



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

Mejora de una Gymkhana de programación para reforzar el aprendizaje de Python (PINN-19-B-010)

Convocatoria de los Proyectos de Innovación Docente 2019

Beatriz Remeseiro López – bremeseiro@uniovi.es – Departamento de Informática
Gabriel Cebrián Márquez – cebriangabriel@uniovi.es – Departamento de Informática
Enrique Antonio de la Cal Marín – delacal@uniovi.es – Departamento de Informática
Antonio Jesús Díaz Honrubia – antoniojesus.diaz@upm.es – Colaborador externo UPM
José García Fanjul – jgfanjul@uniovi.es – Departamento de Informática
Noelia Rico Pachón – noeliarico@uniovi.es – Departamento de Informática
José Ramón Villar Flecha – villarjose@uniovi.es – Departamento de Informática
Pablo Suárez-Otero González – suarezgpablo@uniovi.es – Departamento de Informática

Palabras clave: gamificación, autoaprendizaje, gymkhana, programación

Tipo de proyecto

Tipo A (PINN-19-A)	<input type="checkbox"/>
--------------------	--------------------------

Tipo B (PINN-19-B)	<input checked="" type="checkbox"/>
--------------------	-------------------------------------

En este apartado decir el tipo de proyecto (Tipo A o Tipo B) y únicamente en caso de ser de tipo B, describir las ampliaciones y novedades con respecto a los proyectos anteriores de los cuales es continuación y la referencia al proyecto previo.

Este proyecto es una ampliación del proyecto “Refuerzo del aprendizaje de Python mediante el uso de una Gymkhana de programación” (PINN-18-A-010). En el curso 2019/2020 se han introducido mejoras en la actividad relacionadas con los siguientes aspectos: 1) mejoras de usabilidad, 2) cuestiones de seguridad y privacidad, y 3) mejoras en los ejercicios propuestos y en su evaluación. Además, el proyecto se llevó a cabo en nuevas titulaciones y centros, para llegar a un mayor número de alumnos; ampliando a su vez el equipo de profesores.

Resumen / Abstract

Este proyecto ha supuesto llevar a las aulas una Gymkhana de programación en Python, dirigida a los estudiantes de Fundamentos de Informática, asignatura común a todas las ingenierías de la Universidad de Oviedo. Esta asignatura tiene entre sus objetivos la introducción a los estudiantes en la programación de computadores. En este contexto, la Gymkhana es una actividad propuesta para mejorar las habilidades de programación de los



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

participantes y fomentar su autoaprendizaje. El funcionamiento básico de la Gymkhana ha sido resolver pequeños problemas de programación en cuatro bloques bien diferenciados, cada uno de ellos relacionado con uno de los principales bloques temáticos del tema de programación. En cada uno de los bloques, la dinámica ha consistido en que los estudiantes avanzasen de ronda a medida que iban resolviendo los problemas planteados. Para incentivar la participación en la actividad, se ha acompañado de puntuación adicional a la nota final de la asignatura, la cual ha sido dependiente de dos parámetros: 1) el número total de problemas resueltos, y 2) la puntuación total obtenida, calculada en base al número de aciertos y fallos en la resolución de los ejercicios, evitando así que un estudiante resolviese los ejercicios de sus compañeros. Las calificaciones obtenidas por los estudiantes que han participado en la Gymkhana reflejan el impacto de la actividad en la mejora de las habilidades de programación de los estudiantes que, en general, han valorado positivamente el proyecto.

1 Contribución del proyecto a la consecución de los objetivos específicos y de los objetivos de la convocatoria

1.1 Objetivos específicos del proyecto conseguidos. Indicar y valorar el grado de consecución de cada uno.

El principal objetivo de este proyecto es favorecer la adquisición de competencias de programación por medio de la gamificación, utilizando una Gymkhana de ejercicios en Python. Además, se ha potenciado la coordinación entre profesores de diferentes titulaciones y centros, y se ha impulsado la continuidad de proyectos de innovación docente ampliando y mejorando una actividad desarrollada en el curso académico 2018/2019. Estos objetivos específicos, directamente relacionados con los objetivos de la convocatoria, se detallan a continuación.

- Favorecer en el alumnado la adquisición de competencias de programación mediante técnicas de gamificación. Se han potenciado las habilidades de programación del alumnado de la asignatura de Fundamentos de Informática mediante una Gymkhana de ejercicios de programación en Python, que les ha permitido resolver pequeños ejercicios de manera autónoma y reforzar los contenidos vistos en clases de teoría y prácticas.
- Potenciar la coordinación entre profesores mediante la puesta en marcha de un proyecto que implica la colaboración entre tres centros y seis titulaciones. La asignatura de Fundamentos de Informática es impartida por un amplio grupo de profesores en todas las ingenierías de la Universidad de Oviedo. En este proyecto, se ha conseguido coordinar de manera satisfactoria a un total de siete profesores de la asignatura, en colaboración con un profesor de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Estos siete profesores imparten docencia de esta asignatura en tres escuelas, y en un total de cinco grados y un máster. Con respecto a la solicitud, cabe destacar que se han incorporado al proyecto los



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

estudiantes del nuevo Grado en Ingeniería de Organización Industrial, titulación impartida por primera vez en el curso 2019/2020 en la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón.

- Aplicar en un contexto similar los resultados y conocimientos obtenidos en un proyecto realizado en la convocatoria anterior, incorporando ampliaciones y mejoras. Este proyecto es continuación del PINN-18-A-010 llevado a cabo en la misma asignatura en el curso 2019/2020. Partiendo de la experiencia y conocimiento adquiridos en esa primera edición, se han incorporado algunas mejoras y ampliaciones en temas tales como usabilidad, seguridad, y evaluación de ejercicios. Adicionalmente, se ha ampliado el equipo de profesores participantes, que con su dedicación han acercado la actividad a alumnos de nuevas titulaciones y centros.

1.2 Objetivos de la convocatoria a los que se dirigía el proyecto conseguidos. Indicar valoración del grado de consecución.

Este proyecto se ha centrado en la innovación docente y, más concretamente, en cómo adquirir competencias de programación gracias a la gamificación, mediante el uso de una Gymkhana, el trabajo autónomo y el autoaprendizaje. Además, se ha impulsado la coordinación docente entre el profesorado de la asignatura de Fundamentos de Informática, y la continuidad de proyectos de innovación docente. A continuación, se detallan los objetivos de la convocatoria que han sido alcanzados en este proyecto, así como el grado de consecución de los mismos.

- Innovación docente en el ámbito de la metodología docente. Se ha impulsado la innovación docente en el ámbito tecnológico mediante la incorporación del sistema de Gymkhana como herramienta digital, y se han desarrollado acciones de innovación docente con tecnologías avanzadas como la gamificación mediante una dinámica de resolución de problemas.
- Innovación en el ámbito de la coordinación docente. Se ha potenciado la coordinación entre profesores de dos áreas de conocimiento del Departamento de Informática (Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial, y Lenguajes y Sistemas Informáticos), que imparten docencia en la asignatura de Fundamentos de Informática en un total de seis titulaciones (cinco grados y un máster) en tres escuelas diferentes.
- Impulso de la continuidad, transferencia y diseminación de los proyectos de innovación docente. Se ha aplicado una versión mejorada del PINN-18-A-010 en un contexto similar, ampliando tanto el equipo de profesores como las titulaciones y los centros implicados, utilizando los resultados y conocimientos obtenidos en el curso 2018/2019. Por otra parte, la participación de personal externo de la UPM permite acercar los resultados de este proyecto a otras entidades externas, con la posibilidad de que pongan en marcha propuestas similares. Por último, cabe destacar que el profesorado participante tiene la



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

firme intención de presentar los resultados de este proyecto en un congreso internacional del ámbito de Innovación Educativa, con el objetivo de divulgar y diseminar los resultados de esta actividad.

2 Contribución del proyecto al plan estratégico de la Universidad y repercusiones en la docencia. *Para la elaboración de este apartado describir el grado de cumplimiento de los compromisos adquiridos del punto 5 de la solicitud del proyecto.*

2.1 Alineamiento del Proyecto de Innovación Docente con el Plan Estratégico 2018-2022 de la Universidad de Oviedo en materia docente.

El proyecto está alineado con el Plan Estratégico 2018-2022 de la Universidad de Oviedo en lo que se refiere a “FAE. Acciones estratégicas en formación, actividad docente y empleabilidad”. Concretamente, los resultados obtenidos en el proyecto cumplen fundamentalmente con las siguientes acciones estratégicas:

- FAE 5: Puesta en marcha de un programa de actualización en métodos educativos. Se ha mejorado y ampliado una herramienta basada en la gamificación (Gymkhana de ejercicios de programación en Python), para la mejora docente en la asignatura de Fundamentos de Informática, impartida en diferentes titulaciones de grado y master en distintas escuelas de la Universidad de Oviedo.
- FAE 6: Puesta en marcha de un programa de herramientas digitales para la enseñanza. Se ha puesto en marcha una actividad formativa online que favorece el autoaprendizaje y el trabajo autónomo de los alumnos, mediante una herramienta digital que puede ser utilizada por cualquier estudiante desde un ordenador o dispositivo móvil con conexión a Internet.
- FAE 7: Puesta en marcha de un programa para la financiación de proyectos de innovación docente. El proyecto ha sido posible gracias a los recursos proporcionados por el Departamento de Informática: un servidor con conexión a Internet en el que se instaló el sistema de la Gymkhana. Asimismo, se ha utilizado el Campus Virtual de la Universidad de Oviedo para compartir el material desarrollado que, a mayores de la propia Gymkhana, incluye las instrucciones y descripción del proyecto, y los resultados del alumnado participante en forma de ranking. Todo ello ha permitido conseguir una mejora en los resultados académicos de los estudiantes, motivando a los profesores y ampliando las experiencias de innovación docente entre estos últimos.

2.2 Grado de consecución de las repercusiones esperadas del proyecto (en la docencia específica y en el entorno docente)

Se ha analizado el nivel de incidencia del proyecto en la docencia de la asignatura de Fundamentos de informática en base a los siguientes indicadores:



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

- Porcentaje de contenidos de la asignatura o asignaturas a los que afecta la innovación en el proyecto. La innovación presentada en este proyecto afecta a un 60% de los contenidos de la asignatura Fundamentos de Informática, correspondientes al tema de “Programación en Python”.
- Porcentaje de la evaluación en el que incide la innovación presentada en el proyecto. La innovación que supone este proyecto incidió en un 10% extra sobre la nota final de la asignatura, dado que se trata de una actividad voluntaria en la que la puntuación extra ha sido utilizada como incentivo.
- Porcentaje de participación del alumnado en el proyecto. El porcentaje de participación esperado en la solicitud era del 60%, habiendo superado esa cifra al alcanzar un nivel de participación del 67.65%, con un total de 92 estudiantes.

Con respecto a las repercusiones esperadas en el entorno de la docencia, se han considerado los indicadores detallados a continuación:

- Posibilidad de poner el proyecto en práctica en otras asignaturas, cursos, carreras o con otros profesores. El proyecto llevado a cabo en el curso académico 2018/2019 se ha puesto en práctica en el curso actual, con una serie de mejoras y ampliaciones. La asignatura afectada por esta innovación docente es la misma, pero se han incorporado al proyecto dos nuevos profesores: Enrique Antonio de la Cal Marín, y Pablo Suárez-Otero González. Además, la actividad ha sido puesta en práctica en cuatro nuevas titulaciones con respecto a la edición anterior: Grado en Ingeniería Informática en Tecnologías de la Información, Grado en Ingeniería de Organización Industrial, Grado en Ingeniería de Tecnologías Mineras, y Máster Universitario en Ingeniería de Minas. Por tanto, se ha demostrado que es posible poner en práctica esta actividad en otras titulaciones y centros, siempre y cuando se cuente con una participación activa de los profesores de la asignatura.
- Aumentar la colaboración entre varios centros, departamentos, áreas, profesores, másteres, etc. Se ha aumentado la colaboración entre profesores del Departamento de Informática, pertenecientes a dos áreas de conocimiento: Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial, y Lenguajes y Sistemas Informáticos. Cabe destacar que el profesorado participante imparte docencia en tres centros: Escuela de Ingeniería Informática, Escuela Politécnica de Ingeniería, y Escuela de Ingeniería de Minas, Energía y Materiales.
- Fomentar la colaboración con profesores de otras instituciones autonómicas, nacionales o extranjeras. Ha participado en el proyecto un colaborador externo, profesor de la Universidad Politécnica de Madrid, fomentando así la colaboración con otras instituciones de ámbito nacional que puede dar lugar a futuras colaboraciones y al desarrollo de proyectos similares en otras universidades.
- Publicación de resultados en revistas, libros, jornadas o congresos. Está previsto publicar los resultados obtenidos en un congreso de ámbito internacional, además de en las Jornadas de Innovación Docente de la Universidad de Oviedo.



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

- Utilización de herramientas y aplicaciones tecnológicas avanzadas al servicio de la propuesta metodológica. Se han utilizado herramientas y aplicaciones tecnológicas, con el sistema de la Gymkhana implementado en un servidor del Departamento de Informática que permitía una conexión remota a los estudiantes para la resolución de los ejercicios propuestos.
- Posibilidades de dar continuidad al proyecto en cursos posteriores, ampliándolo o mejorándolo. El proyecto tiene margen de mejora en cuanto a la herramienta desarrollada, dado que sería de especial interés que tuviese una interfaz gráfica más visual y atractiva, favoreciendo así la participación del alumnado de titulaciones no afines. Con respecto a los ejercicios propuestos, hemos recibido retroalimentación de los alumnos que será determinante para mejorar el enunciado de los mismos y el formato de la respuesta esperada. Además, otros profesores de la asignatura de Fundamentos de Informática han mostrado interés en la actividad, pudiendo así ampliar aún más los miembros del equipo, y las titulaciones y centros participantes.

3 Memoria del Proyecto

3.1 Marco Teórico del Proyecto

Los jueces online (Kurnia et al., 2001) surgieron hace ya varios años con la finalidad de evaluar problemas de programación que se proponen a usuarios, los cuáles normalmente son aspirantes de concursos de programación. En los últimos años, estos jueces también se han utilizado con fines docentes, en la enseñanza de distintos lenguajes de programación (Petit et al., 2012). Estos jueces funcionan tradicionalmente sometiendo el código fuente de los usuarios a diversas pruebas en las que se comprueba que los problemas se resuelven de forma correcta y en tiempo asumible para cualquier entrada. En la mayoría de casos se prueban entradas “límite” que desafían la completitud del código propuesto.

Por otra parte, el uso de una competición entre estudiantes de una asignatura de Ingeniería Informática ha demostrado tener resultados docentes positivos (Colomina et al., 2004), creando este hecho un enlace perfecto con los jueces online ya que, con la asignación de puntuaciones a cada una de las pruebas propuestas, se puede plantear un ranking de usuarios. De esta forma se puede llegar al concepto de la Gymkhana de programación en la que, resolviendo distintas pruebas, los estudiantes pueden ir acumulando puntos y competir en el ranking de la clase. Este concepto de Gymkhana de programación se ha utilizado con éxito en la asignatura de Fundamentos de Informática con estudiantes de diferentes ingenierías (Remeseiro et al., 2019). A diferencia de la mayoría de jueces online, en los que se propone la realización de códigos de programación de distintas dificultades (Gómez Martín & Gómez Martín, 2017), en este caso se ha optado por incluir ejercicios que también permiten comprobar los conocimientos teóricos del alumnado sobre el lenguaje de programación, ya que se consideran fundamentales para un correcto desarrollo del código y de suma importancia en la enseñanza de los primeros pasos con un lenguaje de programación para



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

estudiantes de cualquier ingeniería. Por estas razones, las primeras y más básicas pruebas planteadas a los estudiantes consisten en, por ejemplo, pedirles que indiquen el valor producido por una determinada expresión o que escriban una breve expresión en una línea de código.

3.2 Metodología utilizada

3.2.1 Plan de Trabajo desarrollado

El plan de trabajo desarrollado está compuesto de siete tareas que se detallan a continuación.

Tarea 1. Mejoras de usabilidad del sistema de la Gymkhana. Realizada por Antonio Jesús Díaz Honrubia y Gabriel Cebrián Márquez. Período: julio 2019.

Se ha implementado una nueva interfaz de acceso al servidor, más amigable y que simplifica el proceso pensando especialmente en alumnos de titulaciones no afines. Además, se ha mejorado la respuesta del sistema en caso de que el alumno no proporcione la respuesta correcta a los ejercicios planteados, evitando la desconexión del mismo.

Tarea 2. Cuestiones de seguridad y privacidad. Realizada por José Ramón Villar Flecha. Período: julio 2019.

Se ha establecido e implementado un procedimiento estándar para la evaluación de las soluciones que los estudiantes proponen a los diferentes ejercicios, garantizando que se haga de forma segura y evitando posibles ataques al servidor del Departamento de Informática en el que reside el sistema de Gymkhana.

Tarea 3. Elaboración de las instrucciones para los estudiantes participantes. Realizada por Beatriz Remeseiro López. Período: septiembre 2019.

Se ha elaborado un guion, en inglés y español, para que los estudiantes conocieran desde el principio todos los detalles de la actividad voluntaria. Este guion incluye indicaciones de funcionamiento y acceso al servidor, además de la dinámica de participación en la Gymkhana y el cálculo de la puntuación extra.

Tarea 4. Elaboración de nuevos problemas de programación. Realizada por Enrique Antonio de la Cal Marín y Pablo Suárez-Otero González. Período: septiembre – noviembre 2019.

Se ha ampliado la batería de ejercicios disponible en la Gymkhana mediante la elaboración de nuevos problemas de programación de diferentes niveles de dificultad en Python, atendiendo a los diferentes bloques temáticos en que se divide esta parte de la asignatura de Fundamentos de Informática.



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

Tarea 5. Implementación de los problemas propuestos en el sistema de Gymkhana. Realizada por todos los miembros del equipo. Período: septiembre – noviembre 2019.

Se han implementado, en el sistema de Gymkhana, todos los problemas de programación disponibles; es decir, los elaborados en la Tarea 4 y una versión revisada de los planteados el curso anterior. Esta implementación fue realizada teniendo en cuenta el procedimiento de evaluación definido en la Tarea 2, utilizando las funcionalidades implementadas en la misma.

Tarea 6. Evaluación de los resultados. Realizada por todos los miembros del equipo. Período: enero – febrero 2019.

Tras la finalización de los exámenes de la asignatura, correspondientes a la convocatoria ordinaria de enero, se recopilaron y analizaron los resultados obtenidos por los estudiantes que participaron en la Gymkhana, comparándolos con los estudiantes que no participaron. En este análisis también se consideraron resultados de cursos anteriores, utilizando en la comparativa las notas finales y de programación (teoría y prácticas). Además, se facilitó a los alumnos participantes una breve encuesta para conocer su opinión acerca de la Gymkhana, así como el impacto de la misma en sus habilidades de programación y sus sugerencias de mejora para cursos posteriores.

Tarea 7. Desarrollo de la memoria final del proyecto. Realizada por Beatriz Remeseiro López, Gabriel Cebrián Márquez y Antonio Jesús Díaz Honrubia, con la colaboración de todos los miembros del equipo. Período: enero – febrero 2019.

3.2.2 Descripción de la Metodología

A continuación, se describe la metodología utilizada para llevar a cabo este proyecto:

- Preparación de nuevo material docente. Se ha implementado una versión ampliada y mejorada del sistema de Gymkhana existente, incorporando novedades en cuanto a variedad de problemas en Python y evaluación de los mismos. Además, se han solucionado varios aspectos críticos relativos a la privacidad y la seguridad del sistema, con el objetivo principal de evitar ataques al servidor del Departamento de Informática en el que se ha instalado, y de prevenir la participación fraudulenta en la actividad. En cuanto a los problemas de programación, se han revisado y mejorado los ejercicios propuestos en el curso 2018/2019, y se han elaborado nuevos ejercicios. En total, la Gymkhana consta de un total de 57 ejercicios, distribuidos en cuatro bloques temáticos (ver Figura 1): bloque 1 con 12 ejercicios, bloque 2 con 14 ejercicios, bloque 3 con 12 ejercicios, y bloque 4 con 19 ejercicios.

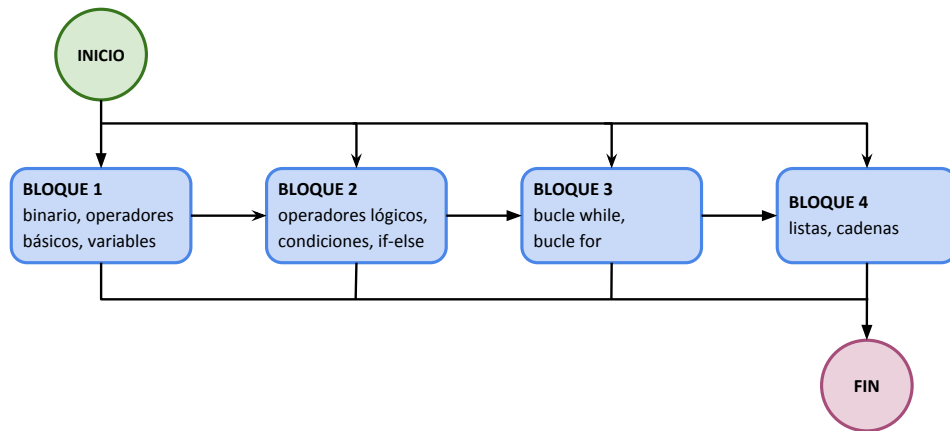


Figura 1. Bloques temáticos que componen la Gymkhana, así como los principales conceptos incluidos en cada uno.

- Análisis de resultados. Se han analizado los resultados de esta actividad de innovación docente en base a las notas obtenidas por el alumnado de la asignatura, tanto en teoría como en prácticas de laboratorio. Además, se han considerado las notas de alumnos en cursos anteriores, permitiendo así la extracción de conclusiones por parte del equipo docente.
- Encuesta de satisfacción. Se ha obtenido retroalimentación del alumnado participante mediante una encuesta de satisfacción que se les facilitó al finalizar la asignatura. Las preguntas incluidas en dicha encuesta permitieron a los participantes expresar su opinión en cuanto a los beneficios de la actividad en su aprendizaje de diferentes conceptos de programación en Python. Además, han podido añadir cualquier comentario que considerasen de interés, con sugerencias de mejora que serán tenidas en cuenta en próximas ediciones.

3.3 Resultados alcanzados

3.3.1 **Valoración de indicadores** detallando los instrumentos utilizados para recoger la información, se valora la inclusión de tablas o figuras que faciliten la comprensión de lo expuesto. Al menos un indicador se vinculará con el grado de satisfacción del alumnado que participe en el proyecto.

Los resultados alcanzados en este proyecto han sido analizados para cada titulación por separado, por lo que en el posterior análisis se utilizarán las siguientes abreviaturas:

- GIISOF: Grado en Ingeniería Informática del Software.
- GIITIN: Grado en Ingeniería Informática en Tecnologías de la Información.
- EPIG: Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales y Grado en Ingeniería de Organización Industrial (docencia conjunta).
- EIMEM: Grado en Ingeniería de Tecnologías Mineras y Máster Universitario en Ingeniería de Minas (docencia conjunta).



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

A continuación, se analizan los resultados obtenidos para cada uno de los indicadores que han sido utilizados en la evaluación de este proyecto.

I1: Calificaciones del alumnado participante. Determina el impacto del proyecto en las habilidades de programación de los estudiantes.

Para cada titulación por separado, se analiza la calificación media obtenida por los estudiantes participantes en la actividad en los ejercicios de programación y en las notas finales, tanto de teoría como de prácticas. Los resultados obtenidos se comparan con los de los estudiantes que no han participado, y se observa si las diferencias entre ambos son de al menos 1 punto (que supone un 10% de la máxima nota); considerando aceptables diferencias entre 0 y 1.

Las diferencias entre las notas finales de los estudiantes que han participado en la Gymkhana y los que no, son las siguientes: +3.1 en GIISOF, +2.4 en GIITIN, +1.2 en EPGI, y +1.0 en EIMEM. Por tanto, en todas las titulaciones se observa que los estudiantes que han participado en la Gymkhana han obtenido mejores resultados que el resto, superando notablemente los resultados esperados en el caso de las titulaciones afines, GIISOF y GIITIN. Haciendo un análisis más detallado, utilizando tanto las notas de teoría y prácticas de manera individual como las notas correspondientes a los ejercicios de programación, podemos observar lo siguiente (ver Figura 2):

- En GIISOF se observan diferencias de aproximadamente 3 puntos en las notas de teoría, tanto de la parte de programación como en la nota final, al igual que en la parte de programación de las notas de prácticas; mientras que las diferencias en la nota final de prácticas son ligeramente más altas, alcanzando 3.6 puntos.
- En GIITIN se observan diferencias de entre 1.4 y 2.2 puntos en las notas de teoría, en las partes de programación y en la nota final, respectivamente; mientras que en la parte de prácticas se superan los 2 puntos de diferencia en ambos casos.
- En EPGIG se observan diferencias de entre 1.2 y 1.8 puntos en las notas de teoría, en las partes de programación y en la nota final, respectivamente; mientras que en la parte de prácticas las diferencias son ligeramente inferiores, con valores entre 0.9 (final) a 1.1 (programación).
- En EIMEM no existe evaluación diferenciada entre teoría y prácticas, dado que todos los contenidos se evalúan mediante pruebas y exámenes de laboratorio, motivo por el cual la gráfica correspondiente al alumnado de EIMEM no incluye notas de teoría. Con respecto a las notas de prácticas que son, por tanto, las notas finales de la asignatura, se observan diferencias con valores entre 1.0 (final) y 2.0 (programación).

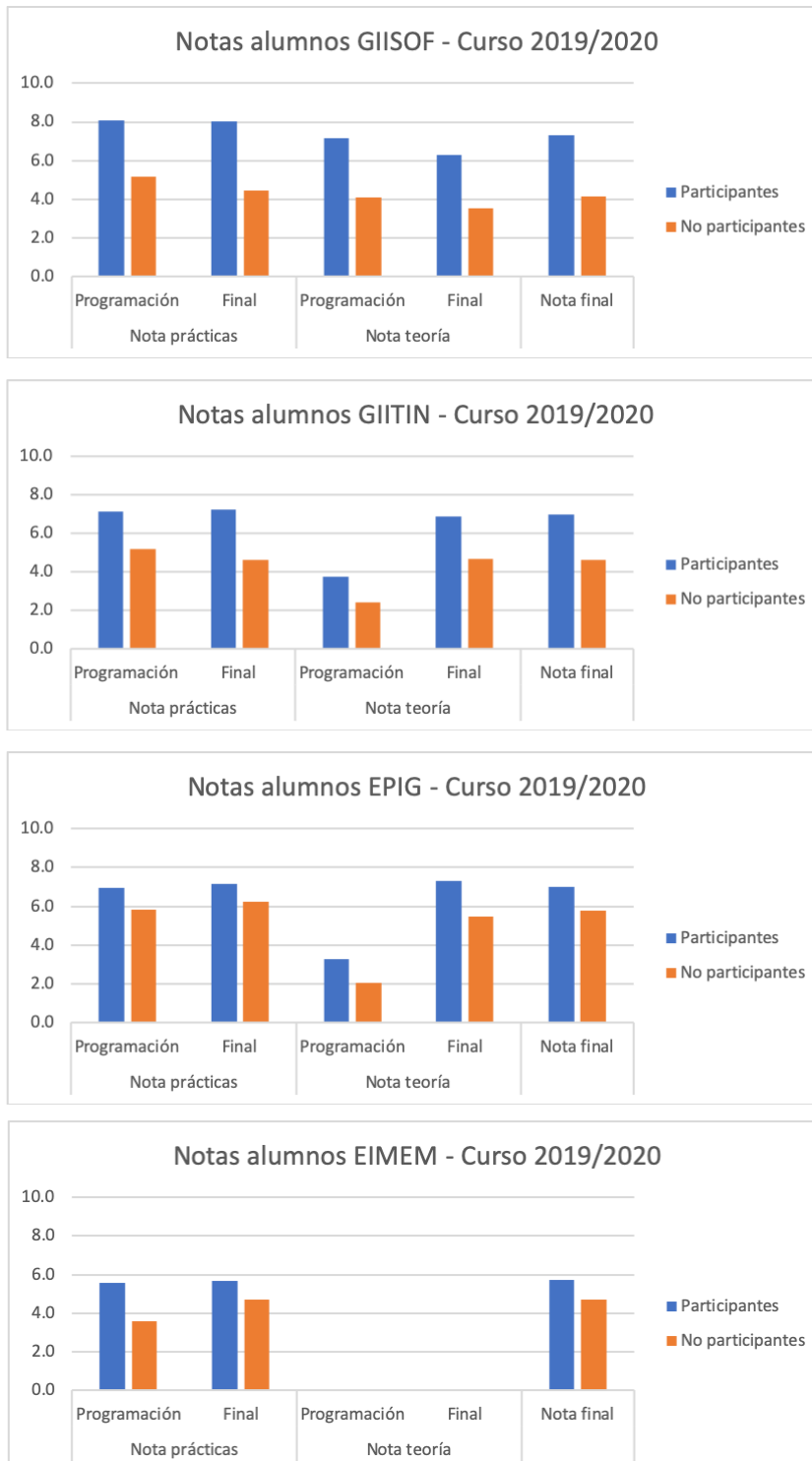


Figura 2. Comparativa de las notas de teoría y prácticas obtenidas por los estudiantes que han participado en la Gymkhana y los que no, para las diferentes titulaciones.



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

I2: Calificaciones del alumnado de cursos anteriores. Determina el impacto de las mejoras del proyecto en las notas de los estudiantes, mediante una comparativa con las notas del curso anterior.

Para cada titulación por separado, se analiza la calificación media obtenida por los estudiantes del curso anterior (2018/2019) en las notas finales, tanto de teoría como de prácticas. Los resultados obtenidos se comparan con los de los estudiantes del curso actual (2019/2020), y se observa si las diferencias entre ambos son de al menos 1 punto (que supone un 10% de la máxima nota); considerando aceptables diferencias entre 0 y 1.

Las diferencias entre las notas finales de los estudiantes del curso 2019/2020 y los del curso 2018/2019 son las siguientes: +0.9 en GIISOF, +0.1 en GIITIN, +1.7 en EPIG, y -0.8 en EIMEM. A pesar de que solamente en el caso de EPIG se alcanza la diferencia esperada, superándola notablemente, cabe destacar que se obtienen diferencias aceptables en las dos titulaciones afines, GIISOF y GIITIN. En el caso de EIMEM, las diferencias obtenidas son negativas, hecho que no supone necesariamente un impacto negativo de la Gymkhana, sino que pueden ser debidas a posibles diferencias entre estudiantes de diferentes cursos y/o estar influenciadas por otros cambios llevados a cabo en la asignatura (introducción del concepto de optimización en el tema de Hojas de Cálculo, y desarrollo de proyectos más complejos en el tema de Bases de Datos).

Haciendo un análisis más detallado, utilizando las notas de teoría y prácticas de manera individual, podemos observar lo siguiente (ver Figura 3):

- En GIISOF se observa que la diferencia de +0.9 puntos en las notas finales es debida en mayor medida a las calificaciones correspondientes a la parte de teoría, con una diferencia de +0.5, alcanzando valores de +1.1 puntos en la parte de prácticas.
- En GIITIN se observa que la diferencia de +0.1 puntos en las notas finales es debida a que los alumnos del curso 2019/2020 han obtenido calificaciones más altas en la parte de prácticas, mejora que no se produce en el caso de la teoría.
- En EPIG se observa que las diferencias obtenidas en las notas finales son debidas a mejoras tanto en la parte de teoría como en la parte de prácticas, aunque cabe destacar que en ambos cursos académicos los estudiantes sacaron notas ligeramente superiores en la parte de prácticas.
- En EIMEM la diferencia de -0.8 puntos es debida totalmente a la parte de prácticas dado que, tal y como se comentó anteriormente, no existe evaluación teórica de los contenidos de la asignatura, limitando un posible análisis similar al realizado en el resto de titulaciones.

Cabe mencionar que en esta comparativa entre calificaciones de diferentes cursos entran en juego otros factores, cuyo análisis está fuera del alcance de este proyecto, tales como el cambio en la composición del profesorado, de los materiales y de los propios estudiantes.



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

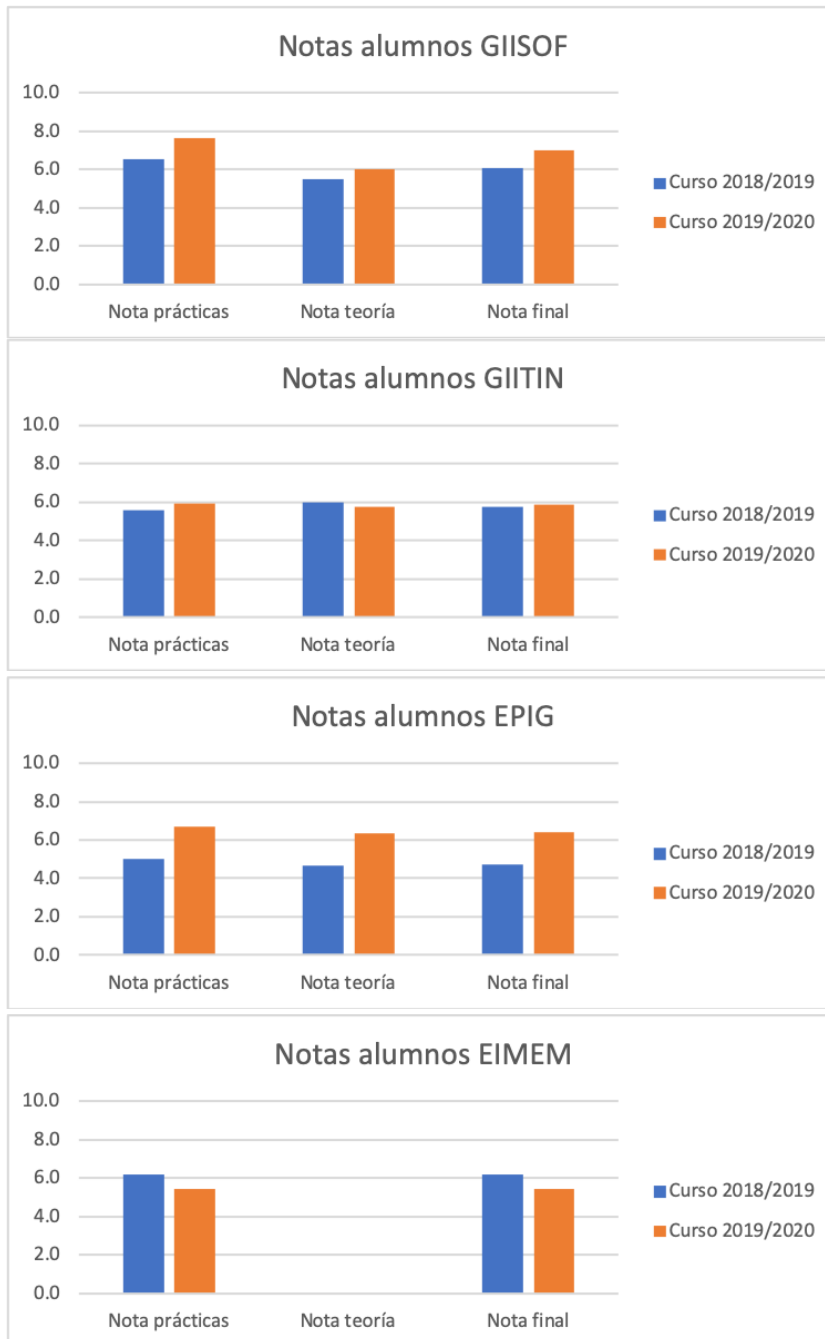


Figura 3. Comparativa de las notas de teoría y prácticas obtenidas por los estudiantes en los cursos 2018/2019 y 2019/2020, para las diferentes titulaciones.



13: Grado de participación del alumnado. Determina el porcentaje de estudiantes que ha considerado relevante la participación en la actividad propuesta.

Para cada titulación por separado, se analiza el porcentaje de alumnos que han participado en la actividad, considerándose un buen resultado la obtención de una participación superior al 60%, siendo aceptables aquellos porcentajes entre el 40% y el 60%.

Participaron un total 47 de 52 alumnos de GIISOF (90.38%), 12 de 24 alumnos de GIITIN (50%), 18 de 40 alumnos de EPIG (40%), y 15 de 19 de EIMEM (78.95%). Por tanto, el grado de participación del alumnado en GIISOF y en EIMEM es muy alto, notablemente por encima de lo esperado; mientras que se han alcanzado porcentajes de participación aceptables en GIITIN y EPIG.

14: Grado de satisfacción del alumnado participante. Determina la valoración de los estudiantes en relación al impacto que la participación en la Gymkhana ha tenido en sus habilidades de programación en Python.

Para cada titulación por separado, se analiza la valoración media de los alumnos que han participado en la actividad, considerándose un buen resultado la obtención de una valoración superior a 4 en una escala de Likert de 5 puntos, siendo aceptables aquellas valoraciones entre 2 y 4.

La valoración media del impacto de la actividad en sus habilidades de programación, de acuerdo a la encuesta realizada por los participantes, es 3.39 en GIISOF, 3.18 en GIITIN, 2.89 en EPIG, y 3.67 en EIMEM (ver Figura 4). En todos los casos se ha obtenido una valoración media aceptable; sin embargo, analizando los datos en detalle se pueden extraer otras conclusiones interesantes.

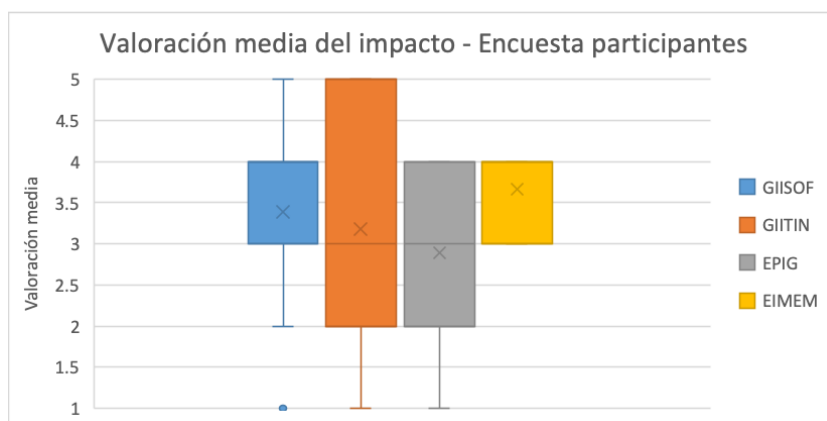


Figura 4. Valoración media del impacto de la Gymkhana en las habilidades de programación de los estudiantes de acuerdo a la encuesta realizada por los participantes, para cada titulación.



La encuesta realizada incluía, además de la valoración, la cantidad de ejercicios resueltos por cada estudiante de acuerdo a las siguientes categorías: menos de la mitad, más de la mitad, y todos. Si analizamos las valoraciones medias en las diferentes categorías (ver Figura 5), podemos observar que, en general, los estudiantes que han resuelto un mayor número de ejercicios consideran mayor el impacto de la actividad en sus habilidades y conocimientos de programación; alcanzando valoraciones de 4 en la escala de Likert en varios casos.

Nótese que la ausencia de algunas barras en el diagrama de la Figura 5 significa que ningún alumno de esa titulación ha respondido a un número de preguntas en esa categoría.

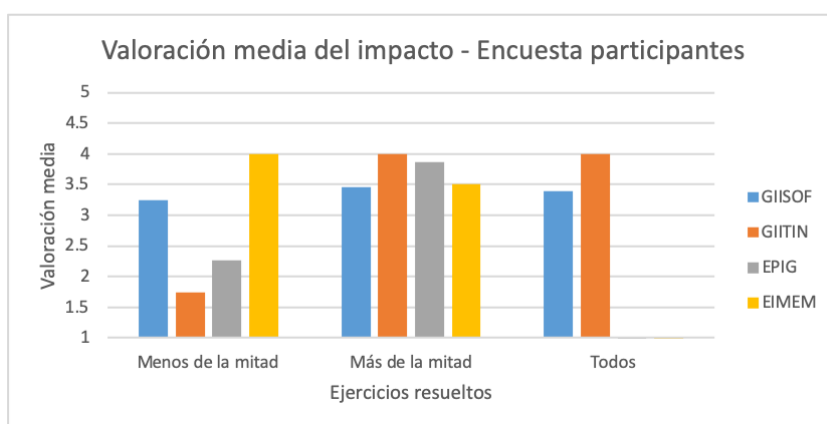


Figura 5. Valoración del impacto de la Gymkhana en las habilidades de programación de los estudiantes de acuerdo a la encuesta realizada por los participantes, para cada titulación y atendiendo a la cantidad de ejercicios resueltos.

La siguiente tabla muestra un resumen de los diferentes indicadores previamente explicados junto con la evaluación de los mismos. Asimismo, se incluyen los valores esperados en cada caso y los finalmente obtenidos.

Tabla resumen (a incluir obligatoriamente)

Nº	Indicador	Modo de evaluación	Rangos fijados y obtenidos
1	Calificaciones del alumnado participante	Para cada titulación por separado, diferencia entre la calificación media de los ejercicios de programación y notas finales (teoría y prácticas) obtenida por los estudiantes que han participado en la Gymkhana y los que no.	Diferencia esperada: ≤ 0 (bajo), entre 0 y 1 (aceptable), ≥ 1 (bueno) Diferencias obtenidas: +3.1 en GIISOF, +2.4 en GIITIN, +1.2 en EPIG, y +1.0 en EIMEM.
2	Calificaciones del alumnado de cursos anteriores	Para cada titulación por separado, diferencia entre la calificación media de las notas finales (teoría y prácticas) obtenida por los estudiantes de la asignatura del curso actual y de cursos anteriores.	Diferencia esperada: ≤ 0 (bajo), entre 0 y 1 (aceptable), ≥ 1 (bueno) Diferencias obtenidas: +0.9 en GIISOF, +0.1 en GIITIN, +1.7 en EPIG, y -0.8 en EIMEM.



Nº	Indicador	Modo de evaluación	Rangos fijados y obtenidos
3	Grado de participación del alumnado	Para cada titulación por separado, porcentaje de alumnos que han participado voluntariamente en la Gymkhana de programación.	Porcentaje esperado: $\leq 40\%$ (bajo), entre 40% y 60% (aceptable), $\geq 60\%$ (bueno) Porcentajes obtenidos: 90.38% en GIISOF, 50% en GIITIN, 40% en EPIG, y 75% en EIMEM.
4	Grado de satisfacción del alumnado participante	Para cada titulación por separado, valoración del impacto de la Gymkhana en las habilidades de programación de los alumnos obtenida mediante una encuesta anónima, utilizando una escala de Likert de 5 puntos.	Valoración esperada: ≤ 2 (bajo), entre 2 y 4 (aceptable), ≥ 4 (bueno) Valoraciones obtenidas: 3.39 en GIISOF, 3.18 en GIITIN, 2.89 en EPIG, y 3.67 en EIMEM.

3.3.2 Observaciones más importantes sobre la experiencia relacionando los resultados con los objetivos del proyecto evitando afirmaciones que no estén fundamentadas en lo realizado, redundancias o reiteraciones.

El equipo de profesores de este proyecto ha desarrollado nuevo material docente, con una batería de 57 ejercicios de programación en Python, divididos en cuatro bloques temáticos, disponibles tanto en inglés como en español, e implementados en un sistema de Gymkhana que es accesible a través de una simple conexión a Internet. La actividad se ha llevado a cabo en seis titulaciones (cinco grados y un máster), incluyendo grupos bilingües, impartidas en tres centros de la Universidad de Oviedo. Las ampliaciones incorporadas con respecto al PINN-18-A-010 incluyen mejoras en términos de usabilidad, para facilitar a los estudiantes el acceso al sistema y el uso del mismo, así como cuestiones clave de seguridad y privacidad para evitar posibles ataques al servidor del Departamento de Informática en el que se ha implementado. Además, se ha ampliado el número de ejercicios, pasando de 40 a 57, y se han incorporado mejoras en los existentes, no solamente en términos de enunciado sino también en el modo de evaluar las posibles soluciones.

El trabajo realizado ha sido posible gracias a la colaboración de todos los profesores participantes, entre los que se incluyen siete profesores del Departamento de Informática de la Universidad de Oviedo, de dos áreas de conocimiento diferentes, y un colaborador externo que es profesor de la UPM. Todos ellos han participado activamente en el desarrollo y puesta en marcha de este proyecto, contribuyendo no solamente en el desarrollo de material sino también en fomentar la participación del alumnado en la misma, resolviendo diferentes problemas o dudas que pudieran surgir.

Con respecto a la valoración de los indicadores analizados, cabe destacar que se han alcanzado los resultados esperados a nivel global. En este sentido, se ha conseguido una alta participación del alumnado del Grado en Ingeniería Informática del Software, Grado en Ingeniería en Tecnologías Mineras y Máster Universitario en Ingeniería de Minas; con



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

una tasa de participación aceptable en las otras tres titulaciones. Además, en todas las titulaciones se han observado diferencias positivas entre los estudiantes que han participado en la Gymkhana con respecto a los que no, destacando las titulaciones afines, Grado en Ingeniería del Software y Grado en Ingeniería Informática en Tecnologías de la Información, con unas diferencias de +3.1 y de +2.4, respectivamente; con resultados similares en torno a +1 punto en el caso de las titulaciones no afines. En relación a las diferencias entre los alumnos del curso actual (2019/2020) y los del curso anterior (2018/2019), hay resultados tanto resultados positivos como negativos; sin embargo, en este indicador entran en juego diversos factores que dificultan un análisis de los resultados, y que están fuera del alcance del proyecto.

Finalmente, cabe mencionar que la opinión generalizada por parte de los alumnos fue positiva, especialmente entre aquellos que resolvieron un mayor número de ejercicios; obteniendo en todas las titulaciones valoraciones aceptables, es decir, entre 2 y 4 en una escala de Likert de 5 puntos. Los comentarios proporcionados en las encuestas anónimas sugieren, además, que todavía hay margen de mejora en la actividad propuesta. Algunos de los aspectos que cabe destacar hacen referencia a la claridad en los enunciados, para acotar aún más las posibles respuestas, y a la evaluación de las mismas. Otros de sus comentarios están relacionados con la dinámica en sí, con sugerencias tales como incluir la opción de saltar algún ejercicio que no son capaces de resolver, para así poder avanzar en el resto y evitar quedarse “atascados”. Todos estos comentarios serán tenidos en cuenta por el equipo docente para su posible puesta en marcha el próximo curso.

3.3.3 Información online, publicaciones o materiales en abierto, derivados de los resultados del proyecto (se valorará especialmente que se proporcionen los enlaces a los mismos)

El sistema implementado para la Gymkhana, que incluye 57 ejercicios en Python divididos en cuatro bloques temáticos, se encuentra disponible en un servidor del Departamento de Informática (ver Figura 6). Además, el código fuente del sistema está disponible en GitHub (<https://github.com/>), una plataforma que proporciona alojamiento para el control de versiones de desarrollo de software. El resto de material desarrollado, que incluye básicamente las instrucciones de acceso al servidor y la descripción de la actividad en cuanto a su dinámica y evaluación, están disponibles en el Campus Virtual de la asignatura de Fundamentos de Informática, en todas las titulaciones involucradas.



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

```
*****
**                               EJERCICIO 38 - Intentos: 0                               **
*****

(Escribe exit para salir del programa)

Escribe el valor de la siguiente expresión: 2 < 10 and 3 >= 7

Respuesta: False

iCorrecto! ¡Bien hecho!
Cargando la siguiente pregunta en 5...4...3...2...1...0...

*****
**                               EJERCICIO 39 - Intentos: 0                               **
*****

(Escribe exit para salir del programa)

Escribe el valor de la siguiente expresión: 3 < 0 or 3 > 3

Respuesta: True

Lo sentimos, tu respuesta no es correcta.
Pulsa la tecla Intro para cargar de nuevo la pregunta.
```

Figura 6. Ejemplo de ejercicio propuesto en el sistema implementado para la Gymkhana, accesible desde cualquier ordenador con conexión a Internet.

Está previsto preparar un artículo con el trabajo realizado en este proyecto, junto con un análisis exhaustivo de los resultados, para enviar al *12th anual International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN'20)*, un congreso internacional del ámbito de la Innovación Docente con revisión por pares e indexado en *Web of Science – Conference Proceedings Citation Index*. Cabe destacar que la fecha límite para el envío de resúmenes es el próximo 12 de marzo de 2020, y que la celebración del congreso tendrá lugar en Palma de Mallorca, del 6 al 8 de julio de 2020.

3.4 Conclusiones, discusión y valoración global del proyecto.

Se destacarán los puntos fuertes y débiles del proyecto contrastándolas con los resultados de otros estudios referenciados en el apartado 3.1 sin reiterar los datos ya comentados en otros apartados.

Los objetivos marcados en este proyecto, detallados en la Sección 1 de esta memoria, se han alcanzado con un alto grado de consecución. En particular, los resultados obtenidos indican que las habilidades de programación de los estudiantes han mejorado significativamente, y ello a través del fomento del autoaprendizaje de los mismos. A continuación, se detallan las conclusiones extraídas:

- El grado de participación de los alumnos ha sido muy alto en el Grado en Ingeniería Informática del Software, una de las dos titulaciones afines involucradas en el proyecto, con un porcentaje por encima del 90%. Cabe destacar también la alta participación en dos de las cuatro titulaciones no afines, Grado en Ingeniería de Tecnologías Mineras y el Máster Universitario en Ingeniería de Minas, con un 75%; obteniendo porcentajes aceptables en el resto



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

de titulaciones. En base a la experiencia del profesorado en cursos anteriores, el alumnado de esta asignatura en titulaciones no afines se caracteriza por una baja motivación o interés por la misma, problema en cuya solución parece no haber contribuido ni la gamificación ni la nueva herramienta docente desarrollada en este proyecto en el caso del Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales y el Grado en Ingeniería de Organización Industrial, con el porcentaje de participación más bajo de todas las titulaciones.

- El impacto de la Gymkhana en las habilidades de programación de los participantes es notable, tal y como refleja la comparativa de sus notas con respecto a las de los estudiantes que han decidido no participar en esta actividad voluntaria. En este sentido cabe destacar que se han obtenido diferencias mucho más altas de lo esperado en el caso de las titulaciones afines, Grado en Ingeniería Informática del Software y Grado en Ingeniería Informática en Tecnologías de la Información, con unas diferencias de +3.1 y +2.4 puntos, respectivamente. En el caso de las titulaciones no afines, las diferencias observadas también han sido positivas, aunque con valores más próximos a los esperados, entre +1.0 y +1.2 puntos.
- Los estudiantes que han participado en la Gymkhana opinan que la actividad ha sido positiva para la adquisición y mejora de las habilidades de programación en Python, otorgando una valoración objetiva en el rango considerado como aceptable. Pese a que las valoraciones recibidas no han alcanzado en promedio los 4 puntos en la escala Likert, de un total de 5, han sido en general muy positivas entre aquellos alumnos que han resuelto un mayor número de ejercicios.
- El material docente desarrollado, que incluye el sistema de la Gymkhana implementado en un servidor del Departamento de Informática y un total de 57 ejercicios de programación en Python, ha demostrado ser útil tal y como reflejan las calificaciones de los alumnos participantes. En este sentido hay todavía margen de mejora, en cuanto al planteamiento y evaluación de algunos ejercicios, tal y como han indicado los participantes en la encuesta realizada.

Con respecto a la contribución de este proyecto al Plan Estratégico 2018-2022 de la Universidad de Oviedo, se han integrado alternativas a los métodos educativos empleados en la asignatura de Fundamentos de Informática, mediante una versión mejorada y ampliada de una herramienta digital utilizada en el curso 2018/2019, programada por los miembros del equipo docente y puesta en marcha en nuevas titulaciones y escuelas. Además, la participación de los estudiantes ha sido alta en la mayoría de titulaciones, lo que permitió extraer conclusiones adecuadas; y los participantes han mostrado un alto grado de interés. Finalmente, se ha potenciado la



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

participación de profesores del Departamento de Informática en una acción educativa con resultados claros.

4 Bibliografía

La inclusión de la bibliografía de referencia utilizada para la elaboración del proyecto es obligada. Las citas bibliográficas deberán extraerse de los documentos originales indicando siempre la página inicial y final del trabajo del cual proceden, a excepción de obras completas. No debe incluirse bibliografía no citada en el texto. Su número ha de ser ajustado, y se presentarán alfabéticamente por el apellido primero del autor (agregando el segundo sólo en caso de que el primero sea de uso muy común). Se valorará la correcta citación conforme a normativas estandarizadas tipo APA o similares, también se valorará positivamente que haya referencias no sólo a trabajos nacionales, sino también internacionales.

Colomina, O., Compañ, P., Satorre, R., Aznar, F., Suau, P., & Rizo, R. (2004). Aprendiendo mediante juegos: Experiencia de una competición de juegos inteligentes. *X Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática* (pp. 513-151).

Gómez Martín, P. P., & Gómez Martín, M. A. (2017). ¡Acepta el Reto!: Juez Online para Docencia en Español. *Actas de las XXIII Jornadas sobre Enseñanza Universitaria de la Informática* (pp. 77-84).

Kurnia, A., Lim, A., & Cheang, B. (2001). Online judge. *Computers & Education*, 36(4), 299-315.

Petit, J., Giménez, O., & Roura, S. (2012). Judge. org: an educational programming judge. *Proceedings of the 43rd ACM technical symposium on Computer Science Education* (pp. 445-450).

Remeseiro, B., Díaz-Honrubia, A.J., Cebrián-Márquez, G., Rico, N., Villar, J.R. (2019). Reinforcement of Python learning through a programming Gymkhana. *Proceedings of the 11th annual International Conference on Education and New Learning Technologies, EDULEARN'19* (pp. 1241-1246).