

MEMORIA FINAL¹

Compromisos y Resultados

Proyectos de Innovación y Mejora Docente

2023/2024

Identificación del proyecto	
Código	sol-202300256865-tra
Título	Creación de recursos de autoevaluación interactivos y compatibles con dispositivos móviles para asignaturas de grado y máster
Responsable	Juan Boubeta Puig

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	Crear recursos de autoevaluación para los contenidos teóricos y prácticos de las asignaturas en la plataforma Moodle
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	<ul style="list-style-type: none"> - Estudiar, analizar y evaluar herramientas y plataformas de gamificación existentes que puedan ser integradas con Moodle, y que permitan crear recursos interactivos y compatibles con dispositivos móviles, tales como vídeos y juegos interactivos. - Diseñar y crear recursos interactivos de autoevaluación y compatibles con dispositivos móviles, haciendo uso de las herramientas y plataformas previamente seleccionadas.
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	<p>Las dos actividades previstas en este primer objetivo se han realizado satisfactoriamente: estudiar, analizar y evaluar herramientas y plataformas de gamificación existentes que puedan ser integradas con Moodle, así como diseñar y crear recursos interactivos de autoevaluación y compatibles con dispositivos móviles.</p> <p>La primera actividad fue llevada a cabo principalmente por el becario contratado con cargo a este Proyecto de Innovación Docente (PID) con el apoyo del responsable del proyecto: estudiar, analizar y evaluar herramientas y plataformas de gamificación existentes que puedan ser integradas con Moodle. Estas herramientas se clasificaron como internas y externas. Las internas son aquellas que pueden ser integradas directamente y están soportadas por Moodle, mientras que las externas son aquellas que deben ejecutarse fuera de Moodle y, por tanto, suelen requerir de cuentas de usuario externas a la UCA tanto al estudiantado como al profesorado. Por ese motivo, nos centramos en las herramientas internas.</p> <p>La segunda actividad, realizada tanto por el becario contratado como por todo el profesorado implicado en este PID, consistió en el diseño y creación de</p>

¹ Esta memoria no debe superar las 6 páginas.

recursos interactivos de autoevaluación y compatibles con dispositivos móviles para las asignaturas Seguridad en los Sistemas Informáticos (SSI) y Programación Web (PW) del Grado en Ingeniería Informática, así como para la asignatura Auditoría y Análisis de Riesgos (AAR) del Máster en Seguridad Informática (Ciberseguridad).

Concretamente, de todas las plataformas y herramientas analizadas previamente, finalmente nos decantamos por hacer uso de H5P (<https://h5p.org/>) y SCORM (<https://docs.moodle.org/all/es/SCORM>), dado que permiten crear recursos interactivos y compatibles con dispositivos móviles.

A continuación, se enumeran algunos de los tipos de actividades H5P que se han desarrollado en este PID y que se encuentran integrados en el Campus Virtual de la UCA:

- *True/false assessment*: conjunto de preguntas de verdadero o falso.
- *Drag the words*: facilita el arrastre de unas palabras dadas hacia el texto para así completarlo; útil para relacionar palabras con sus definiciones.
- *Fill in the blanks*: proporciona frases con huecos en blancos que deben ser rellenados con una o más de una palabra, e incluso variaciones de una misma palabra.
- *Questionnaire with progressive feedback*: proporciona preguntas de forma secuencial, recibiendo un *feedback* después de cada respuesta. Esta retroalimentación inmediata ayuda a reforzar el aprendizaje a medida que los estudiantes avanzan en el cuestionario, promoviendo la reflexión continua.
- *Image-concept association*: facilita el arrastre de palabras con sus correspondientes imágenes.
- *Video with questions*: vídeo que contiene paradas o elementos *pop-up* con enlaces, preguntas, imágenes y actividades.

Además, se ha desarrollado una actividad en formato SCORM, *Alphabet game*, que es una adaptación del conocido programa de televisión “El Rosco”, en el que los estudiantes responden a preguntas basadas en definiciones que empiezan por (o contienen) cada letra del abecedario, con el objetivo de completar todo el círculo alfabético en un tiempo limitado. Una vez completado, los estudiantes reciben una representación visual clara de su rendimiento, en la que se destacan las definiciones que han respondido correctamente y las que no. La Figura 1 muestra un ejemplo de esta actividad.

Estas actividades de autoevaluación se proporcionaron a los estudiantes semanalmente y tras la finalización de la sesión de aprendizaje correspondiente. Cada actividad se centraba en un tema específico. Se seleccionaron diferentes tipos de actividades en semanas consecutivas, para no repetir el mismo tipo de actividad. Hubo una gran motivación de los estudiantes para completar dichas actividades y adquirir conocimientos más rápidamente, como se comenta posteriormente.

Una explicación más detallada de estas actividades realizadas se encuentra en el **artículo aceptado** en un **congreso internacional** (adjunto a esta memoria):

J. Boubeta-Puig, K.J. Valle-Gómez, J. Rosa-Bilbao, «*Developing interactive self-assessment resources compatible with mobile devices for bachelor's and master's degree courses*», en 17th annual International Conference of Education, Research and

Innovation (ICERI 2024), 2024, aceptado, pendiente de publicación.
 Además, el becario contratado se encargó de crear una guía de usuario, instalación y desarrollo de dichas actividades desarrolladas, así como de mantener reuniones de seguimiento con el profesorado implicado en este proyecto.




Figura 1. Juego del Rosco sobre ciberincidentes para la asignatura SSI.

Objetivo nº 2	Analizar los resultados obtenidos tras la realización de las actividades de autoevaluación para los contenidos teóricos y prácticos de la asignatura
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	- Analizar los resultados obtenidos por los estudiantes en las actividades de autoevaluación a través de Moodle.
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	En este segundo objetivo se ha realizado satisfactoriamente la actividad de análisis de los resultados obtenidos tras la realización de las actividades de autoevaluación para los contenidos teóricos y prácticos de las tres asignaturas implicadas en este PID. Cada actividad de autoevaluación fue calificada automáticamente por la plataforma Moodle con una puntuación comprendida entre 1 y 10 puntos.
Objetivo nº 3	Realizar una encuesta de satisfacción a los estudiantes sobre los recursos de autoevaluación llevados a cabo, y extraer conclusiones
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	Realizar un cuestionario de satisfacción a los estudiantes en Moodle y extraer conclusiones sobre aspectos como los siguientes: - Grado de utilidad y funcionalidad de los recursos interactivos de autoevaluación. - Aspectos de teoría o práctica que podrían mejorarse en la asignatura. - Aspectos de teoría o práctica que podrían mantenerse en la asignatura. - Aspectos de teoría o práctica que podrían eliminarse en la asignatura.
Actividades realizadas y	La actividad prevista en este tercer objetivo ha sido realizada satisfactoriamente. Tras la finalización del curso académico, se realizó un cuestionario anónimo de

resultados obtenidos:	<p>13 preguntas con una escala Likert de 5 puntos (1 = totalmente en desacuerdo, 5 = totalmente de acuerdo) tanto a los estudiantes de las asignaturas SSI y PW del Grado en Ingeniería Informática como a los estudiantes de la asignatura AAR del Máster en Seguridad Informática.</p> <p>Por motivos de espacio, no es posible detallar las 13 preguntas y toda la discusión de los resultados obtenidos. Esta información se encuentra en el artículo aceptado en el congreso internacional ICERI 2024, aunque un resumen de estos resultados se encuentra en la Sección 2 de esta memoria. Es importante destacar que en este artículo se ha hecho una interesante comparativa de los resultados obtenidos durante los cursos 2020-2021, 2021-2022, 2022-2023 y 2023-2024 para la asignatura SSI; los cursos 2021-2022, 2022-2023 y 2023-2024 para la asignatura AAR; y finalmente solo el curso 2023-2024 para la asignatura PW dado que en esta asignatura era la primera vez que se aplicaba este tipo de experiencia docente gamificada.</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

Respecto a la asignatura SSI, durante el curso 2023-2024, y los cursos previos 2020-2021, 2021-2022 y 2022-2023, los estudiantes han asistido regularmente a clase. La mayoría pensaba, antes de empezar la asignatura, que no iba a tener muchas dificultades para comprender sus contenidos y, tras terminar el curso, no han cambiado de opinión. En general, la mayoría está satisfecha con los conocimientos adquiridos.

En cuanto a las actividades de autoevaluación diseñadas y propuestas en este PID, el 58% de los estudiantes completaron todas las actividades de autoevaluación propuestas en 2022-2023 y 2023-2024, mientras que el 92% de los estudiantes las completaron en 2021-2022 y el 44% en 2020-2021. Por lo tanto, la participación de los estudiantes en este tipo de actividades ha disminuido en los dos últimos años, probablemente porque la versión de Moodle de la UCA en 2022-2023 y 2023-2024 no ha permitido definir estrategias de gamificación para las actividades de autoevaluación, es decir, premiar a los estudiantes con medallas al satisfacer los criterios establecidos. Nótese que, tras solicitarlo al Campus Virtual de la UCA, la definición de estrategias de gamificación en la versión UCA de Moodle volverá a estar soportada para el curso 2024-2025. Alrededor del 75% de los estudiantes respondieron que las **actividades de autoevaluación les permitieron reforzar sus conocimientos de la asignatura** en 2020-2021 y 2022-2023, el 87% de ellos durante 2021-2022 y **el 94% durante 2023-2024**. Esto último supone una **evolución muy positiva de los resultados sobre la utilidad de las actividades de autoevaluación con respecto a años anteriores**. Además, estas actividades no resultaron difíciles para alrededor del 51%, 58%, 45% y 56% de los estudiantes en 2020-2021, 2021-2022, 2022-2023 y 2023-2024, respectivamente. En 2022-2023, el 67% de los encuestados consideraron que el número máximo de intentos (3) para completar las actividades de autoevaluación era suficiente, mientras que en los cursos anteriores lo consideraron así el 75% y el 51%. En 2023-2024 el número de intentos se cambió a ilimitado, siendo una decisión oportuna para más del 92% de los estudiantes.

Cabe destacar que **alrededor del 81% de los encuestados de SSI afirmaron que este tipo de actividades gamificadas deberían proponerse en esta y otras asignaturas en los próximos cursos académicos**, frente al 79% que así lo estimaron en los cursos 2021-2022 y 2022-2023.

Respecto a la asignatura AAR, los estudiantes del curso 2023-2024 han asistido regularmente a clase y tuvieron un nivel de confianza sobre su capacidad para comprender el contenido de la

asignatura similar al de los estudiantes del curso 2021-2022. Esto influyó positivamente en la percepción de las actividades de autoevaluación desarrolladas en este PID, ya que el **85% de los encuestados de 2023-2024 consideraron que estas actividades de autoevaluación les permitieron reforzar sus conocimientos de la asignatura**, siendo estas actividades de baja complejidad según el 71% de los estudiantes. Además, el **86% de los encuestados de AAR durante el curso 2023-2024 opina que se deberían seguir realizando este tipo de actividades gamificadas**, frente al 71% de los encuestados en el curso 2022-2023.

Respecto a la asignatura PW, durante el curso académico 2023-2024, el primer curso en que se ha implementado este sistema de gamificación en la asignatura, el 75% de los encuestados informaron de su asistencia regular a clase, lo que indica un fuerte nivel de compromiso. La mayoría creía inicialmente que no tendría dificultades para comprender el contenido del curso, creencia confirmada al final del curso, lo que sugiere que el material proporcionado en la asignatura fue adecuado. Además, la mayoría de los estudiantes estaban satisfechos con los conocimientos adquiridos a lo largo del curso.

En cuanto a las actividades de autoevaluación diseñadas para PW, el 75% de los estudiantes afirmaron haber completado todas las tareas, mientras que el 12,5% logró una parte significativa. Además, el **87% estaba de acuerdo en que estas actividades de autoevaluación reforzaban sus conocimientos**, y solo una pequeña parte las consideraba difíciles. El número ilimitado de intentos en estas actividades de autoevaluación es considerado adecuado por la mayoría del estudiantado. Asimismo, **existe un fuerte apoyo a seguir incorporando recursos de gamificación en esta y otras asignaturas, con un acuerdo casi unánime entre los estudiantes de PW (94% de los encuestados)**.

- 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: 101 (asignatura SSI), 21 (asig. AAR) y 42 (asig. PW)				
<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
SSI: 9.43%	SSI: 30.19%	SSI: 45.28%	SSI: 13.21%	SSI: 1.89%
AAR: 0%	AAR: 42.86%	AAR: 42.86%	AAR: 14.28%	AAR: 0%
PW: 18.75%	PW: 50%	PW: 25%	PW: 0%	PW: 6.25%
Opinión de los alumnos en la etapa final del proyecto				
<i>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</i>				
Ninguna dificultad	Poca dificultad	Dificultad media	Bastante dificultad	Mucha dificultad
SSI: 39.62%	SSI: 43.40%	SSI: 15.09%	SSI: 1.89%	SSI: 0%
AAR: 28.58%	AAR: 42.86%	AAR: 14.28%	AAR: 14.28%	AAR: 0%
PW: 25%	PW: 62.5%	PW: 0%	PW: 0%	PW: 12.5%
<i>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</i>				

Nada de acuerdo	Poco de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Muy de acuerdo	Completamente de acuerdo
SSI: 0% AAR: 0% PW: 0%	SSI: 0% AAR: 0% PW: 6.25%	SSI: 5.66% AAR: 14.28% PW: 6.25%	SSI: 43.40% AAR: 14.28% PW: 6.25%	SSI: 50.94% AAR: 71.44% PW: 81.25%

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

Este PID ha impactado muy significativamente en el estudiantado, como demuestran los resultados recogidos en esta tabla, en la Sección 2 de esta memoria y en el artículo adjunto, aceptado para su publicación en el congreso internacional ICERI 2024.

En las tres asignaturas (SSI, AAR y PW), la mayoría del estudiantado pensaba, antes de empezar la asignatura, que iba a tener una dificultad poca/media para comprender sus contenidos. Tras terminar las asignaturas, e influenciadas por la puesta en marcha de este PID, este nivel de dificultad ha incluso disminuido a ninguna/poca. Además, en general, la mayoría está satisfecha con los conocimientos adquiridos.

Asimismo, los elementos de innovación y mejora docente aplicados en estas asignaturas han favorecido significativamente la comprensión de sus contenidos por parte del estudiantado: un 94% de los estudiantes de SSI, un 85% de los estudiantes de AAR y un 87% de los estudiantes de PW.

4. Describa las medidas de difusión a las que se comprometió en la solicitud y las que ha llevado a cabo².

Descripción de las medidas comprometidas en la solicitud

Realizar un seminario en junio-septiembre de 2024 en la Escuela Superior de Ingeniería para presentar la experiencia y las conclusiones derivadas del análisis de los resultados obtenidos del proyecto, proporcionando una grabación del seminario a la UCA.

Presentar las contribuciones en un congreso de innovación docente, preferiblemente de carácter internacional, con el propósito de dar a conocer el proyecto y sus resultados.

Descripción de las medidas que se han llevado a cabo

El 26 de septiembre de 2024, a las 12.00 h., en el seminario FS16 de la Escuela Superior de Ingeniería de la UCA se impartió un **seminario** sobre los resultados de este PID. Este seminario fue grabado para su retransmisión en abierto, que se encuentra disponible para su descarga en: https://drive.google.com/file/d/1kGhCS_3pswdp054quV15kS7v5LiDgFf2/view?usp=sharing

El programa de la presentación fue el planificado: 1) Introducción, 2) Objetivos, 3) Metodología, 4) Resultados, 5) Conclusiones y trabajo futuro y 6) Agradecimientos. La presentación con las diapositivas se encuentra disponible para su descarga en: <https://drive.google.com/file/d/1kM4EVJQPnXgNggmOuDxcuFakDWTdEHoU/view?usp=sharing>

Además, se han publicado los resultados en el **congreso de innovación docente internacional ICERI 2024** (véase artículo adjunto):

J. Boubeta-Puig, K.J. Valle-Gómez, J. Rosa-Bilbao, «Developing interactive self-assessment resources compatible with mobile devices for bachelor’s and master’s degree courses», en 17th annual International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI 2024), 2024, aceptado, pendiente de publicación.

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

DEVELOPING INTERACTIVE SELF-ASSESSMENT RESOURCES COMPATIBLE WITH MOBILE DEVICES FOR BACHELOR'S AND MASTER'S DEGREE COURSES

J. Boubeta-Puig, K.J. Valle-Gómez, J. Rosa-Bilbao

University of Cadiz (SPAIN)

Abstract

This paper presents a teaching innovation project conducted at the University of Cadiz, Spain, during the 2023-2024 academic year. Particularly, this project proposes the design and development of gamified self-assessment activities that are compatible with mobile devices. To achieve this, these activities have been implemented using H5P and SCORM technologies and have been deployed in the Moodle virtual classrooms on the Security in Computer Systems and Web Programming courses of the Degree in Computer Science and Engineering, and the Audit and Risk Analysis course of the Master in Cybersecurity. The level of student satisfaction with these gamified activities has been evaluated and discussed throughout this work, comparing the results with those obtained during the teaching innovation projects carried out in previous academic years. The results confirm the high degree of students' satisfaction with this type of gamified activities and their usefulness to reinforce their learning.

Keywords: Gamification, Moodle, H5P, cybersecurity, web programming.

1 INTRODUCTION

Over the last three academic years, we worked on three teaching innovation projects which proposed the creation of new digital teaching materials and methods to improve the teaching-learning processes of the courses Security in Computer Systems (SCS) of the Degree in Computer Science and Engineering, and Audit and Risk Analysis (ARA) of the Master in Cybersecurity at the University of Cadiz (UCA). The results were generally satisfactory during these academic years but, as is usual in any innovation process, there were also some setbacks. Particularly, usability and functionality issues emerged when implementing some of the new activities developed in Moodle; for example, the graphical interface of some activities presented some difficulties depending on the resolution of the web browser and even the device used, preventing students from correctly visualizing the statement or the answers.

To alleviate the deficiencies in functionality and usability provided by the activities carried out with the tools commonly used in Moodle, such as HotPotatoes, during the teaching innovation project for the 2022-2023 academic year, we identified and began to develop new self-assessment activities with other tools that also facilitate integration with the UCA virtual campus. This is the H5P tool [1], which is compatible with the UCA virtual campus and allows the creation of interactive resources compatible with mobile devices in rich HTML5. This content ranges from agendas and forms to interactive videos, slideshows, interactive games and much more. In fact, Moodle tools for H5P allow the installation of different content templates in which, without the need to use code, a wide range of interactive content can be produced.

Based on our previous experience and the lessons learned in these teaching innovation projects, the present project for the 2023-2024 academic year, entitled "Developing Interactive Self-assessment Resources Compatible with Mobile Devices for Bachelor's and Master's Degree Courses", proposes not only to improve these activities already implemented in the SCS and ARA courses to make them more interactive and compatible with mobile devices but also to create new activities for these courses as well as for the Web Programming (WP) course of the Bachelor's Degree in Computer Science and Engineering.

In this teaching innovation project, self-assessment academic resources have been created and improved for both the theory and practical parts of the three courses, using Information and Communication Technologies (ICT) for education (eLearning). In particular, the resources and tools provided by UCA Moodle, such as H5P, have been used and enhanced. This has allowed, on the one hand, to facilitate teaching staff the monitoring of all the digital activities developed in this teaching innovation project and, on the other hand, it has encouraged and motivated students to carry out these activities thanks to the use of gamified techniques and methods.

Consequently, this teaching innovation project has been useful in improving and offering higher quality online teaching that makes up for the shortcomings and difficulties derived from traditional teaching for two courses of the Bachelor's Degree in Computer Science and Engineering, and one course of the Master's Degree in Cybersecurity. In turn, it is expected that the conclusions and lessons learned during the development of this project will be extrapolated and applied to other courses of both degrees.

The remainder of this paper is structured as follows. Section 2 shows the methodology followed in the teaching experience in such courses. In Section 3, we show and discuss the results, along with a comparison with previous years' results. Finally, the conclusions and future work are presented in Section 4.

2 METHODOLOGY

This section describes the methodology followed in our innovative teaching experience for the SCS, ARA and WP courses.

During the 2023-2024 academic year, several H5P [1] and SCORM [2] activities were designed and developed in the UCA Moodle Virtual Campus [3]. H5P and SCORM allow that these activities can be used on mobile devices. Below is a list of the gamification activities predominantly used in these courses:

- *True/False Assessment* (H5P): Students are presented with statements and tasked with identifying each as True or False. This year, the format has been expanded to include writing 'true' or 'false' for predicates and definitions, as well as interactive click-and-drag options.
- *Drag the Words* (H5P): This traditional activity involves filling in sentences by placing words into slots. A new variant, "Drag the Definitions", was introduced in this academic year. It requires students to match terms with provided definitions by dragging them to the correct places.
- *Fill in the blanks* (H5P): Students are provided with statements or definitions featuring blank spaces, where they must type the correct words. This activity allows for variations such as synonyms, offering flexibility in answers. This year, we introduced a new feature: clues. While some blanks now require more precise responses, hints such as the number of letters are provided to guide students. Figure 1 shows an example of this activity using clues.
- *Questionnaire with Progressive Feedback* (H5P): Students are presented with questions sequentially, receiving feedback after each response. This immediate feedback helps reinforce learning as they move through the quiz, promoting continuous reflection and adjustment throughout the activity.
- *Image-Concept Association* (H5P): Students are provided with a series of images and a list of corresponding concepts. They must drag each image to the correct concept, promoting visual recognition and deeper understanding of the material through interactive pairing. Figure 2 shows an example of this activity.
- *Video with Questions* (H5P): Students watch a video that includes questions appearing at specific intervals during playback. These questions aim to maintain student engagement and ensure they are paying the necessary attention throughout the video. An example is shown in Figure 3.
- *The Alphabet Game* (SCORM): Adaptation of the well-known television program, where students respond to questions based on definitions that start with (or contain) each letter of the alphabet, aiming to complete the entire alphabet circle within a limited time frame. Upon completion, students receive a clear, visual representation of their performance, highlighting the definitions they answered correctly and those they did not. Figure 4 shows an example of this activity.

These activities are presented on a weekly basis with new content delivered to students incorporating dynamic activities to avoid monotony and maintain interest. Given the continuous nature of our methodology [4], [5], [6], student feedback is used to adjust both the configuration and content of the activities to ensure sustained motivation and proper alignment with the curricular objectives of the 2023-2024 course. In terms of accessibility, teachers provide the content of previous sessions at the beginning of each new class, giving students sufficient time to review and consolidate acquired knowledge.

Autoevaluación Práctica 8: Criptografía aplicada

Con el número de letras dado en las pistas, averigua a que palabra corresponde cada definición.

Todos son sustantivos singulares. No es sensible a mayúsculas y tildes (una palabra sin tilde que debiera tenerla se considera correcta).

Biblioteca de código abierto que proporciona implementaciones de protocolos criptográficos seguros, utilizada en la práctica. openssl ✓ i

Herramienta específica para sistemas GNU/Linux recomendada en esta práctica para cifrar y descifrar ficheros. gnupg ✓ i

Algoritmo utilizado por defecto en GnuPG para cifrar y descifrar ficheros. elgamal ✓ i

Algoritmo de cifrado simétrico ampliamente utilizado, que motivó el concepto moderno del cifrado por bloques y su criptoanálisis. firma ✗ i

Técnica criptográfica para validar la identidad e integridad de un mensaje. digital ✗ i 3 letras

Conjunto de técnicas empleadas para la ruptura de los códigos criptográficos. ✗ i

En RSA, ¿cuantos componentes (números/valores) son necesarios para generar tanto la clave pública como la clave privada? ✗ i

Si recibes un fichero cifrado con gpg y puedes descifrarlo solo con la palabra clave sii. ¿De qué tipo de cifrado estamos hablando? ✗ i

Figure 1. Fill in the Blanks with clues.

Autoevaluación Teoría 5.2: Conceptos gráficos de criptografía

Autoevaluación Teoría 5.2: Conceptos gráficos de criptografía

The image displays several cryptographic diagrams and a scroll. The scroll in the center contains the word "CUSTODIUM". The diagrams illustrate various encryption and decryption processes:

- Top left: A diagram showing two parallel encryption paths, each using a counter (Contador 1 and Contador 2) and a block cipher $E(K)$ to produce ciphertext blocks C_1 and C_2 from plaintext blocks P_1 and P_2 .
- Top right: A diagram showing a single encryption path using a counter and a block cipher $E(K)$ to produce ciphertext blocks C_1 and C_2 from plaintext blocks P_1 and P_2 .
- Middle left: A diagram showing three parallel encryption paths, each using a block cipher $E(K)$ to produce ciphertext blocks C_1 , C_2 , and C_3 from plaintext blocks P_1 , P_2 , and P_3 .
- Middle center: A diagram showing a single encryption path using a counter and a block cipher $E(K)$ to produce ciphertext blocks C_1 , C_2 , and C_3 from plaintext blocks P_1 , P_2 , and P_3 .
- Middle right: A diagram showing a single encryption path using a counter and a block cipher $E(K)$ to produce ciphertext blocks C_1 and C_2 from plaintext blocks P_1 and P_2 .
- Bottom right: A diagram showing the encryption and decryption process. Bob encrypts "Hello Alice!" using Alice's public key to produce the ciphertext "6EB69570 08E03CE4". Alice decrypts the ciphertext using her private key to retrieve "Hello Alice!".

Below the diagrams are labels for "Cifrado asimétrico" and "Cifrado simétrico". A list of modes includes: Escítala, Output Feedback (OFB), Electronic Codebook (ECB), Counter (CTR), and Cipher Block Chaining (CBC). A "Comprobar" button is located at the bottom left, and a question mark icon is at the bottom right.

Figure 2. Image-Concept Association.

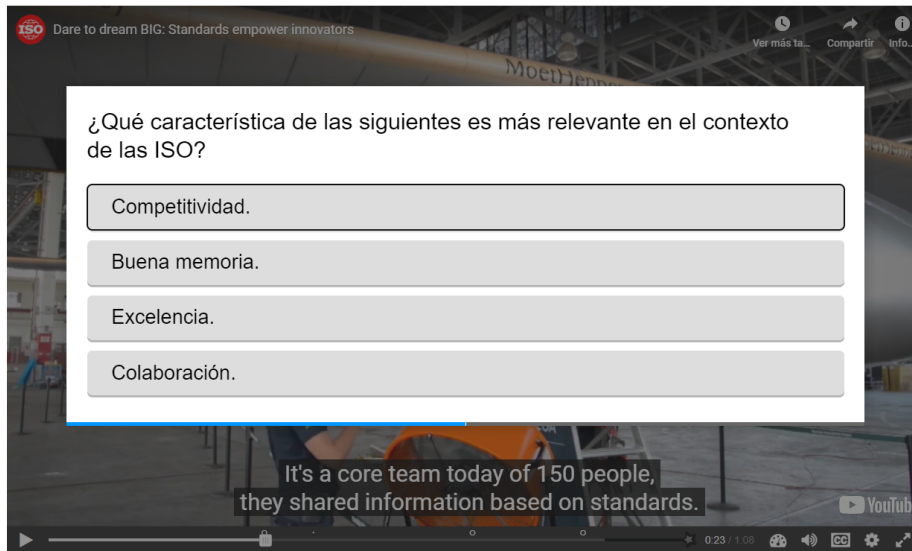


Figure 3. Video with Questions.



Figure 4. The Alphabet Game.

3 RESULTS

For the purpose of obtaining feedback from students, an anonymous questionnaire with the following 13 questions with 5-point Likert-scale (1 = strongly disagree, 5 = strongly agree) was conducted after finishing each course:

- Q1: I have regularly attended classes.
- Q2: Before starting the course, I thought that I was going to have a lot of difficulty in understanding the contents of this course.
- Q3: After finishing the course, I have not had any difficulty in understanding the contents of this course.
- Q4: I am satisfied with the knowledge acquired.
- Q5: I have completed all the *self-assessment* activities proposed in the course.
- Q6: The *self-assessment* activities have allowed me to reinforce my knowledge of the course.

- Q7: The *self-assessment* activities have been very difficult for me.
- Q8: I found the maximum number of attempts (unlimited) to complete the *self-assessment* activities to be adequate.
- Q9: As for the *assessment* activities, they have allowed me to reinforce my knowledge of the course.
- Q10: I found the *assessment* activities very difficult.
- Q11: Group internships have camouflaged colleagues who have not really worked or have not really learned enough.
- Q12: Considering the contents taught in the course, I found the exams to be very difficult.
- Q13: I believe that this type of gamified activities should continue to be proposed in this and other courses.

Table 1 shows the results of students' responses to the above questions for the SCS course during 2020-2021 and 2021-2022, while Table 2 shows the responses during 2022-2023 and 2023-2024. During all these years, students have regularly attended classes (see Q1). From the answers to Q2 and Q3, most of them thought, before starting the course, that they were not going to have a lot of difficulty in understanding the contents of this course and, after finishing the course, they did not change their opinion. In general, most of them are satisfied with the knowledge acquired (see Q4).

Table 1. Results in percentage of the questionnaire about the learning experience answered by students enrolled in the SCS course (2020 – 2022).

Q#	Answer (2020 – 2021)					Answer (2021 – 2022)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Q1	0	2.44	0	4.88	92.68	0	0	0	4.17	95.83
Q2	21.95	19.51	48.78	9.76	0	0	41.67	45.83	12.50	0
Q3	0	2.44	2.44	43.90	51.22	0	8.33	4.17	50	37.50
Q4	2.44	9.76	4.88	39.02	43.90	0	4.17	0	50	45.83
Q5	9.76	17.07	9.76	19.51	43.90	0	4.17	4.17	0	91.67
Q6	0	4.88	19.51	31.71	43.90	0	8.33	4.17	33.33	54.17
Q7	17.07	34.15	43.90	4.88	0	29.17	29.17	37.50	0	4.17
Q8	9.76	17.07	21.95	19.51	31.71	4.17	16.67	4.17	45.83	29.17
Q9	4.88	4.88	2.44	56.09	31.71	4.17	0	4.17	50	41.67
Q10	12.19	36.59	31.71	19.51	0	12.50	37.50	41.67	8.33	0
Q11	29.27	29.27	19.51	12.20	9.75	8.33	41.67	20.83	25	4.17
Q12	14.63	43.90	29.27	12.20	0	12.50	37.50	41.67	4.17	4.17
Q13	4.88	0	12.20	39.02	43.90	0	4.17	16.67	29.17	50

Regarding self-assessment activities, 58% of students completed all the self-assessment activities proposed in 2022-2023 and 2023-2024, while 92% of students completed them in 2021-2022 and 44% in 2020-2021 (see Q5). Therefore, student participation in this type of activities has decreased in the last two years, probably because the UCA version of Moodle in 2022-2023 and 2023-2024 does not allow the definition of gamification strategies for the self-assessment activities, i.e., rewarding students with medals when satisfying the set criteria. Note that defining gamification strategies in the UCA version of Moodle will be supported again for the 2024-2025 academic year. Around 75% of students answered that self-assessment activities allowed them to reinforce their knowledge of the course in 2022-2023 and 2020-2021, 87% of them during 2021-2022 and 94% during 2023-2024 (see Q6). The latter is a very positive evolution of results on self-assessment activities' usefulness with respect to previous years. Additionally, these activities were not difficult for around 51%, 58%, 45% and 56% of students in 2020-2021, 2021-2022, 2022-2023 and 2023-2024, respectively (see Q7). During 2022-2023, 67% of respondents considered that the maximum number of attempts (3) to complete the self-assessment activities was enough (see Q8), while 75% and 51% in previous academic years. In 2023-2024 the number of attempts was changed to unlimited, being appropriate for more than 92% of students.

Regarding assessment activities, these allowed most of students (92%) to reinforce their knowledge of the course (see Q9) in 2023-2024, while 88%, 93% and 88% in 2022-2023, 2021-2022 and 2020-2021, respectively. In addition, these activities had a low level of difficulty for 72% of students (see Q10) in the present year.

During 2021-2022 and 2022-2023, 29% of students mentioned that group internships camouflaged colleagues who did not really work or learn enough, but this percentage has been reduced to 21% in 2023-2024 (see Q11). Half of respondents did not find exams difficult in 2021-2022 (see Q12), while 63% of them did not find them difficult in 2022-2023 and 47% in 2023-2024. It is worth mentioning that around 81% of respondents affirmed that this type of gamified activities should be proposed in this and other courses in the next academic years (see Q13), while 79% in courses 2022-2023 and 2021-2022.

Table 2. Results in percentage of the questionnaire about the learning experience answered by students enrolled in the SCS course (2022 – 2024).

Q#	Answer (2022 – 2023)					Answer (2023 – 2024)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Q1	0	0	0	16.67	83.33	0	0	0	15.09	84.91
Q2	8.33	29.17	54.17	8.33	0	9.43	30.19	45.28	13.21	1.89
Q3	4.17	8.33	4.17	54.17	29.17	0	1.89	15.09	43.40	39.62
Q4	0	0	20.83	33.33	45.83	1.89	0	5.66	47.17	45.28
Q5	8.33	16.67	0	16.67	58.33	0	3.77	11.32	26.42	58.49
Q6	0	4.17	20.83	33.33	41.67	0	0	5.66	43.40	50.94
Q7	16.67	29.17	54.17	0	0	16.98	39.62	33.96	5.66	3.77
Q8	0	16.67	16.67	29.17	37.50	0	0	7.55	7.55	84.91
Q9	0	4.17	8.33	54.17	33.33	0	0	7.55	49.06	43.40
Q10	20.83	50	20.83	8.33	0	15.09	56.60	20.75	3.77	3.77
Q11	25	29.17	16.67	25	4.17	33.96	26.42	18.87	13.21	7.55
Q12	16.67	45.83	25	12.50	0	11.32	35.85	37.74	13.21	1.89
Q13	0	4.17	16.67	37.50	41.67	0	3.77	15.09	24.53	56.60

Table 3 shows the results of students' responses to the above questions for the ARA course during 2021-2022 and 2022-2023, while Table 4 shows the results of responses for the 2023-2024 academic year. First, the 2023-2024 students have regularly attended classes (see Q1) and had a similar level of confidence in their ability to understand the course content as the 2021-2022 students (see Q2). This had a positive influence on the perception of the self-assessment activities since 85% of the respondents in 2023-2024 considered that the self-assessment activities allowed them to reinforce their knowledge of the course (see Q6) with these activities being of low complexity according to 71% of the students (see Q7). In addition, 85% of them mentioned that the assessment activities allowed them to reinforce their knowledge of the course, which is a trend over the years as reflected by 67% of the students in the 2021-2022 academic year and 85% of the students in 2022-2023 (see Q9). Moreover, 86% of those surveyed for the 2023-2024 academic year think that this type of gamified activities should continue to be carried out (see Q13), in contrast to 71% in the 2022-2023 academic year. Finally, comparing the results obtained between 2021-2022, 2022-2023 and 2023-2024, it is observed that the higher the regular class attendance (see Q1), the less difficulties students have with assessment activities (see Q10).

Table 5 shows the results of student responses to the questions for the WP course during the 2023-2024 academic year, the first year this gamification system has been implemented in the course. This implementation builds on the experience from other subjects. In Q1, 75% of the respondents reported regular class attendance, indicating a strong level of commitment. When looking at Q2 and Q3, we observe that the majority initially believed they would have no difficulty understanding the course content, a belief confirmed by the end of the course, suggesting that the course material was

appropriately accessible. Q4 further highlights that most students were satisfied with the knowledge they acquired throughout the course.

Table 3. Results in percentage of the questionnaire about the learning experience answered by students enrolled in the ARA course (2021 – 2023).

Q#	Answer (2021 – 2022)					Answer (2022 – 2023)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Q1	0	0	0	0	100	14.29	0	0	14.29	71.43
Q2	0	66.67	33.33	0	0	0	28.57	42.86	14.29	14.29
Q3	0	0	0	66.67	33.33	0	0	0	71.43	28.57
Q4	0	0	0	66.67	33.33	0	0	14.29	42.86	42.86
Q5	0	0	0	33.33	66.67	0	14.29	14.29	28.57	42.86
Q6	0	0	0	100	0	0	14.29	14.29	42.86	28.57
Q7	0	66.67	33.33	0	0	57.14	28.57	14.29	0	0
Q8	0	0	0	66.67	33.33	14.29	0	28.57	14.29	42.86
Q9	0	0	33.33	33.33	33.33	14.29	0	0	42.86	42.86
Q10	0	66.67	33.33	0	0	0	28.57	42.86	14.29	14.29
Q11	0	33.33	0	66.67	0	57.14	28.57	0	0	14.29
Q12	33.33	33.33	33.33	0	0	0	28.57	28.57	42.86	0
Q13	0	0	0	100	0	0	0	28.57	28.57	42.86

Table 4. Results in percentage of the questionnaire about the learning experience answered by students enrolled in the ARA course (2023 – 2024).

Q#	Answer (2023 – 2024)				
	1	2	3	4	5
Q1	0	0	0	0	100
Q2	0	42.86	42.86	14.28	0
Q3	0	14.28	14.28	42.86	28.58
Q4	14.28	0	0	42.86	42.86
Q5	0	14.28	0	28.58	57.14
Q6	0	0	14.28	14.28	71.44
Q7	14.29	57.14	28.57	0	0
Q8	0	0	14.29	0	85.71
Q9	0	14.28	0	42.86	42.86
Q10	28.57	28.57	42.86	0	0
Q11	14.29	57.14	28.57	0	0
Q12	14.29	28.56	42.86	14.29	0
Q13	0	0	14.29	0	85.71

Regarding self-assessment activities, 75% of students reported completing all tasks (Q5), while 12.5% achieved a significant portion. Moreover, 81.25% agreed that these activities reinforced their knowledge (Q6), and only a small portion found them difficult (Q7). The course allowed unlimited attempts for self-assessments, and the majority found this to be appropriate, as reflected in Q8. In addition to self-assessment, the course also included formal assessment activities. In Q9, 37.5% of students strongly felt that these assessments helped reinforce their knowledge, while 56.25% rated their impact slightly

lower (4 out of 5). However, Q10 showed more variability in perceived difficulty, with 25% considering the assessments challenging.

The responses to Q11 raise a concern, as 68.75% of students believed that group projects allowed some students to underperform without being noticed, suggesting a need for refinement in group assessment. Despite this, most respondents did not find the exams overly difficult (Q12). Finally, Q13 indicates strong support (94%) for continuing to incorporate gamification elements in this and other courses, with nearly unanimous agreement among students.

Table 5. Results in percentage of the questionnaire about the learning experience answered by students enrolled in the WP course.

Q#	Answer (2023 – 2024)				
	1	2	3	4	5
Q1	6.25	6.25	12.5	25	50
Q2	18.75	50	25	0	6.25
Q3	12.5	0	0	62.5	25
Q4	0	6.25	0	12.5	81.25
Q5	6.25	0	6.25	12.5	75
Q6	0	6.25	6.25	6.25	81.25
Q7	50	31.25	6.25	6.25	6.25
Q8	0	0	12.5	0	87.5
Q9	0	0	6.25	56.25	37.5
Q10	12.5	31.25	31.25	18.75	6.25
Q11	12.5	6.25	12.5	43.75	25
Q12	37.5	43.75	12.5	0	6.25
Q13	0	0	6.25	25	68.75

4 CONCLUSIONS

In this teaching innovation project, several gamification self-assessment activities have been designed and developed for both theory and practical parts of two courses (SCS and WP) of the Bachelor's Degree in Computer Science and Engineering, and one course (ARA) of the Master's Degree in Cybersecurity at UCA. These activities, which are compatible with mobile devices, have encouraged and motivated students to carry out them thanks to a gamified methodology. As future work, conclusions and lessons learned during the development of this project will be extrapolated and applied to other courses of both degrees.

ACKNOWLEDGEMENTS

This teaching innovation project was supported by the University of Cadiz [grant numbers sol-202300256865-tra and sol-202400287904-tra]. We would like to thank student Alejandro Pedro Alonso-Basurto Díaz for analyzing, testing and evaluating existing gamification tools and helping us to implement H5P and SCORM activities in this project. We would like also to thank all students for their participation in this teaching innovation project during the 2023-2024 academic year.

REFERENCES

- [1] H5P Group, 'H5P'. Accessed: Sep. 17, 2024. [Online]. Available: <https://h5p.org/>
- [2] Moodle, 'SCORM'. Accessed: Sep. 17, 2024. [Online]. Available: <https://docs.moodle.org/all/es/SCORM>
- [3] University of Cadiz, 'Virtual Campus'. Accessed: Sep. 17, 2024. [Online]. Available: <https://campusvirtual.uca.es/en/>

- [4] J. Boubeta-Puig, Á. Ruiz-Zafra, and K. J. Valle-Gómez, 'Improving the distance learning of the security in computer systems in time of crisis through serious games', in *EDULEARN21 Proceedings*, Online Conference: IATED, Jul. 2021, pp. 12322–12330. doi: 10.21125/edulearn.2021.2590.
- [5] J. Boubeta-Puig, K. J. Valle-Gómez, and A. Estero-Botaro, 'Developing gamified activities for improving online teaching-learning processes of the security in computer systems and risk analysis and management subjects', in *EDULEARN22 Proceedings*, Palma, Spain: IATED, Jul. 2022, pp. 9733–9741. doi: 10.21125/edulearn.2022.2346.
- [6] J. Boubeta-Puig, K. J. Valle-Gómez, J. Rosa-Bilbao, A. Muñoz, and G. Ortiz, 'Gamifying teaching-learning processes: A study on security in computer systems, security in distributed systems, and risk analysis and management courses', in *ICERI2023 Proceedings*, in 16th annual International Conference of Education, Research and Innovation. Seville, Spain: IATED, Nov. 2023, pp. 8975–8982. doi: 10.21125/iceri.2023.2292.