

Experiencia de aprendizaje-servicio en una asignatura de programación del Grado en Ingeniería Informática

Rafael Herrero-Álvarez, Coromoto León, Israel López-Plata, Gara Miranda
Departamento de Ingeniería Informática y de Sistemas
Universidad de La Laguna
38270 San Cristóbal de La Laguna
rherrero@ull.edu.es, cleon@ull.edu.es, ilopezpl@ull.edu.es,
gmiranda@ull.edu.es

Resumen

En este trabajo se presenta una actividad de aprendizaje-servicio para una asignatura del Grado en Ingeniería Informática en la que se estudian lenguajes y paradigmas de programación. La actividad, de carácter voluntario, consiste en diseñar y ejecutar un ejercicio que permita promocionar entre los jóvenes las Ciencias de la Computación mediante el desarrollo del Pensamiento Computacional, concretamente entre estudiantes no universitarios de las etapas de primaria y secundaria. Para primaria los ejercicios han de ser desenchufados, esto es, sin computadoras y utilizando material tangible de cualquier tipo. Mientras que para secundaria los ejercicios han de ser enchufados, es decir, usando un dispositivo electrónico, y se deben proponer retos que los participantes han de superar utilizando conceptos de programación. La ejecución de los ejercicios se lleva a cabo durante la celebración de la Olimpiada de Pensamiento Computacional, evento que se organiza anualmente en la Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología de la Universidad de La Laguna. Además, las propuestas de ejercicios se presentan a los compañeros del Grado en un simposio organizado al efecto en el Congreso de Estudiantes de Ingeniería Informática de la institución. El total de los estudiantes que realizaron la actividad durante el presente curso académico obtuvo una calificación superior a cinco puntos sobre diez. Otorgando una valoración general a la misma de un 4,33 sobre 5,0.

Abstract

This paper presents a service-learning activity for a subject of the Degree in Computer Engineering, in which programming languages and paradigms are studied. The activity, of a voluntary nature, consists of designing and executing an exercise that allows promoting Computer Science among young people through

the development of Computational Thinking, specifically among non-university students in primary and secondary stages. For primary, the exercises must be unplugged, that is, without computers and using any kind of tangible material. While for secondary the exercises have to be plugged in, that is, using an electronic device and they must propose challenges that participants have to overcome using programming concepts. The execution of the exercises is carried out during the celebration of the Computational Thinking Olympiad, an event that is organized annually at the Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología of Universidad de La Laguna. In addition, the proposed exercises are presented to classmates in a symposium organized for this purpose at the Computer Engineering Student Congress of the institution. The total number of students who carried out the activity during this academic year obtained a grade of more than five points of ten. Giving a general assessment to it of 4,33 out of 5,0.

Palabras clave

Aprendizaje-Servicio, Ciencias de la Computación, Pensamiento Computacional, Lenguajes de Programación, Paradigmas de Programación

1. Introducción

La metodología de Aprendizaje-Servicio (ApS) se define como un conjunto de experiencias desarrolladas por un grupo particular de jóvenes o adultos, en el contexto de instituciones educativas o de organizaciones sociales, que generan una propuesta pedagógica mediante una intervención social [13], demostrando un efecto positivo en las concepciones pedagógicas, el diseño y puesta en acción de la programación didáctica, además del desarrollo profesional del profesorado [9], presentándose como una oportunidad para involucrar a

los estudiantes de Grado en proyectos que aborden la problemática de la falta de interés de los jóvenes por las Ciencias de la Computación. Estas no resultan atractivas, especialmente para las mujeres, que ven estos estudios con un menor interés que los hombres, debido, principalmente, a los estereotipos de género, los cuáles se empiezan a crear en los estudios de primaria, pero se llegan a afianzar en la secundaria cuando las mujeres ya han tomado la decisión de no realizar estudios relacionados con la Informática u otras ingenierías [6, 8].

En este sentido, a través de programas o prácticas de ApS, es posible desarrollar propuestas pedagógicas que conecten el ámbito universitario con el resto del mundo, incluyendo los estudios no universitarios, y que promuevan la inclusión de las Ciencias de la Computación en los currículos educativos. Así, se busca no solo favorecer la empleabilidad y el desarrollo económico, sino también promover un mayor interés en las carreras científicas y tecnológicas, desarrollar habilidades del siglo XXI y abordar desigualdades relacionadas con el salario y el género [7].

Una manera en la que se puede abordar la falta de interés de los jóvenes sobre las Ciencias de la Computación es a través del Pensamiento Computacional [4], una habilidad de pensamiento relacionada con la formulación de problemas y sus soluciones, representándolas de manera que puedan ser llevadas a cabo por un agente de procesamiento de la información [15]. Esta habilidad la desarrollan aquellos que, inherentemente, se dedican a la programación informática, pero es posible desarrollarla en cualquier otro contexto, como es el caso de los estudios preuniversitarios, ayudando a que las personas entiendan y comprendan los fundamentos de las Ciencias de la Computación, formándolos para la era tecnológica [12]. El entrenamiento de estas habilidades puede llevarse a cabo a través de actividades desenchufadas, donde se trabaja únicamente con elementos tangibles como papel y bolígrafo, lo cual supone una oportunidad para desarrollar, entre otros, la creatividad [14], o enchufadas, con las cuales es indispensable el uso de dispositivos electrónicos, tales como tabletas u ordenadores, y donde se ha visto un crecimiento grande en los últimos años de aplicaciones con temas de programación, puzzles y desafíos [10].

En este trabajo se recoge la descripción de una actividad de ApS en una asignatura del Grado en Ingeniería Informática, así como los resultados obtenidos tras su realización en el curso académico 2022/2023. El objetivo de la actividad, a la que denominamos “Práctica Bono” por su carácter opcional, es acercar el mundo universitario y las Ciencias de la Computación a los estudiantes de primaria y secundaria mediante la celebración de un evento denominado Olimpiada de Pensamiento Computacional, el cual se organiza en la Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología de la Univer-

sidad de La Laguna cada 3 de diciembre desde 2018, para conmemorar la implantación en la institución de los estudios de Ingeniería Informática en el año 1990. Su objetivo principal es promover entre los estudiantes no universitarios las Ciencias de la Computación, así como mejorar la percepción que tienen sobre ellas, a través de diferentes actividades y ejercicios en los que se trabaja el Pensamiento Computacional, todo ello en un acto solidario. Supone un punto de conexión entre los estudiantes universitarios y no universitarios, tanto de la educación primaria como secundaria, sirviendo, en este caso, para revertir el aprendizaje de los estudiantes universitarios en la sociedad, de manera que el compromiso que tienen en la organización y ejecución de las actividades es ApS.

El resto del trabajo se organiza de la siguiente manera: la metodología que se ha seguido se presenta en el apartado 2, los resultados de su aplicación se recogen en el apartado 3, y las conclusiones y líneas futuras en el apartado 4.

2. Metodología

La metodología ApS se concreta en la denominada “Práctica Bono”. Esta se propone en el marco de la asignatura Lenguajes y Paradigmas de Programación que se imparte en el tercer curso del grado en Ingeniería Informática de nuestra institución académica [3, 11]. Los contenidos de la asignatura se centran en la programación procedimental, orientada a objetos y funcional. El temario comienza con la programación imperativa y estructurada, en el que los estudiantes trabajan las sentencias de asignación, los condicionales y las estructuras de control. Seguidamente se introducen los conceptos de abstracción y encapsulamiento de la programación orientada a objetos, trabajando con clases, objetos y polimorfismo. Por último, se introducen los paradigmas de programación declarativa y funcional. Es por ello que se espera que en este momento los estudiantes hayan desarrollado las habilidades de Pensamiento Computacional, de tal manera que sean capaces de diseñar actividades enfocadas a estudiantes de las etapas de primaria y secundaria en las que se introduzcan conceptos de la programación informática.

Para llevar a cabo la “Práctica Bono”, en primer lugar se informa a los estudiantes de la existencia de la misma, así como de su carácter voluntario y de la posibilidad de cambiar la calificación que se obtenga en ella por la calificación que se obtenga en otra de las prácticas no estructurales de la asignatura. A través de una consulta en el aula virtual, se propone a los estudiantes que formen equipos de un máximo de tres personas. Cada equipo ha de elegir un concepto de entre los cinco siguientes: secuencias, bucles, condicionales, variables y funciones. Se dispusieron un total de vein-

te grupos, cuatro para cada concepto, pudiendo elegir si querían realizarla de manera desenchufada o enchufada. Las actividades desenchufadas se orientaron a la educación primaria, ya que se ha demostrado que resulta en una manera eficaz por la que mejorar y entrenar las habilidades de Pensamiento Computacional [1], mientras que las enchufadas se enfocaron a la educación secundaria.

Los entregables de la “Práctica Bono” consisten en:

1. Un informe escrito de entre tres y cuatro páginas, que contará con: una introducción en la que relacione la actividad con una de las características del Pensamiento Computacional, su adecuación al nivel educativo correspondiente (primaria o secundaria) y una definición divulgativa del concepto elegido. Una segunda sección de metodología que debe explicar los pasos para llevar a cabo el ejercicio propuesto, incluyendo datos relacionados con el material o software necesario, el procedimiento a seguir y la manera en la que se explicaría el concepto elegido. Finalmente, se han de incluir unas breves conclusiones sobre la propuesta y la bibliografía utilizada.
2. Un póster, de 120x80 centímetros, con toda la información necesaria para llevar a cabo el ejercicio propuesto. Este se utilizará como soporte durante la ejecución de la actividad.
3. Una presentación de transparencias para exponer a los compañeros la propuesta realizada. Para la exposición de los trabajos se organiza un simposio moderado por los profesores de la asignatura, y en el que cada grupo de estudiantes presenta a los asistentes su propuesta en un formato de presentaciones inspirado en el método PechaKucha¹, el cual se basa en una presentación de 20 diapositivas que tienen un pase automático de 20 segundos, pero que adaptamos a 10 diapositivas con un pase automático de 30 segundos, haciendo que cada presentación durase un total de 5 minutos.

La evaluación de la “Práctica Bono” se realiza mediante una guía que consta de dos secciones: material y ejecución. En la sección de material se evalúa la originalidad de la propuesta, el formato del informe y del póster, así como la presentación oral. En cuanto a la originalidad, se busca evaluar la capacidad de los estudiantes para presentar ideas innovadoras y claras. El formato del informe y del póster se evalúa en función de su correcto seguimiento de las normas, como el uso de una introducción, metodología, conclusiones y el formato de páginas, imágenes, etc. Por último, la presentación oral se evalúa en función de la claridad y fluidez de la exposición. En la sección de ejecución, se valora la participación en la olimpiada y la realización

del ejercicio propuesto con los jóvenes no universitarios. La práctica se puntúa sobre un total de 10 puntos, siendo 7 de ellos correspondientes a la sección de material y 3 a la sección de ejecución. Los profesores de la asignatura realizan retroalimentación acerca de las propuestas indicando si el enfoque y nivel es adecuado para los jóvenes a los que va dirigida dando la posibilidad de realizar modificaciones.

A la olimpiada asisten diferentes centros educativos de la isla de Tenerife. Los estudiantes se agrupan, en el caso de primaria, en grupos de 5 a 10 estudiantes, mientras que los de secundaria siguen la misma distribución de grupo que tuviesen en el aula. Cada uno de estos equipos realiza los diferentes ejercicios, rotando de uno a otro, y luego se otorga para cada uno de los ejercicios un premio. Un grupo de estudiantes de la asignatura forma el jurado y es el encargado de asignar una puntuación a cada uno de los resultados de los grupos de estudiantes para cada actividad [5].

3. Resultados

En esta sección se describen los resultados de la evaluación de la “Práctica Bono”, presentando en primer lugar el material elaborado por los estudiantes universitarios para llevar a cabo los ejercicios olímpicos y a continuación los resultados de su ejecución.

3.1. Elaboración del material para los ejercicios olímpicos

La “Práctica Bono”, de carácter voluntario, contó con muy buena acogida por parte del alumnado, ya que se inscribieron un total de 50 estudiantes de los 112 matriculados en la asignatura, es decir, un 44,64 % del total. De estos 50 estudiantes la terminaron un total de 49. El cuadro 1 recoge la descripción de la muestra. Esta refleja una participación de un 48,39 % de los hombres matriculados, mientras que esa cifra baja hasta un 26,32 % en el caso de las mujeres.

Mujeres	Hombres
Matriculados en la asignatura	
19	93
TOTAL: 112 estudiantes	
Participantes en la Práctica Bono	
5	45
TOTAL: 50 estudiantes	

Cuadro 1: Descripción de la muestra de estudiantes matriculados en la asignatura y participantes en la Práctica Bono.

¹<https://www.pechakucha.com/about>



Figura 1: Actividad *El desafío del príncipe*.

Se presentaron un total de 16 propuestas para los conceptos de secuencia, bucles, condicionales, variables y funciones:

- Secuencias: se presentaron cuatro propuestas para este concepto, tres desenchufadas y una enchufada. Las propuestas desenchufadas fueron “El Puzzle de Hielo”, donde se debe desplazar un personaje por un circuito hasta llegar a la salida, “El Laberinto del Tesoro”, en el que se utilizan tarjetas con instrucciones para salir de un laberinto y “Cortocircuito”, en el que se deben imitar las poses ilustradas en unas cartas en orden inverso. La propuesta enchufada fue “Laberinto en Scratch”, donde se programa un laberinto para que un personaje pueda salir de él siguiendo una secuencia.
- Bucles: se presentaron cuatro propuestas, dos desenchufadas y dos enchufadas. Una de las actividades desenchufadas fue “Fundamentos de los bucles a partir de un juego de bingo”, en el que se repiten instrucciones para sacar las bolas de un bombo. La otra actividad desenchufada fue “Bucles divertidos”, en la que varios jugadores compiten por conseguir la mejor puntuación realizando varias veces las mismas instrucciones utilizando un dado y anotando los números en una hoja. Las dos actividades enchufadas fueron “El desafío del príncipe”, desarrollado utilizando HTML, CSS, Javascript y el framework NextJS, y en el que el personaje de un príncipe debe llegar hasta un castillo utilizando únicamente bucles, tanto de tipo *for* como *while*, como se muestra en la figura 1, y “Loop-oop”, desarrollada en Scratch donde un jugador de baloncesto debe encestar una cantidad determinada de pelotas o hasta que se cumpla una condición.
- Condicionales: se presentaron tres propuestas, dos de ellas desenchufadas y una enchufada. La

primera actividad desenchufada se llama “Colores Locos”, en la que los participantes deben intercambiar objetos de diferentes colores según unas condiciones. La segunda actividad desenchufada se llama “Shoot Pong”, en la que se intenta conseguir la mayor puntuación encestando una pelota de ping-pong en vasos de plástico de colores. Por último, la actividad enchufada se llama “Conditional Adventure”, un videojuego desarrollado con Microsoft MakeCode Arcade², inspirado en los escape rooms, donde se programa un personaje para conseguir abrir un cofre con una llave.

- Variables: se presentaron dos propuestas, una desenchufada y otra enchufada. La actividad desenchufada se llamó “Buscando entre cajas encontramos la informática”, donde se usan cajas y cartas que representan frutas. La actividad enchufada se llamó “Cheaty Bananas”, un videojuego desarrollado usando Unreal Engine en el que el protagonista debe vencer a un enemigo utilizando un barril que dispara plátanos modificando diferentes variables.
- Funciones: se presentaron tres propuestas desenchufadas: “El arte a través de funciones”, donde se crea una imagen estilo *pixel art* utilizando fundas de plástico y pegatinas de colores, “Ordenando a Nemo”, enfocada en el algoritmo de ordenamiento por burbuja y donde los estudiantes representan los números, intercambiándose y ordenándose entre ellos, y “Modelando funciones” en la que se utilizan plastilinas para crear diferentes figuras, donde cada participante debe realizar una parte distinta.

Las propuestas se evaluaron de manera grupal, por lo que las calificaciones obtenidas eran iguales para todos los participantes del mismo grupo. El 100 % de los participantes superaron la práctica, es decir, obtuvieron una calificación superior a 5 sobre 10. Como se puede observar en la figura 2 la calificación más baja obtenida por los hombres fue de 5,0, mientras que por las mujeres fue de 8,0. En cuanto a la media, las mujeres obtuvieron mejor puntuación, con un 9,0 sobre 10, que los hombres, los cuales obtuvieron un 8,5.

3.2. Ejecución de los ejercicios olímpicos

En el curso académico 2022/2023 los estudiantes que participaron en la “Práctica Bono” se encargaron de diseñar las actividades y realizarlas con los grupos de jóvenes no universitarios que asistieron. De los 49 estudiantes que la finalizaron, acudieron a la olimpiada un total de 44 (al menos 2 por cada grupo). Se llevaron a cabo un total de 14 actividades de las 16 propuestas.

²<https://arcade.makecode.com/>

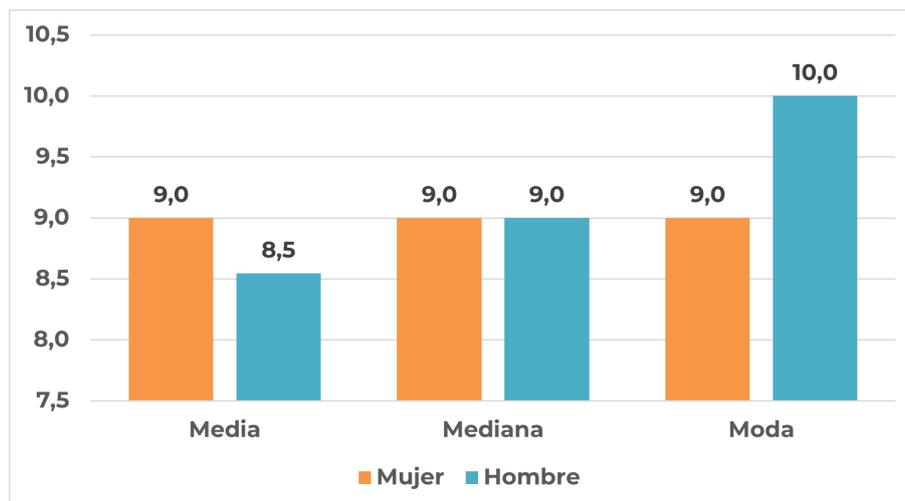


Figura 2: Puntuaciones obtenidas en la Práctica Bono.

Los participantes de los 2 grupos que no llevaron a cabo la práctica formaron el jurado encargado de elegir al mejor grupo de cada actividad.

En esta edición de la olimpiada asistieron un total de 172 jóvenes de 5 centros educativos de la isla de Tenerife, 3 de primaria y 2 de secundaria. Los grupos de alumnado preuniversitario estuvieron acompañados en todo momento por docentes del centro educativo del que provenían. Para primaria se plantearon 2 circuitos de actividades con 5 actividades cada uno, relacionados con los 5 conceptos de programación, formando un total de 10 grupos, mientras que para secundaria se realizaron 4 actividades, una para cada concepto de secuencias, bucles, condicionales y variables.

En el caso de primaria, las actividades del itinerario 1 fueron “El Puzzle de Hielo”, “Fundamentos de los bucles a partir de un juego de bingo”, “Colores locos”, “Buscando entre cajas encontramos la informática” y “El arte a través de funciones”. En el itinerario 2 para primaria se dispusieron las propuestas “Cortocircuito”, “Bucles divertidos”, “Shoot Pong” (véase la figura 4), “Modelando funciones” (adaptándola al concepto de variable en lugar de función) y “Ordenando a Nemo”. En el caso de secundaria se llevó a cabo “Laberinto en Scratch”, “El desafío del príncipe”, “Conditional Adventure” y “Cheaty Bananas” (véase la figura 3).

En el caso de primaria, cada uno de los grupos rotaba cada 30 minutos, pasando de una actividad a otra, en diferentes puestos colocados a lo largo del vestíbulo del edificio la Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología, mientras que en secundaria rotaban cada 40 minutos por diferentes salas del Centro de Cálculo. Nótese que al celebrarse en el día de los estudios de informática, este es festivo, y no hay clase por lo que pueden utilizarse las instalaciones.

3.3. Valoración de la “Práctica Bono”

Con el objetivo de conocer la valoración que hacen los estudiantes universitarios de la “Práctica Bono”, una vez finalizado el cuatrimestre, se dispuso de una encuesta anónima y voluntaria en el aula virtual de la asignatura con ocho preguntas. Las cinco primeras, en una escala de Likert de 1 a 5, consistieron en:

- P1 ¿Cómo valorarías la “Práctica Bono” en general?
- P2 ¿Qué tan claros fueron los objetivos de la “Práctica Bono”?
- P3 ¿Qué tan organizada te pareció la “Práctica Bono”?
- P4 ¿Qué tan adecuadas te parecieron las sesiones de clase y las tareas de la “Práctica Bono”?
- P5 ¿Recomendarías la realización de la “Práctica Bono” a estudiantes que no hayan cursado la asignatura?

Los enunciados de las tres últimas preguntas, de respuesta abierta, son:

- P6 ¿Qué te gustó de la “Práctica Bono”?
- P7 ¿Qué no te gustó de la “Práctica Bono”?
- P8 ¿Hay algo más que te gustaría compartir sobre la “Práctica Bono”?

También se les preguntó si eran mujeres u hombres. En total contestaron 24 estudiantes, de los cuáles 2 eran mujeres y 22 hombres, esto es, el 49% de los participantes en la “Práctica Bono”. Con el fin de comprobar la fiabilidad de las muestras recogidas, se realizó un análisis del Alfa de Cronbach [2], donde el valor obtenido ha sido de $\alpha = 0,6791$.

La figura 5 recoge las puntuaciones medias obtenidas en un formato de gráfico de barras para cada una de las cinco preguntas de la escala Likert, según el género

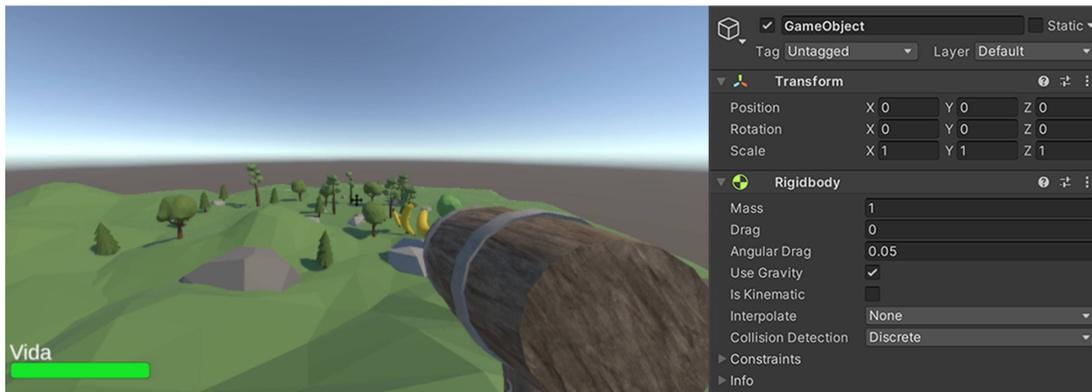


Figura 3: Actividad *Cheaty Bananas*.

de los estudiantes. Como se puede observar, la valoración es altamente positiva, siendo la media más baja obtenida de 3,83 en la cuarta pregunta. En el resto de las preguntas se ha obtenido un 4,33 en el caso de la primera, un 4,25 en la segunda, un 4,42 en la tercera y un 4,54 en la quinta. Destaca también la nota media de las mujeres, la cual es inferior a la de los hombres en todas las preguntas.

Respecto a las preguntas abiertas, en la relacionada con lo que más les gustó, en general indican: la jornada que pasaron con los jóvenes alumnos preuniversitarios en la olimpiada, la posibilidad de cambiar la calificación por la obtenida en otra práctica de la asignatura y la experiencia de una práctica diferente. En cuanto a que no les gustó, expresan: diferentes problemas relacionados con la generación de los entregables, especialmente por el uso de plantillas, y consideran que les consume más tiempo que el que emplean en una práctica normal. Por último, en cuanto a si quieren compartir con los docentes algo más sobre la práctica, destacan: la libertad que han tenido para elaborar la práctica y el contacto positivo con los estudiantes de primaria al tener que explicar los conceptos de programación y co-



Figura 4: Actividad *Shoot Pong* realizada en la V Olimpiada de Pensamiento Computacional.

mo en seguida se comprometían con la realización de las actividades.

4. Conclusiones

Con la metodología de aprendizaje-servicio se busca que los estudiantes aprendan a la vez que realizan un servicio a la comunidad. Es por ello que este trabajo resulta en una propuesta novedosa y llamativa, que implica un punto de conexión entre los estudiantes universitarios y no universitarios, a través de la realización de una olimpiada.

El principal objetivo de este trabajo es el de la aplicación del aprendizaje-servicio dentro del Grado en Ingeniería Informática, enfocando la actividad en tres aspectos clave:

- Se involucran activamente a niños y niñas, adolescentes, jóvenes, e incluso adultos, supervisados por educadores formales o informales.
- Es una iniciativa solidaria que pretende abordar una necesidad real de la comunidad relacionada a la falta de conocimiento en las Ciencias de la Computación, lo que es una de las causas que generan rechazo entre los jóvenes.
- Se trata un aprendizaje planificado con un enfoque solidario, ya que se une explícitamente con el aprendizaje de los contenidos curriculares.

La participación de los estudiantes universitarios ha sido completa, no solo por haber diseñado las actividades, si no también durante la organización de la olimpiada y la realización de las mismas, haciendo que se promueva el trabajo en equipo y colaborativo, y se desarrollen habilidades como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, el liderazgo, la toma de decisiones, la comunicación y la colaboración. Además, los resultados de la valoración realizada demuestran que consideran esta iniciativa como una experiencia muy

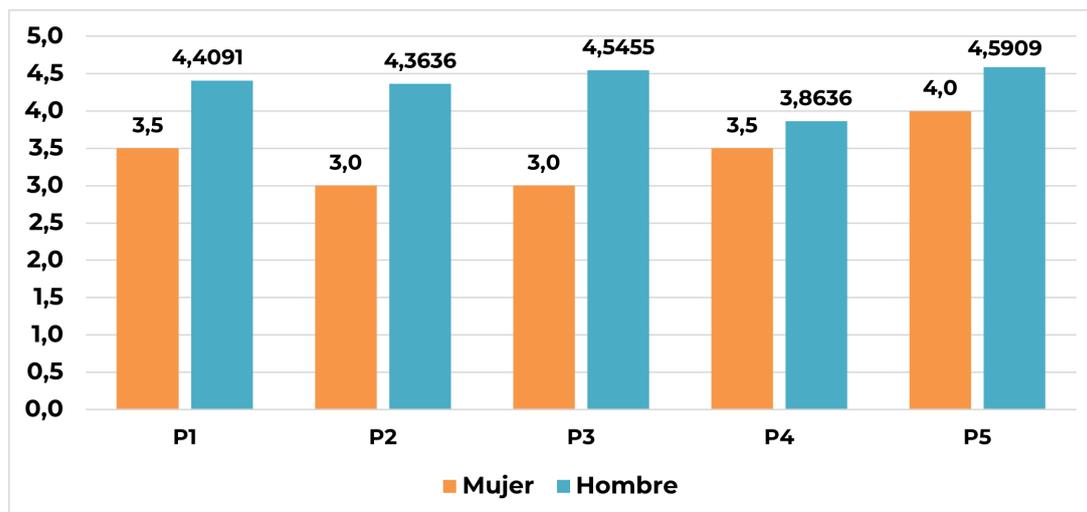


Figura 5: Puntuaciones medias obtenidas en la valoración de la Práctica Bono según el género.

positiva, por ser algo diferente y por la libertad que han tenido para explicar conceptos que podrían resultar complicados para los estudiantes no universitarios.

La valoración de los docentes responsables también resulta positiva, ya que destacan el compromiso que los estudiantes han tenido a lo largo de la práctica, tanto en la realización de los entregables como de la participación el día de la olimpiada, así como de los centros educativos que asistieron.

Como trabajo futuro se plantea la posibilidad de realizar algún tipo de análisis de la experiencia en los estudiantes no universitarios, algo que no ha sido posible en ediciones anteriores por cuestiones de organización. Además, también se planteará la posibilidad de mejorar el proceso de creación de los entregables, ya que este ha sido un aspecto negativo tanto para los docentes como para los estudiantes, dado que se intentó en todo momento mantener la misma estructura para las 16 propuestas.

Agradecimientos

El trabajo de Rafael Herrero-Álvarez ha sido financiado con la ayuda del programa predoctoral de formación del personal investigador dentro de programas oficiales de doctorado en Canarias, cofinanciadas con el Fondo Social Europeo con el expediente número TESIS2021010058.

La organización y el material necesario para las actividades se han financiado parcialmente con el proyecto “Piensa ComputacionULLmente: Programa educativo para el fomento del pensamiento computacional a través de la realización de actividades que permitan su desarrollo y su inclusión en el currículo”

(REF A22120132) del Cabildo Insular de Tenerife y la Fundación General de la Universidad de La Laguna.

Este trabajo se ha financiado parcialmente con el proyecto “El pensamiento computacional en el sistema educativo canario: diagnóstico y hoja de ruta para su incorporación en el currículo” (2020EDU01) de la Fundación LaCaixa-Cajacanarias.

Además, también se agradece la colaboración del Aula Cultural de Pensamiento Computacional de la Universidad de La Laguna y de la Unidad de Cultura Científica y de la Innovación (Cienci@ULL) de la Fundación General de la Universidad de La Laguna.

Referencias

- [1] Christian Brackmann, Marcos Román-González, Gregorio Robles, Jesús Moreno-León, Ana Casali, y Dante Barone. Development of computational thinking skills through unplugged activities in primary school. *Proceedings of the 12th Workshop on primary and secondary computing education*, pp. 65–72, Nov 8, 2017.
- [2] Lee J. Cronbach. Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3):297–334, Sep 1951.
- [3] Rafael Herrero-Álvarez, Coromoto León, Israel López-Plata, y Luz Marina Moreno. Propuesta de actividades y guías de evaluación para estudiar paradigmas de programación. En *Avances en Tecnologías, Innovación y Desafíos de la Educación Superior (ATIDES 2022)*, pp. 237–252, 2022.
- [4] Rafael Herrero-Álvarez, Coromoto León, Gara Miranda Valladares, y Eduardo Segredo. Propuesta de actividades para el desarrollo del

- pensamiento computacional en estudios pre-universitarios. En *XI Congreso Iberoamericano de Docencia Universitaria (CIDU 2020)*, 2021.
- [5] Rafael Herrero-Álvarez, Coromoto León, Gara Miranda Valladares, y Eduardo Segredo. Computational thinking olympiad as an example of service-learning. En *EDULEARN 22 - 14th International Conference on Education and New Learning Technologies*. International Academy of Technology, Education and Development (IA-TED), 2022.
- [6] Rafael Herrero-Álvarez, Gara Miranda, Coromoto León, y Eduardo Segredo. Engaging primary and secondary school students in computer science through computational thinking training. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing*, 11(1):56–69, 2023.
- [7] Ignacio Jara, Pedro Hepp, Jaime Rodríguez, y Magdalena Claro. Políticas y prácticas para la enseñanza de las ciencias de la computación en américa latina. Technical report, Microsoft, 2019.
- [8] Allison Master, Andrew N. Meltzoff, y Sapna Cheryan. Gender stereotypes about interests start early and cause gender disparities in computer science and engineering. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(48), 2021.
- [9] Domingo Mayor Paredes y Dolores Rodríguez Martínez. Aprendizaje-servicio y práctica docente: una relación para el cambio educativo. *Revista investigación educativa*, 34(2):535, May 26, 2016.
- [10] Stamatis Papadakis. The impact of coding apps to support young children in computational thinking and computational fluency. a literature review. *Frontiers in education (Lausanne)*, 6, Jun 10, 2021.
- [11] Casiano Rodríguez-León, Coromoto León, Gara Miranda, Eduardo Segredo, y Carlos Segura. *Prácticas de laboratorio en Ruby para lenguajes y paradigmas de programación*, pp. 548–579. Innovación docente en la educación superior: una recopilación de de experiencias prácticas aplicadas. Vicerrectorado de Calidad Institucional e Innovación Educativa. Universidad de La Laguna, 2013.
- [12] Eduardo Segredo, Gara Miranda, y Coromoto León. Towards the education of the future: Computational thinking as a generative learning mechanism. *Education in the Knowledge Society*, 18(2):33–58, Jul 1, 2017.
- [13] María Nieves Tapia. La propuesta pedagógica del “aprendizaje-servicio”: una perspectiva. *Revista científica TZHOECOEN*, 3(5):23–44, 2010.
- [14] Michael Weigend, Jiří Vaníček, Zsuzsa Pluhár, e Igor Pesek. Computational thinking education through creative unplugged activities. *Olympiads in Informatics*, 13:171–192, Jul 13, 2019.
- [15] Jeannette Wing. Research notebook: Computational thinking—what and why? *thelink.*, 2011.