyecto en el aprendizaje: Se han utilizado métricas y realizado evaluaciones formativas y sumativas del rendimiento académico y retención de conocimientos.
- Recopilar y utilizar la interacción de los estudiantes y la retroalimentación: Mejorar continuamente los copilotos, la calidad de sus respuestas y funcionalidades, sentando bases para futuras propuestas en las que pueda servir de base el trabajo desarrollado en el proyecto.
- Difundir el trabajo y recursos desarrollados: El proyecto ha fomentado la colaboración y compartición de experiencias, recursos en abierto y mejores prácticas con la comunidad educativa.

3. Especifique el impacto de los resultados obtenidos, Valore los mismos utilizando indicadores que permitan una evaluación cuantitativa o cualitativa.

El proyecto ha buscado conseguir un impacto significativo en la mejora de las competencias de programación y la adquisición de nuevas habilidades relevantes para el futuro profesional de los estudiantes:

- Mejora de las competencias de programación: Posibilitando la mejora de las competencias relacionadas con la programación en el currículum actual de la Ingeniería Informática.
- Adquisición de una nueva competencia: Los estudiantes han adquirido una nueva competencia relativa al uso de copilotos para programación, una habilidad que se espera sea fundamental en el desarrollo de software en el futuro cercano.
- Fortalecimiento de la empleabilidad: La mejora de competencias de programación y la adquisición de la competencia en el uso de copilotos son objetivos de alto valor para el perfil profesional. El proyecto está alineado con la empleabilidad, al preparar a los estudiantes para el uso de herramientas ya presentes y en crecimiento en el mundo laboral.
- Transformación digital universitaria: Contribuye a la digitalización del sistema universitario y el desarrollo de innovación educativa, en línea con el Plan UniDigital.
- Consideración de la aplicabilidad en otros contextos y temáticas amplifica el impacto potencial del proyecto más allá de las asignaturas iniciales.

La combinación de datos de rendimiento académico (cuantitativos) con feedback y percepción de estudiantes (cualitativos) ha proporcionado una visión holística del impacto. Para valorar el impacto, el proyecto ha utilizado los siguientes criterios, procedimientos e instrumentos:

Criterio	Procedimiento	Instrumentos
Mejora en el rendimiento y comprensión de los estudiantes.	Análisis comparativo de resultados antes y después de la implementación.	Datos de rendimiento académico. Feedback de estudiantes.
Satisfacción y percepción positiva de los estudiantes	Encuestas y entrevistas a estudiantes	Cuestionarios y análisis de respuestas abiertas
Nivel de participación y compromiso de los estudiantes	Observación directa y registros de participación	Registro de participación y asistencia
Viabilidad para adaptarse a otras temáticas y contextos	Evaluación de la aplicabilidad en diferentes entornos	Informes de adaptación y replicación
Mejora en la experiencia global de aprendizaje	Encuestas y entrevistas con estudiantes	Cuestionarios de evaluación de la experiencia

4. Especifique la metodología empleada en el proceso de innovación y evalúe la misma

La metodología general y plan de trabajo del proyecto están detalladamente definidos en fases secuenciales, con un enfoque en la investigación, el desarrollo, la implementación y la evaluación continua:

1. Revisión exhaustiva de la literatura: Identificación de experiencias exitosas, desafíos y mejores prácticas en la integración de LLMs en la enseñanza de la programación.
2. Identificación y selección de modelos de lenguaje de código abierto: Selección de técnicas y arquitecturas adecuadas para el aprendizaje y despliegue.
3. Desarrollo y revisión de recursos educativos: Creación de nuevos materiales y adaptación de los existentes para el aprendizaje de los modelos seleccionados, ajustando su funcionamiento a conocimientos y competencias específicas.

4. Diseño de estrategias pedagógicas: Definición de cómo incorporar los modelos de lenguaje, considerando el nivel de los estudiantes, conceptos clave y la interactividad deseada.
5. Desarrollo de materiales didácticos, proyectos prácticos y actividades interactivas: Complementarios a los recursos existentes, para la interacción con los copilotos.
6. Definición de un plan de evaluación: Especificación de métricas y técnicas de evaluación formativa y sumativa para recopilar datos cualitativos y cuantitativos
7. Implementación piloto: Realización de una prueba controlada en una asignatura y temario específicos
8. Análisis de resultados piloto: Extracción de conclusiones, correcciones y mejoras basadas en métricas y retroalimentación
9. Mejora e implementación: Ajuste e implementación de los copilotos en el resto de asignaturas del proyecto, basándose en las conclusiones del piloto
10. Evaluación continua: Ajuste de estrategias y herramientas basado en retroalimentación de estudiantes, observación en el aula y métricas de rendimiento
11. Documentación y diseminación de resultados: Publicación en abierto y disposición de recursos

El proyecto ha contado con la participación de todos los miembros del equipo en cada fase. La participación de todos los miembros del proyecto en cada fase asegura una colaboración constante y un conocimiento compartido. No se ha podido contar con la participación adicional de al menos un estudiante para tareas de apoyo sufragadas con el presupuesto inicial asignado al proyecto, lo que se ha suplido con la participación de los estudiantes que han desarrollado sus Trabajo Fin de Grado y de Máster dentro del proyecto.

La metodología se ha evaluado intrínsecamente a través del plan de evaluación de los objetivos y los productos del proyecto, así como de los procesos de mejora continua. La decisión de usar LLMs abiertos posibilita una mayor flexibilidad, adaptación y control sobre el desarrollo, diferenciándose de soluciones cerradas. Los copilotos desarrollados han sido sometidos a pruebas de funcionalidad y adaptación en entornos educativos, evaluando su usabilidad y adaptabilidad. La observación en el aula y las encuestas a estudiantes en la fase piloto y continua han sido esenciales para evaluar la experiencia y el funcionamiento de la metodología. Se han realizado además análisis comparativos de resultados para valorar la mejora en el aprendizaje.

La inclusión de una fase piloto seguida de análisis de resultados, mejoras y evaluación continua ha posibilitado que la metodología se adapte y optimizase con la experiencia real. La revisión exhaustiva de la literatura ha garantizado que el proyecto se construya sobre las mejores prácticas y aborde los desafíos conocidos. La metodología definida ha permitido adaptar los LLMs a los contenidos específicos de las asignaturas y a las necesidades individuales de los estudiantes. El diseño de nuevas actividades interactivas y proyectos prácticos ha promovido además la participación activa del estudiante.

5. Realice cualquier otra consideración evaluativa que permita realizar una adecuada valoración de la actividad de formación desarrollada.

Además de los puntos anteriores, el proyecto destaca por su alineación estratégica, la experiencia del equipo y su compromiso con la innovación abierta y sostenible. El proyecto ha representado, de este modo, una propuesta sólida, innovadora y estratégicamente alineada, que capitaliza el vasto conocimiento y experiencia del equipo en tecnologías del lenguaje para abordar desafíos educativos contemporáneos y preparar a los estudiantes para el futuro profesional. Su metodología iterativa y su compromiso con la evaluación rigurosa y la difusión abierta son pilares clave que auguran un impacto positivo y duradero, siempre y cuando se gestionen proactivamente los desafíos técnicos y de implementación.

- Plan Estratégico UGR 2031: El proyecto incorpora aspectos transversales del Plan Estratégico de la UGR 2031, promoviendo una enseñanza alineada con la excelencia en investigación y enfocada a la empleabilidad, sostenibilidad, fomento de oportunidades laborales y fortalecimiento de la digitalización.
- Plan Director UGR 2024: Está perfectamente alineado con el eje director 2, que promueve una enseñanza vinculada a la investigación y la empleabilidad.
- Plan UniDigital: Contribuye a la iniciativa del Ministerio de Universidades para digitalizar el sistema universitario, impulsando la transformación digital y la innovación educativa.

- Planes de mejora de Grados y Másteres: El proyecto se alinea con los planes de mejora y propuestas de nuevos planes de estudio de los Grados en Ingeniería Informática y Máster en Ingeniería Informática, donde el equipo participa activamente

El proyecto se fundamenta en una trayectoria de más de 20 años de investigación en tecnologías del lenguaje del equipo, con experiencia en el desarrollo de todo tipo de modelos en distintos contextos de investigación e innovación:

- El equipo coordina proyectos de investigación innovadores en esta línea, como el proyecto CONVERSA, centrado en IA conversacional y la generación de recursos para el entrenamiento de la IA generativa en castellano.
- Para el desarrollo del proyecto hemos utilizado servidores de cálculo de altas prestaciones propios con las GPUs requeridas y el conocimiento para su manejo, avalado por proyectos actuales del Plan Nacional, lo que ha reducido la necesidad de presupuesto en hardware.

El proyecto destaca además por su compromiso con el software libre y la innovación abierta:

- Hemos apostado por el uso del software libre y modelos abiertos en lugar de tecnologías propietarias como ChatGPT o modelos de OpenAI. Esto permite una mayor transparencia, adaptabilidad y control sobre los modelos desarrollados, lo cual es un punto fuerte en términos de sostenibilidad y ética. Los resultados del proyecto también han demostrado que estos modelos permiten además una mayor especificidad y calidad de respuesta para los contenidos de programación.
- El proyecto ha abordado un desafío actual del uso de LLMs por parte de los estudiantes, buscando guiar un uso correcto y productivo de los mismos diferente al de obtener directamente las respuestas a las consultas
- El proyecto representa una clara transferencia de la excelencia investigadora del equipo al ámbito de la docencia, lo cual es un modelo de buena práctica universitaria
- La disponibilidad de infraestructura computacional avanzada y la experiencia del equipo para el entrenamiento de LLMs propios ha minimizado la dependencia presupuestaria en aspectos críticos, asegurando la viabilidad técnica

La introducción de nuevas herramientas y metodologías requiere una gestión efectiva del cambio tanto para el profesorado (para su implementación) como para los estudiantes (para su adopción y uso correcto). El proyecto no ha abordado explícitamente estrategias para formar al profesorado que no sea parte del equipo principal en el uso de los copilotos. Asegurar el mantenimiento y la actualización continua de los copilotos desarrollados, una vez finalizado el proyecto, requiere de la disponibilidad de recursos adicionales.

4. Aporte una memoria económica con los gastos derivados del proyecto, especificando las partidas presupuestarias, gastos específicos y adjuntando los justificantes de pago.

4.1. Memoria económica del PIB tipo A o B (desarrollados en un curso académico, sea en un semestre o en dos semestres)

Conceptos en los que se ha gastado	Subtotal primer periodo o semestre	Subtotal segundo periodo o semestre
------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------

TOTAL: 0 euros (no se ha podido contar con el personal contratado solicitado debido a los plazos requeridos para su contratación).

5. Aporte una memoria de gestión indicando los puntos fuertes, las dificultades y posibles opciones de mejora que han surgido a partir de la innovación docente planteada.

El proyecto de innovación y buenas prácticas docentes surge del gran potencial de los modelos de lenguaje para personalizar la enseñanza-aprendizaje, automatizar tareas, introducir recursos educativos innovadores y proporcionar retroalimentación a los estudiantes. Se ha enfocado específicamente en la integración de los LLMs en la enseñanza de la programación para que los estudiantes dispongan de un copiloto que les facilite aprender nuevos lenguajes, diseñar software, manejar estructuras sintácticas, detectar y corregir errores, y optimizar código.

A diferencia de depender de modelos cerrados como ChatGPT, el proyecto propone un objetivo más ambicioso al adaptar LLMs abiertos para generar modelos y arquitecturas propias basadas en RAG, capaces de actuar como

copilotos de programación adaptados a los contenidos específicos de las asignaturas. Esta apuesta por el software libre y modelos abiertos se alinea con la política universitaria

El equipo del proyecto posee una experiencia de más de 20 años de investigación en tecnologías del lenguaje, lo que les permite trasladar esta experiencia al ámbito de la enseñanza/aprendizaje de la informática y desarrollar todo tipo de modelos en distintos contextos. Esta trayectoria es un aval para el éxito del proyecto y su alineación con proyectos de investigación nacionales y europeos muy relevantes.

El proyecto ha buscado una doble perspectiva de mejora. Por un lado, mejorar las competencias de programación en el currículum actual de Ingeniería Informática. Por otro lado, posibilitar la adquisición de una nueva competencia relativa al uso de copilotos para programación, lo cual es crucial dado que su uso ya está extendido en el mundo laboral y se espera que crezca aún más en el futuro cercano.

El proyecto está perfectamente alineado con el Plan Estratégico de la UGR 2031 (Eje Director 2 del Plan Director UGR 2024), que promueve una enseñanza vinculada a la investigación, enfocada a la empleabilidad, la sostenibilidad y la digitalización.. También se alinea con el Plan UniDigital del Ministerio de Universidades para la digitalización del sistema universitario.

El proyecto ha utilizado una metodología clara que incluye una revisión exhaustiva de la literatura, identificación y selección de modelos de lenguaje de código abierto, desarrollo de recursos educativos, diseño de estrategias pedagógicas, y un plan de evaluación detallado con métricas y técnicas para recopilar datos cualitativos y cuantitativos. Esta metodología ha incorporado una implementación piloto en una asignatura específica para extraer conclusiones, realizar correcciones y mejoras. Esto ha permitido una evaluación continua basada en la retroalimentación de los estudiantes y las métricas de rendimiento, ajustando las estrategias y herramientas según sea necesario.

Se ha realizado la difusión del trabajo y los recursos desarrollados en el proyecto mediante , fomentando la colaboración y compartiendo experiencias y mejores prácticas con la comunidad educativa.. Se utilizarán repositorios en abierto (Zenodo o HuggingFace) para los modelos y recursos, y se han desarrollado cuatro publicaciones, dos Trabajos Fin de Grado y un Trabajo Fin de Máster en el ámbito de la innovación docente. La evaluación ha considerado además la escalabilidad del proyecto a otras temáticas y contextos.

El proyecto no aborda el uso general de LLMs en la educación universitaria, sino que se centra específicamente en la enseñanza-aprendizaje de la programación.El proyecto menciona el deseo de contar con la participación de al menos un estudiante de último curso o máster para tareas de apoyo en el desarrollo y mejora de los modelos, no habiendo sido posible. Se ha suplido esta dificultad con la participación de los estudiantes que han desarrollado sus TFG y TFM en el ámbito de las temáticas del proyecto. Potenciar la colaboración continua con especialistas en pedagogía y didáctica de la programación podría asegurar una integración futura aún más efectiva y enriquecedora de los copilotos desarrollados en el proyecto.

Una vez consolidado el proyecto en el ámbito de la enseñanza de la programación, la exploración de opciones para escalar el proyecto a otras temáticas y contextos educativos podría ser un objetivo a medio/largo plazo, capitalizando la experiencia y los recursos desarrollados.

6. Indique los datos del profesorado (incluido en la solicitud o cuya inclusión haya sido autorizada por el Vicerrectorado de Calidad, Innovación Docente y Estudios de Grado) que ha asistido al 80% de las acciones desarrolladas y al que hay que certificar la actividad.

Apellidos, Nombre	DNI
Griol Barres, David (coordinador)	<ANONIMIZADO PARA DIGIBUG>
Callejas Carrión, Zoraida	<ANONIMIZADO PARA DIGIBUG>
Mantas Ruiz, José Miguel	<ANONIMIZADO PARA DIGIBUG>
Sanchez López, Ana María	<ANONIMIZADO PARA DIGIBUG>
Villar Castro, Pedro	<ANONIMIZADO PARA DIGIBUG>