

# MEMORIA FINAL<sup>1</sup>

## Compromisos y Resultados

### Proyectos de Innovación y Mejora Docente 2023/2024

Identificación del proyecto	
Código	sol-202300257124-tra
Título	<b>Desarrollo de una Plataforma Educativa Basada en Blockchain: Impulsando la Innovación y la Colaboración en la Enseñanza</b>
Responsable	<b>Gabriel José Guerrero Contreras</b>

1. Describa los resultados obtenidos a la luz de los objetivos y compromisos que adquirió en la solicitud de su proyecto. Incluya tantas tablas como objetivos contempló.

Objetivo nº 1	Sustituya este texto por el título del objetivo
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	<p><i>Definir los diferentes roles que se necesitan en el equipo de desarrollo.</i></p> <p><i>Presentar los roles a los estudiantes y explicar las responsabilidades y habilidades requeridas para cada uno de ellos.</i></p> <p><i>Permitir a los estudiantes elegir los roles en los que les gustaría trabajar y asegurar que cada uno tenga al menos un rol asignado.</i></p> <p><i>Facilitar la formación de equipos de trabajo y la asignación de tareas a los miembros del equipo.</i></p>
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	<p><i>Se definieron tres roles clave para el desarrollo de la plataforma:</i></p> <p><b>Desarrollador:</b> responsables de escribir el código utilizando Python, implementando las funcionalidades necesarias para el proyecto.</p> <p><b>Diseñador de interfaz:</b> encargado de crear una interfaz de usuario intuitiva y funcional, asegurando que la plataforma sea fácil de usar.</p> <p><i>En una sesión específica del curso, se explicó en detalle cada uno de estos roles, destacando las responsabilidades y habilidades necesarias para cumplirlos. Luego, se formaron equipos de tres estudiantes, dándoles la oportunidad de elegir los roles en los que querían participar. Aunque los roles estaban bien definidos, la comunicación tuvo que ser muy fluida para que los miembros del equipo pudieran coordinarse adecuadamente.</i></p>

Objetivo nº 2	Sustituya este texto por el título del objetivo
---------------	---

<sup>1</sup> Esta memoria no debe superar las 6 páginas.

<p>Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:</p>	<p><i>Definir los requisitos y especificaciones de la plataforma en colaboración con los docentes de la asignatura.</i></p> <p><i>Presentar los requisitos y especificaciones a los estudiantes y asegurarse de que los entiendan.</i></p> <p><i>Proporcionar orientación y apoyo a los estudiantes a lo largo del proceso de desarrollo, respondiendo preguntas y resolviendo problemas que puedan surgir.</i></p> <p><i>Realizar reuniones regulares con los estudiantes para revisar el progreso.</i></p>
<p>Actividades realizadas y resultados obtenidos:</p>	<p><i>Se proporcionó una plantilla inicial del proyecto, que incluía el esqueleto de un backend desarrollado en Python (con el framework Django) y un frontend en HTML, organizando la plataforma bajo una arquitectura cliente-servidor con una API REST. Esta plantilla sirvió como base para que los estudiantes comprendieran la estructura fundamental del proyecto. Durante una presentación, se detalló la funcionalidad esperada de cada uno de los endpoints de la API, explicando cómo cada solicitud interactuaría con los datos y los componentes de la plataforma. Se abordó cómo manejar la validación de datos y la gestión de errores.</i></p> <p><i>Además, se especificaron los requisitos de la interfaz de usuario. Se discutieron aspectos como la disposición de los elementos y la forma en que la interfaz interactuaría con el backend.</i></p> <p><i>Se establecieron los objetivos generales de la plataforma blockchain, cuya función principal sería almacenar información relevante de la asignatura, como registros de las actividades de los estudiantes.</i></p> <p><i>Durante las sesiones de seminarios dedicadas a blockchain (tres sesiones de una hora), se ayudó a corregir errores y resolver dudas de los grupos de trabajo que surgieron a lo largo del desarrollo del proyecto.</i></p>

Objetivo nº 3	Sustituya este texto por el título del objetivo
<p>Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:</p>	<p><i>Seleccionar un grupo de estudiantes para participar en la prueba piloto.</i></p> <p><i>Desplegar la plataforma de blockchain seleccionada para usarla en el aula.</i></p> <p><i>Presentar la plataforma a los estudiantes y explicar cómo funciona.</i></p> <p><i>Monitorear el uso del sistema y recopilar retroalimentación de los estudiantes.</i></p> <p><i>Evaluar los resultados de la prueba piloto y determinar si se necesitan mejoras.</i></p>
<p>Actividades realizadas y resultados obtenidos:</p>	<p><i>Dentro de cada grupo de seminarios, se seleccionó uno de los grupos de trabajo que logró completar con éxito el desarrollo para participar en la prueba piloto. Se desplegó la plataforma blockchain dentro del aula utilizando una red p2p ad hoc creada específicamente para los participantes del seminario. Esto permitió que los estudiantes probaran el sistema y evaluaran su rendimiento en un entorno controlado.</i></p>

2. Realice una breve valoración sobre la influencia del proyecto ejecutado en la evolución de las asignaturas implicadas.

*Análisis del impacto de la innovación en las asignaturas relacionadas con el proyecto*

Antes de la implementación de este proyecto, el estudio de la **tecnología blockchain** en la asignatura de **Sistemas Distribuidos** se abordaba principalmente desde una perspectiva teórica. Los estudiantes se familiarizaban con los conceptos fundamentales de blockchain, pero no tenían la oportunidad de aplicarlos en un entorno práctico real, lo que limitaba su comprensión sobre las implicaciones y el potencial de esta tecnología en sistemas distribuidos.

Blockchain es de **gran importancia** dentro de la disciplina porque representa una de las innovaciones más recientes en el campo de los sistemas distribuidos. La tecnología está intrínsecamente vinculada a muchos de los **conceptos fundamentales** que los estudiantes han estudiado a lo largo del curso. Por ejemplo, abarca el **diseño de algoritmos de consenso distribuidos**, la **gestión de la consistencia de los datos** en redes descentralizadas, la **criptografía** para garantizar la seguridad de las transacciones, la **tolerancia a fallos** en sistemas distribuidos, **redes peer to peer (p2p)**, **API RESTs** y la **escalabilidad**. Estos son aspectos que se imparten en la asignatura de SD, y blockchain los reúne en una **aplicación práctica**. Por este motivo, el proyecto se introdujo hacia el **final del curso**, cuando los estudiantes ya han adquirido las **competencias necesarias** para abordar toda la tecnología implicada en la implementación.

El proyecto ha ayudado a transformar la dinámica de la asignatura, introduciendo un enfoque que ha fomentado la **colaboración** y el **trabajo en equipo** entre los estudiantes. A pequeña escala, dentro de los **grupos de seminarios**, los estudiantes tuvieron la oportunidad de organizarse en equipos. En cada equipo, los estudiantes asumieron diferentes roles, como **desarrolladores** y **diseñadores de interfaz**. Esta distribución de responsabilidades no solo les permitió mejorar sus **habilidades técnicas**, sino también desarrollar **competencias interpersonales** clave, como la **comunicación efectiva**, la **gestión de tiempo** y la **toma de decisiones** en conjunto. El hecho de que se realizara a pequeña escala dentro del contexto del seminario permitió a los estudiantes experimentar el **ciclo completo** de un proyecto, desde la conceptualización hasta su despliegue, pero con un nivel de control y guía que les permitió **aprender sin sentirse abrumados**.

3. Incluya en la siguiente tabla el número de alumnos matriculados y el de respuestas recibidas en cada opción y realice una valoración crítica sobre la influencia que el proyecto ha ejercido en la opinión de los alumnos.

Opinión de los alumnos al inicio del proyecto				
Número de alumnos matriculados:				
<i>Valoración del grado de dificultad que cree que va a tener en la comprensión de los contenidos y/o en la adquisición de competencias asociadas a la asignatura en la que se enmarca el proyecto de innovación docente</i>				
Ninguna dificultad	Poca dificultad	Dificultad media	Bastante dificultad	Mucha dificultad
0	2	41	13	1
Opinión de los alumnos en la etapa final del proyecto				

*Valoración del grado de dificultad que ha tenido en la comprensión de los contenidos y/o en la adquisición de competencias asociadas a la asignatura en la que se enmarca el proyecto de innovación docente*

Ninguna dificultad	Poca dificultad	Dificultad media	Bastante dificultad	Mucha dificultad
0	8	35	12	0

*Los elementos de innovación y mejora docente aplicados en esta asignatura han favorecido mi comprensión de los contenidos y/o la adquisición de competencias asociadas a la asignatura*

Nada de acuerdo	Poco de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Muy de acuerdo	Completamente de acuerdo
0	1	7	40	7

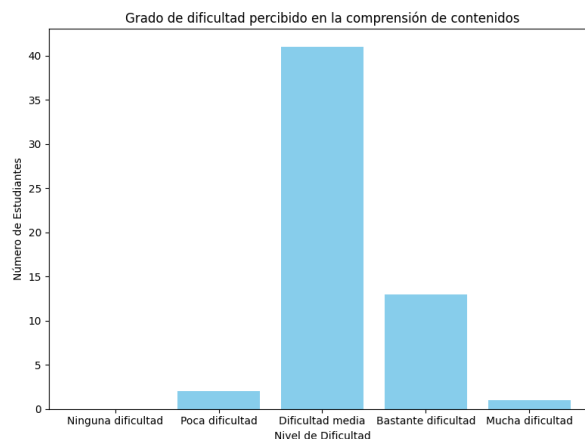
**En el caso de la participación de un profesor invitado**

*La participación del profesor invitado ha supuesto un gran beneficio en mi formación*

Nada de acuerdo	Poco de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Muy de acuerdo	Completamente de acuerdo
No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica

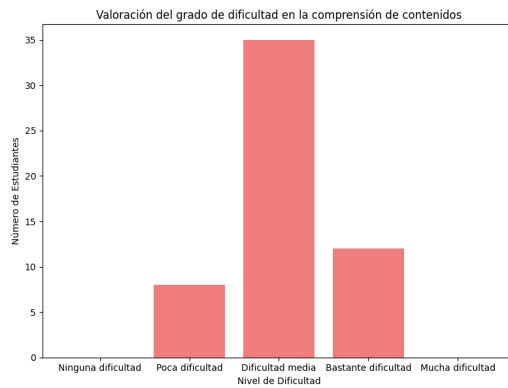
**Valoración crítica sobre la influencia que ha ejercido el proyecto en la opinión de los alumnos**

Se realizaron **dos encuestas** a los estudiantes del curso, con el objetivo de evaluar su percepción sobre la **dificultad de los contenidos** y la **adquisición de competencias**. La primera encuesta se llevó a cabo **antes de iniciar el proyecto**, y contó con la participación de **57 estudiantes**. Una vez finalizado el proyecto, se realizó una **segunda encuesta** con **55 participantes**, para analizar el **impacto de la experiencia práctica** en su comprensión de los conceptos de la asignatura y la dificultad experimentada a lo largo del proceso.

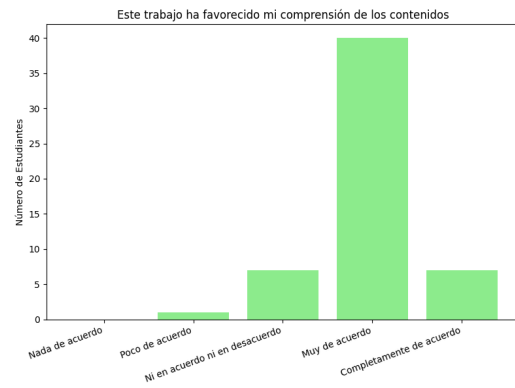


**Figura 1.** Resultados de la encuesta inicial en cuanto a la complejidad percibida.

En la encuesta inicial (Figura 1), la mayoría de los participantes (41 estudiantes) percibió que la asignatura tendría una **dificultad media**, mientras que un grupo significativo (13 estudiantes) anticipó una **bastante dificultad**. Solo 2 estudiantes consideraron que la asignatura tendría **poca dificultad**, y 1 estudiante estimó que enfrentaría **mucha dificultad**. Utilizando una escala de 1 a 5 (donde 1 es "ninguna dificultad" y 5 es "mucha dificultad"), la media obtenida fue de **2.23**, lo que confirma que la mayoría de los estudiantes esperaba una dificultad **moderada**.



**Figura 2.** Resultados de la encuesta final en cuanto a la complejidad percibida.



**Figura 3.** Resultados de la encuesta final sobre cómo el proyecto ha contribuido a la comprensión de los contenidos.

En la encuesta final, la mayoría de los estudiantes mantuvo su percepción de que la asignatura tuvo una **dificultad media** (35 estudiantes), mientras que 12 estudiantes indicaron haber encontrado **bastante dificultad**. Además, 8 estudiantes percibieron que la asignatura presentó **poca dificultad**, y no hubo reportes de **mucha dificultad** (Figura 2). La media en esta encuesta fue de **2.07**, lo que refleja una ligera disminución en la percepción de dificultad comparada con la encuesta inicial. La **desviación estándar** fue de **0.60**, lo que indica una mayor dispersión en las respuestas, con algunos estudiantes encontrando el curso más accesible que otros. Esto sugiere que, tras el proyecto, la percepción de dificultad disminuyó ligeramente, y más estudiantes consideraron que la asignatura fue **manejable**.

Por otro lado, los estudiantes fueron consultados sobre si el proyecto favoreció su **comprensión de los contenidos** y la **adquisición de competencias**. Usando una escala de 1 a 5 (donde 1 es "nada de acuerdo" y 5 es "completamente de acuerdo"), la media fue de **3.96**, lo que indica que la mayoría de los estudiantes estuvo **muy de acuerdo** en que el proyecto mejoró su comprensión (Figura 3). La **desviación estándar** fue de **0.58**, lo que refleja una ligera variabilidad en las respuestas. La mayor parte de los estudiantes se concentró en los **valores altos**, con la mediana y el 75% de las respuestas en **4**, lo que subraya el **impacto positivo** del proyecto en el aprendizaje.

Al comparar las **tasas de éxito** entre los cursos **2022-2023** y **2023-2024**, observamos que en el curso 2022-2023 fue del **55,75%**, mientras que en el curso 2023-2024, hasta el momento, se registra una tasa ligeramente inferior del **50,34%**. Esta diferencia puede parecer significativa; sin embargo, es importante destacar que la asignatura pertenece al **segundo cuatrimestre**, por lo que, para completar los resultados del curso 2023-2024 aún queda la **convocatoria extraordinaria de febrero**, y se debe tomar esta cifra como **provisional**.

La **participación en este proyecto** ofrecía hasta **0,20 puntos adicionales** a la calificación final una vez superado el examen, lo cual **añadía la nota media** de los participantes, aunque **sin influir directamente** en la tasa de éxito. De los **57 estudiantes** que participaron en la actividad, **41 lograron superar la asignatura en el primer intento**, mientras que **5 lo hicieron en la convocatoria extraordinaria de septiembre**, lo que supone que un **80,70% de los participantes** superaron la asignatura. Cabe destacar que, incluso antes de sumar la puntuación

extra, **la calificación media** obtenida por los estudiantes que formaron parte del proyecto fue notablemente superior, con una media de **6,01**, en comparación con el **3,27** de aquellos que no participaron.

Uno de los principales aspectos a mejorar es la **participación de los estudiantes**, ya que al realizarse hacia el final del curso, muchos se vieron afectados por la presión de los exámenes y evaluaciones parciales, lo que disminuyó su interés por involucrarse en actividades optativas. Dado que no es posible adelantar el proyecto porque los estudiantes aún no habrían adquirido los conocimientos necesarios, una opción para mejorar la participación sería **reforzar la comunicación** sobre los beneficios del proyecto, destacando su valor como una oportunidad para consolidar los conocimientos de manera práctica. Además, se podría **revisar el incentivo de los 0,20 puntos extra**, evaluando si un mayor peso en la nota final podría hacer más atractivo el proyecto para aquellos estudiantes que buscan mejorar su rendimiento.

Aunque el proyecto de desarrollo de una plataforma blockchain está específicamente diseñado para la asignatura de Sistemas Distribuidos debido a los conceptos técnicos avanzados que se abordan, la **introducción de blockchain** como herramienta en el entorno educativo podría utilizarse para mostrar su **potencial en áreas como la seguridad de datos** y la **gestión descentralizada en la educación**, aspectos que se abordarán con mayor profundidad en los próximos cursos.

4. Describa las medidas de difusión a las que se comprometió en la solicitud y las que ha llevado a cabo<sup>2</sup>.

#### Descripción de las medidas comprometidas en la solicitud

Se impartirá una charla para el profesorado del Departamento de Ingeniería Informática en septiembre de 2024, una vez obtenidos los resultados de la aplicación del proyecto de innovación docente.

#### Descripción de las medidas que se han llevado a cabo

El día 25 de septiembre de 2024 a las 13:00 h. se impartió una charla en el seminario FS06 de la Escuela Superior de Ingeniería para presentar los resultados del proyecto. El contenido de la charla fue el siguiente: (1) Introducción al proyecto y su objetivo en el contexto educativo; (2) Resultados de las encuestas; (3) Impacto del proyecto; (4) Tasas de éxito y adquisición de competencias; (5) Lecciones aprendidas; y (6) Conclusiones y posibles líneas de trabajo futuro.

De forma adicional, los resultados de este proyecto se han presentado para su posible difusión en la *19th Annual International Technology, Education and Development Conference (INTED 2025)*, que se celebrará en Valencia (España) los días 3, 4 y 5 de marzo de 2025. Se ha subido el abstract adjunto para su revisión, y se espera recibir la notificación de aceptación/rechazo el 20 de diciembre de 2024.

---

<sup>2</sup> Si en la solicitud no indicó compromiso de difusión de resultados este criterio no se tendrá en cuenta en la evaluación

# INTRODUCING BLOCKCHAIN IN DISTRIBUTED SYSTEMS THROUGH A PROBLEM-BASED LEARNING APPROACH

**G. Guerrero-Contreras, S. Balderas-Díaz**

*University of Cadiz (SPAIN)*

In a Distributed Systems course at the University of Cádiz, Problem-Based Learning (PBL) was employed to transition from a theoretical approach to a practical, student-centered model through the development of a blockchain-based educational platform. The initiative aimed to engage students in real-world applications of distributed systems concepts, fostering collaboration and deeper learning.

The core of the project was the development of a blockchain platform designed to securely store academic certifications. The platform, built using a Python backend and HTML frontend, followed a client-server architecture with a RESTful API. Throughout the course, students were assigned specific roles such as developers and interface designers. This setup not only promoted technical proficiency but also nurtured key soft skills like teamwork, communication, and critical thinking.

By embedding scaffolding techniques within the PBL methodology, students were encouraged to actively apply theoretical knowledge of distributed consensus, data integrity, and decentralized networks in the platform's design and implementation. During a classroom pilot, students deployed and tested the system, providing feedback and reflecting on their learning experience. The evaluations revealed a substantial improvement in students' comprehension of distributed systems, as well as increased confidence in applying these technologies.

Keywords: Problem-Based Learning, Blockchain, Distributed Systems, RESTful API, Decentralized networks