

## Memoria de proyectos de innovación y buenas prácticas docentes

### A. Datos generales del proyecto de innovación y buenas prácticas docentes

Título	Herramientas de gamificación en las enseñanzas y evaluación de las Técnicas de los Sistemas Inteligentes		
Código	22-70	Fecha de Realización:	01/10/2022 – 30/05/2023
Coordinación	Apellidos	Giráldez Crú	
	Nombre	Jesús	
Tipología	Tipología de proyecto	Básicos	
	Rama del Conocimiento	Ciencias de la computación e inteligencia artificial	
	Línea de innovación	Dimensión 1	

### B. Objetivo Principal

El principal objetivo del presente proyecto es la **evaluación de herramientas de gamificación** para la docencia y evaluación de la **asignatura Técnicas de los Sistemas Inteligentes (TSI)**, asignatura obligatoria de tercer curso del Grado en Ingeniería Informática de la UGR en su especialidad de Computación y Sistemas Inteligentes. El equipo de trabajo de este proyecto conforma el profesorado de dicha asignatura durante el presente curso 2022/23.

En concreto, este objetivo se plantea dentro del bloque curricular de TSI dedicado a Búsqueda Heurística (BH). A nivel de contenido curricular de los estudios de Ingeniería Informática, dentro del Computing Curricula 2013 [1], se encuentra el área de conocimiento de Sistemas Inteligentes, dentro del cual se identifican 4 unidades de conocimiento troncales: *IS1/Fundamental Issues*, *IS2/Basic Search Strategies*, *IS3/Basic Knowledge Representation and Reasoning*, y *IS4/Basic Machine Learning*. La segunda de ellas, relativa a estrategias de búsqueda, es la que presenta una mayor carga docente recomendada. Todo ello redundando en la relevancia de la disciplina de BH dentro del amplio campo de la Inteligencia Artificial (IA).

Por otra parte, en el contexto docente la gamificación consiste en aplicar conceptos propios de juegos a la enseñanza y/o evaluación docente. Existen diversos estudios acerca de los beneficios de las herramientas de gamificación en la docencia: en general, estas herramientas estimulan y motivan al estudiantado, lo cual se traduce en una mejora de la calidad docente y del interés de los estudiantes en la materia [2,3,4].

[1] Joint Task Force on Computing Curricula, Association for Computing Machinery (ACM), and IEEE Computer Society. Computer Science curricula 2013: Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in computer science. Association for Computing Machinery, 2013.

[2] Karl M. Kapp. The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education. Joh Wiley and Sons, 2012

[3] Carina S. González González y Alberto Mora Carreño. Técnicas de gamificación aplicadas en la docencia de ingeniería informática. ReVisión, 8, 2015

[4] Bawornsak Sakulkueakulsuk, Siyada Witoon, Potiwat Ngarmkajornwiwat, Pornpen Pataranutaporn, Werasak Surareungchai, Pat Pataranutaporn, y Pakpoom Subsoontorn. Kids making AI: Integrating machine learning, gamification, and social context in STEM education. En 2018 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE), pp. 1005–1010, 2018

### C. Descripción del proyecto de innovación y buenas prácticas docentes

**Resumen del proyecto realizado:** Objetivos, metodología, logros alcanzados, aplicación práctica a la docencia habitual, etc.

Para llevar a cabo el objetivo principal planteado en el apartado anterior, se plantea como herramienta de gamificación un ejercicio práctico basado en una competición, que los estudiantes deberán desarrollar durante la primera práctica de TSI, dedicada a BH. En este ejercicio, los estudiantes deben desarrollar un agente inteligente basado en técnicas de BH que sea capaz de encontrar la salida a un laberinto en el menor tiempo posible. Ciertos elementos de este laberinto, como muros y trampas, no son conocidos por el agente hasta que éste transita por el mapa y lo va explorando. Esta incertidumbre añade un elemento adicional de complejidad en el problema. El resultado de la competición es precisamente el ranking de cada agente en cuanto al tiempo empleado para salir del laberinto.

Las herramientas de gamificación se emplean de dos formas. Por una parte, la solución que cada estudiante plantee a este ejercicio es completamente abierta (acotada a técnicas de BH). Por otra, la calificación obtenida en el ejercicio depende de la posición que ocupe cada estudiante en el ranking final. Este planteamiento gamificado puede contribuir a profundizar conocimientos sobre esta disciplina, fomentar la interacción con otros estudiantes, estimularles al tenerse que enfrentar a un problema abierto, facilitar el aprendizaje progresivo sobre la materia,

etcétera.

En cuanto a la evaluación, este ejercicio tiene una puntuación de 1.5 puntos sobre 10 puntos dentro de esta práctica sobre BH. A su vez, esta práctica tiene un peso de 1/3 en la nota de prácticas de TSI, y 1/6 en la nota final de la asignatura. Por tanto, el ejercicio planteado para llevar a cabo este proyecto de innovación docente sólo supone 0.25 puntos de la nota final de TSI. De esta forma, no se pone en riesgo la posibilidad de que todos los estudiantes puedan optar a la máxima nota, independientemente del resultado de esta competición (y de este proyecto).

Para medir el éxito de la puesta en marcha de estas herramientas de gamificación, se llevan a cabo dos evaluaciones de los resultados: una evaluación cuantitativa, que compara las calificaciones obtenidas en esta práctica con respecto a la práctica de BH llevada a cabo en el curso pasado 2021/22 en la asignatura TSI; y una evaluación cualitativa donde se mida el grado de satisfacción de los estudiantes con respecto al ejercicio planteado. Estos resultados se describen en la siguiente sección.

La metodología del proyecto ha consistido en una serie de reuniones periódicas entre los miembros del proyecto (que conforman el profesorado de la asignatura), así como las actividades necesarias para llevar a cabo los objetivos planteados. A nivel de consecución objetivos, se considera que todos los objetivos planteados se han conseguido de forma satisfactoria.

Finalmente, la puesta en marcha de esta metodología en esta u otras asignaturas es directa. No obstante, los resultados obtenidos, en base al grado de satisfacción de los propios estudiantes, sugieren que ciertos ajustes pueden mejorar la metodología planteada para que sea acogida por los propios estudiantes con mayor éxito.

#### **Summary of the Project (In English):**

In order to carry out the main objective stated in the previous section, a competition is proposed as a practical exercise based on gamification strategies, which must be completed by the students in the practice of the course TSI (Techniques of Intelligent Systems) dedicated to Heuristic Search (HS). In this exercise, students must develop an intelligent agent based on HS techniques, which is able of finding the exit to a labyrinth in the shortest possible time. Certain elements of the labyrinth, such as walls and traps, are not known by the agent until it moves through the map and explores it. This uncertainty adds an additional element of complexity to the problem. The result of the competition is precisely the ranking of each agent in terms of the time spent to get out of the labyrinth.

Gamification strategies are used in two approaches. On the one hand, the solution that each student proposes to this exercise is completely open (limited to HS techniques). On the other hand, the score obtained in the exercise depends on the position that each student occupies in the final ranking. This gamified approach can contribute to deepen their knowledge about this discipline, to encourage their interaction with other students, to stimulate them when they have to face an open problem, to facilitate their progressive learning on the subject, etc.

Regarding the evaluation, this exercise has a score of 1.5 points out of 10 points within this practice on HS. In turn, this practice has a weight of 1/3 in the grade of TSI practices, and 1/6 in the final grade of the course. Therefore, the exercise proposed to carry out this teaching innovation project only accounts for 0.25 points of the final TSI mark. In this way, the possibility that all students can opt for the highest grade is not jeopardized, regardless of the result of this competition.

To measure the success of the implementation of these gamification strategies, two evaluations of the results are carried out: a quantitative evaluation, which compares the qualifications obtained in this practice with respect to the HS practice carried out in TSI in the year 2021/22; and a qualitative evaluation where the degree of satisfaction of the students with respect to the proposed exercise is measured. These results are described in the next section.

The methodology of the project has consisted of a series of periodic meetings between the members of the project (which make up the teaching staff of the course TSI), as well as the activities necessary to carry out the proposed objectives. At the level of achievement, it is considered that all the objectives have been carried out satisfactorily.

Finally, the implementation of this methodology in this or other subjects is direct. However, the results obtained, based on the degree of satisfaction of the students, suggest that certain adjustments can improve the proposed methodology, so it is accepted by the students with greater success.

#### D. Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos son tanto cualitativos como cuantitativos.

Los resultados cualitativos provienen de una encuesta de satisfacción completada de forma anónima por los estudiantes después de haber finalizado el ejercicio (y antes de conocer su calificación en el mismo). En una escala de 0-10, estos son los principales indicadores obtenidos en dicha encuesta, medidos como valor promedio de un conjunto de 32 estudiantes que completaron la encuesta:

- Profundizar conocimientos: 5.31
- Fomentar la interacción con otros estudiantes: 4.61
- Facilitar el aprendizaje progresivo: 5.22
- Sistema de evaluación empleado: 5.75
- Puntuación de la competición dentro de la práctica: 5.97
- Valoración general sobre la competición: 5.75

Igualmente debe destacarse una alta dispersión en los resultados anteriores. Esto indica que hay estudiantes altamente satisfechos con el sistema empleado, mientras que otros indican todo lo contrario.

De esta misma encuesta, se derivan los principales aspectos positivos y posibles mejoras indicados por los estudiantes:

Aspectos positivos:

- Problema abierto que fomenta la creatividad y el pensamiento crítico
- Libertad de implementación
- Posibilidad de implementar un comportamiento óptimo (con el que cualquier estudiante pudiera obtener la máxima nota)
- Aplicación de las metodologías aprendidas a un problema real

Posibles mejoras:

- Atenuar la rivalidad entre estudiantes
- Evaluación dependiente de lo implementado por otros estudiantes
- Posibilidad de que la nota dependa, en lugar de una competición, de una comparativa con respecto a una solución planteada por el profesorado

En cuanto a los resultados cuantitativos, se comparan las calificaciones de un grupo de práctica del curso 2021/22 con las calificaciones de este curso, en la citada práctica sobre BH, cuyo profesor fue el mismo en ambos cursos. El objetivo de esta evaluación cuantitativa es medir si el grado de aprendizaje ha mejorado con la introducción de herramientas de gamificación. No obstante, este resultado se debe tomar como un indicador, y no como una respuesta definitiva a la pregunta planteada, debido a factores ajenos a la comparación que afectan en las calificaciones de ambos cursos (el conjunto de estudiantes no es el mismo y su rendimiento académico no tiene por qué ser igual; los problemas planteados en la práctica no son exactamente los mismos, etc...).

La siguiente tabla muestra una comparativa de calificaciones entre ambos cursos:

Indicador	Curso 2021/22	Curso 2022/23
Nota media (AVG)	7.39	6.05
Desviación típica (STDEV)	2.29	3.24
Nota mediana (MEDIAN)	8.00	7.75
Primer cuartil (Q1)	6.63	3.06
Tercer cuartil (Q3)	9.19	8.50
Porcentaje suspensos → [0,5)	9.09 %	36.36 %
Porcentaje aprobados → [5,7)	18.18 %	4.55 %
Porcentaje notables → [7,9)	36.36 %	40.91 %
Porcentaje sobresalientes → [9,10]	36.36 %	18.18 %

Tabla 1. Comparativa de calificaciones entre el curso 2021/22 y 2022/23.

Estos resultados muestran dos fenómenos:

1. El número de suspensos se ha incrementado notablemente (de un 9.09% en el curso 2021/22 a un 36.36% en el curso 2022/23). No obstante, este fenómeno no tiene relación directa con las herramientas de gamificación planteadas en este ejercicio/proyecto, pues éstas únicamente suponen 1.5 puntos sobre los 10 puntos de la práctica. Es decir, incluso sin entregar el ejercicio correspondiente a la competición (u obteniendo la mínima nota en éste), se podría alcanzar una calificación de 8.5 puntos, es decir, un notable.

2. El número de notables se ha incrementado ligeramente (del 36.36% del curso 2021/22 al 40.91% del curso 2022/23), produciéndose a su vez un ligero descenso en el número de sobresalientes (del 36.36% del curso 2021/22 al 18.18% del curso 2022/23). Este fenómeno sí puede tener relación directa con el ejercicio planteado. Analizando las entregas de los estudiantes, se observa un alto número de entregas en las que no se presenta solución al ejercicio de la competición.

Por tanto, el ejercicio planteado ha tenido aspectos positivos en muchos estudiantes, los cuales valoran positivamente el hecho de enfrentarse a un problema abierto, donde tienen libertad de implementación, y muy similar a las casuísticas que se van a encontrar en el mundo real (un estudiante expresa en la encuesta de satisfacción *"Muy interesante salir de la rutina e intentar utilizar ingenio. Este es el tipo de prácticas que esperaba encontrar al entrar en un grado de Ingeniería Informática"*). Sin embargo, es posible que el sistema planteado genere cierta desafección en ciertos estudiantes (posiblemente con un interés inicial en la material menor), y como consecuencia decidan no realizar este tipo de ejercicios (o realizarlos invirtiendo el menor tiempo posible, lo que conlleva una entrega de mala calidad, con una calificación mínima). En este sentido, una posible mejora sería cambiar el sistema de competición por un sistema de comparación con respecto a una solución implementada por los profesores (un estudiante expresa en la encuesta de satisfacción *"A modo de conclusión, prefería competiciones que en lugar de asignar la nota con posiciones entre comparativas de nosotros, pues se fijan unos resultados y se asignan notas si se superan esos resultados o no. No es competición directa es más bien indirecta Es más bien competir contra ti mismo y eso lo prefiero. Pero tampoco me quejo en competir contra los demás es lo que vamos a hacer en el mundo real a fin de cuentas"*).

### Results obtained (In English)

The results obtained are both qualitative and quantitative.

The qualitative results come from a survey of satisfaction completed anonymously by the students after having finished the exercise (and before knowing their score). On a 0-10 scale, these are the main indicators obtained, measured as the average value of a group of 32 students who completed the survey:

- Deepening their knowledge: 5.31
- Encouraging their interaction with other students: 4.61
- Facilitating their progressive learning: 5.22
- Evaluation system: 5.75
- Score of the competition within the practice: 5.97
- General evaluation of the competition: 5.75

Likewise, a high dispersion in the previous results should be highlighted. This indicates that there are students who are highly satisfied with the methodology, whereas others indicate the opposite.

From this same survey, the main positive aspects and possible improvements indicated by the students are as follows:

#### Positive aspects:

- Open problem that encourages creativity and critical thinking
- Freedom of implementation
- Possibility of implementing an optimal behavior (with which any student could obtain the highest score)
- Application of the learned techniques to a real problem

#### Possible improvements:

- Reduction of rivalry between students
- Evaluation dependent on what has been implemented by other students
- Possibility that the mark depends, instead of a competition, on a comparison with respect to a solution proposed by the teaching staff

Regarding the quantitative results, the grades of a group of the academic year 2021/22 are compared to the grades of this academic year, in the practice on HS, whose teacher was the same in both years. The objective of this quantitative evaluation is to measure whether the degree of learning has improved with the introduction of the gamification strategies. However, this result should be taken as an indicator, and not as a definitive answer to the posed question, due to factors unrelated to the comparison that affect the grades of both courses (the group of students is not the same and their academic performance does not have to be the same; the problems posed in the practices are not the same, etc...).

Table 1 shows a comparison of grades between both courses (see above).

These results show two phenomena:

1. The number of failing grades has increased notably (from 9.09% in the 2021/22 academic year to 36.36% in the 2022/23 academic year). This phenomenon is not directly related to the gamification strategies proposed in this exercise, since they only account for 1.5 points out of 10.
2. The number of B grades has increased slightly (from 36.36% in the 2021/22 academic year to 40.91% in the 2022/23 academic year), in turn producing a slight decrease in the number of A grades (from 36.36% in the 2021/22 academic year to 18.18% of the 2022/23 academic year). This phenomenon may be directly related to the proposed exercise. Analyzing the students' exercises, in a high number of them there is no solution to the competition.

Therefore, the proposed exercise has had positive aspects in many students, who value positively the fact of facing an open problem, where they have freedom of implementation, and which is very similar to the casuistry that will be found in the real world. However, it is possible that the proposed system generates some disaffection in certain students, and consequently they decide not to do it. In this sense, a possible improvement would be to change the competition to a comparison system with respect to a solution implemented by teachers.

#### E. Difusión y aplicación del proyecto a otras áreas de conocimiento y universidades

Se planea publicar los resultados de este proyecto en forma de artículo de innovación docente en una revista o congreso especializado del área. De esta forma, se dará difusión a la metodología y resultados obtenidos en este proyecto, y además se permitirá su aplicación a otras áreas de conocimientos y universidades.

#### Dissemination and application of the project to other areas of knowledge and universities (In English)

An article on teaching innovation based on the results of this project is planned to be published in a specialized journal or conference of the area. This way, the methodology and results obtained in this project are disseminated, and they can be applied to other areas of knowledge and universities.

#### F. Estudio de las necesidades para incorporación a la docencia habitual

Como se ha comentado anteriormente, la incorporación de la metodología planteada a la docencia habitual se puede llevar a cabo de una forma directa, en esta u otras asignaturas. De esta forma, se incorporarían las ventajas de las metodologías basadas en la gamificación al proceso de enseñanza y evaluación de la asignatura. En concreto, los estudiantes valoran positivamente tenerse que enfrentar a un problema abierto, para el que no hay una solución pre-establecida a priori, y que representa de una forma más fiel ciertos problemas del mundo real que se encontrarán en su futuro profesional. No obstante, los resultados obtenidos sugieren que una ligera adaptación favorecería el interés y el proceso de aprendizaje de los estudiantes. En concreto, se contempla la posibilidad de sustituir la competición por un sistema de comparación con respecto a una solución implementada por el profesorado. De esta forma, la calificación de los estudiantes no depende de la rivalidad entre ellos, sino de lo buena/mala que sea su solución planteada con respecto a esa solución "objetivo". Esta ligera adaptación puede mejorar la interacción entre los estudiantes (que es el aspecto peor valorado de la competición actual) y, en general, puede mejorar el nivel de interés de los estudiantes en su proceso de aprendizaje, cuya consecuencia última se podría expresar en una mejora generalizada de las calificaciones de esta práctica y de la materia.

#### G. Puntos fuertes, las dificultades y posibles opciones de mejora

Los puntos fuertes más destacables están relacionados con el interés generado en ciertos estudiantes acerca de la materia, al plantear un problema abierto, que requiere resolverse con una técnica a libre elección de cada estudiante, y que, por tanto, requiere una profundización en la disciplina. Igualmente, este enfoque representa de una forma más fiel las casuísticas del mundo real que posiblemente se encuentren los estudiantes en su futuro laboral, lo cual es valorado positivamente por muchos de ellos.

En cuanto a dificultades, debe nombrarse una ligera desafección que este sistema ha podido generar en cierto sector del estudiantado. Como posible mejora, en línea con lo ya comentado, se plantea una ligera adaptación del sistema de enseñanza y evaluación de BH: modificando la competición actual por un sistema basado en la comparativa con respecto a una solución planteada por los profesores. Esta metodología adaptada mantiene todas las ventajas de las herramientas de gamificación usadas en el sistema actual (problema abierto, libertad de implementación, reflejo del mundo real, etc.) y solventa sus principales dificultades en cuanto a desafección de cierta parte del estudiantado.