

Scratch como hilo conductor para fomentar los intereses de STEM y robótica educativas

Pedro Plaza, Elio Sancristobal, German Carro, Manuel Blazquez, Félix García-Loro, Mónica Muñoz, María Jose Albert, Belén Moriñigo y Manuel Castro

Title— Scratch as driver to foster interests for STEM and educational robotics

Abstract— Today, there are a multitude of initiatives that favor the learning of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) and educational robotics (ER). Thanks to the available means, it is very easy to access a wide variety of tools based on programmable hardware. Although there are many options, most of them either require a high economic investment or require a great deal of time for the development of educational activities. Through the results shown in this paper, the great potential of Scratch as a solution for students who are just starting out in the knowledge related to STEM and ER is shown. To show the usefulness of Scratch a course has been designed, which dedicates three modules to the use of Scratch. The three modules have different levels of difficulty for the students, a basic level of difficulty, another intermediate level of difficulty and a last module with an advanced degree of difficulty.

Index Terms— education, project-based learning, programming, robotics, STEM.

I. INTRODUCCIÓN

ESTE artículo es una extensión del artículo publicado dentro de la conferencia EDUCON 2019 [1]. A lo largo de este artículo se amplía el contenido de la introducción y los antecedentes. También agrega información sobre experiencias previas que motivaron el diseño del curso que contiene el módulo detallado en el documento original. Por último, se ha incluido una comparación entre los resultados obtenidos.

¿Qué es la robótica educativa? Algunas personas definen la robótica educativa como una nueva forma de aprendizaje a través del uso de diferentes dispositivos robóticos y recursos

tecnológicos. Es un recurso pedagógico que, a priori, no tiene límites. Gracias a las posibilidades que ofrecen los cursos de robótica, consiguen desarrollar diferentes habilidades y conocimientos basados en la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas. Todas las actividades que combinan estas cuatro áreas de conocimiento se denominan a menudo actividades STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics). Aunque es posible que no lo sepamos cuando observamos nuestro sistema educativo, las profesiones e industrias de STEM están en auge e impulsan el crecimiento económico.

Cuando el aprendizaje ocurre en el vacío, sin esas conexiones del mundo real, los maestros tienen aún más dificultades para involucrar a los estudiantes e inspirarlos para que se sientan apasionados y motivados. Por lo tanto, como se describe, puede ser aburrido. A pesar de ello, la robótica educativa permite una forma sencilla de desplegar contenidos educativos basados en juegos y diversión para que tanto niños como adultos disfruten durante el proceso de aprendizaje. Los autores en [2] muestran un ejemplo de un taller de robótica educativa en el que adultos realizan un taller introductorio sobre robótica utilizando Scratch, Crumble y Arduino como herramientas educativas. Arduino también puede ser utilizado en cursos relacionados con el Desarrollo Avanzado de Microcontroladores, como se explica en [3].

Scratch es un entorno de programación visual por bloques que permite a los estudiantes programar historias interactivas o videojuegos. Por otro lado, Crumble es una herramienta que combina software de programación visual por bloques con hardware que permite a los alumnos realizar montajes electrónicos de forma sencilla. Arduino es una solución de software y hardware que requiere una mayor habilidad por parte de los estudiantes. Esto se debe a que la programación es textual, y los componentes de hardware utilizados no están destinados a ser utilizados por estudiantes jóvenes. A pesar de esto, Arduino permite que las aplicaciones se implementen sin limitaciones.

Las industrias STEM están prosperando, pero los expertos dicen que nuestros métodos actuales no son adecuados para preparar a los niños de hoy para trabajos futuros. Abordar las percepciones negativas de los temas STEM y traer más ejemplos del mundo real de STEM al aula puede cambiar eso.

II. ANTECEDENTES

Hoy en día hay una gran variedad de iniciativas de aprendizaje que utilizan herramientas de robótica educativa.

P. Plaza, E. Sancristobal, G. Carro, M. Blazquez, F. García-Loro, M. J. Albert, B. Moriñigo y M. Castro están en la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED).

E-mail: pplaza@ieec.uned.es; elio@ieec.uned.es; germancf@ieec.uned.es; manuel.blazquez.merino@gmail.com; fgarcialoro@ieec.uned.es; mjalbert@edu.uned.es; bmorinigo@pas.uned.es; mcastro@ieec.uned.es.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7545-2218>

<https://orcid.org/0000-0003-2102-977X>

<https://orcid.org/0000-0003-2028-5309>

<https://orcid.org/0000-0002-6462-9196>

<https://orcid.org/0000-0001-5445-2377>

<https://orcid.org/0000-0002-1566-952X>

<https://orcid.org/0000-0003-3559-4235>

M. Muñoz está en CAF Signalling, Alcobendas, Spain. E-mail: monidx@gmail.com.

Estas herramientas suelen ser soluciones de hardware programable. Los autores en [4] describen un ejemplo del uso de Arduino en un entorno de proyectos cooperativos para escuelas y empresas en España. Un ejemplo de estas soluciones es LEGO Mindstorm, como se describe en [5]. Otro ejemplo es el uso de robots móviles basados en Arduino [6]. Los autores de [7] nos muestran el uso de robots móviles basados en el controlador Crumble. Por otro lado, el entorno de programación visual Scratch se utiliza para mostrar contenidos educativos relacionados con la informática [8]. Del mismo modo que LEGO, Arduino o Crumble se utilizan para temas relacionados con la robótica educativa, Scratch es también una herramienta que se utiliza en cursos de robótica educativa [9] y talleres [10]. Además, el mismo contenido educativo puede ser impulsado por el uso de Scratch, Crumble y Arduino como se demuestra en [11] y [12].

Normalmente, en el contenido de la robótica educativa, el uso de una metodología de aprendizaje basada en proyectos es muy común como se describe en [13] y [14]. El aprendizaje basado en problemas es una metodología que permite a los estudiantes adquirir conocimientos y habilidades clave en el siglo XXI. Esto se logra a través del desarrollo de proyectos que responden a problemas de la vida real. Es una metodología de aprendizaje activo [15]. Ejemplos del uso de esta metodología pueden encontrarse en publicaciones como [16], [17] o [18].

Scratch fue desarrollado por la División de Educación del MIT (Massachusetts Institute of Technology). La misión del Instituto Tecnológico de Massachusetts es avanzar el conocimiento y educar a los estudiantes en ciencia, tecnología y otras áreas de becas que mejor servirán a la nación y al mundo en el siglo XXI. Se pueden programar historias, juegos y animaciones interactivas con Scratch [19].

Scratch es gratuito, es muy fácil de usar y es perfectamente válido para niños a partir de los 6 años.

Las principales ventajas de Scratch son:

- Lenguaje de programación visual basado en bloques. Esto facilita el acceso a los niños que nunca han programado antes, así como a los niños que no dominan la comprensión de lectura.
- Permite la edición de imágenes y el uso de imágenes predefinidas.
- Tiene un sistema de categorización de comandos. Esto permite a los niños encontrar rápida y fácilmente el comando que necesitan usar en cualquier momento.

Las desventajas de esta herramienta son las siguientes:

- Sólo se pueden utilizar periféricos de ordenador: pantalla, altavoces, micrófono, teclado y ratón.
- No permite la interacción de programas en un ordenador con programas en otro ordenador.

Scratch es una herramienta ampliamente utilizada para mejorar el pensamiento computacional a una edad temprana. Ejemplos claros son las obras detalladas en [20], [21], [22], [23] y [24].

La figura 1 muestra el aspecto del entorno de Scratch. El ejemplo de la imagen es un simple simulador de circuitos eléctricos.

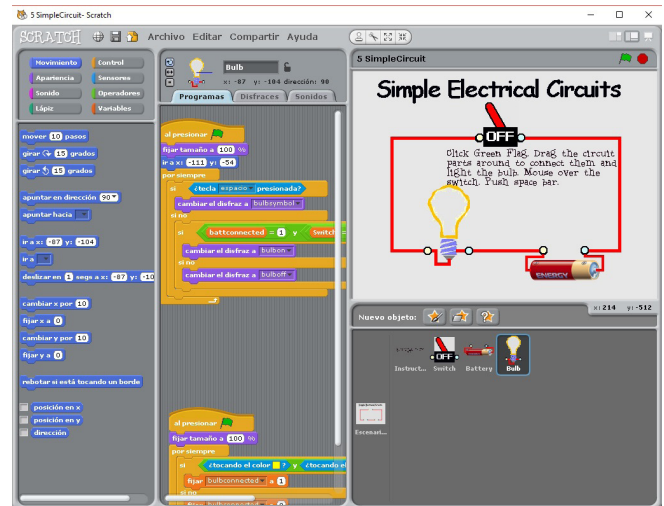


Fig. 1. Entorno Scratch

III. DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO EDUCATIVO

Esta sección describe el contexto de la experiencia educativa desarrollada en este trabajo. También incluye una descripción del contenido educativo que se ha desplegado. Además, se detalla la metodología utilizada, así como los indicadores y métricas utilizadas para analizar el progreso de los estudiantes y evaluar el desarrollo de sus competencias.

El contenido educativo que se describe a lo largo de esta sección es una evolución de una serie de experiencias desarrolladas con las herramientas Scratch, Crumble y Arduino. Estas experiencias se realizaron con el fin de obtener resultados educativos para el desarrollo de una herramienta de robótica educativa para entornos de aprendizaje colaborativo. Para más detalles sobre esta herramienta, consulte las referencias [25] y [26].

A. Cursos y talleres previos al curso de robótica

A lo largo de un año académico se han llevado a cabo una serie de actividades formativas con el objetivo de introducir la robótica educativa. En primer lugar, se realizó un taller en el que los asistentes utilizaron la herramienta de desmenuzamiento. Además, se celebró un curso anual en el que los asistentes utilizaron las herramientas Scratch, Crumble y Arduino. Este curso anual se dividió en tres módulos, donde cada módulo se orientó al uso de cada una de las herramientas mencionadas.

A lo largo del taller se centró en el uso de Crumble y cada equipo trabajó en las siguientes tareas:

1. Montaje de robots,
2. Control de motores,
3. Sensor de seguimiento de línea,
4. Sensor de detección de objetos,
5. y actividades relacionadas con la iluminación con Sparkle.

Para más detalles sobre el contenido del taller y los resultados obtenidos, véase la referencia [7].

La figura 2 muestra un robot basado en Crumble que se utilizó durante el taller.

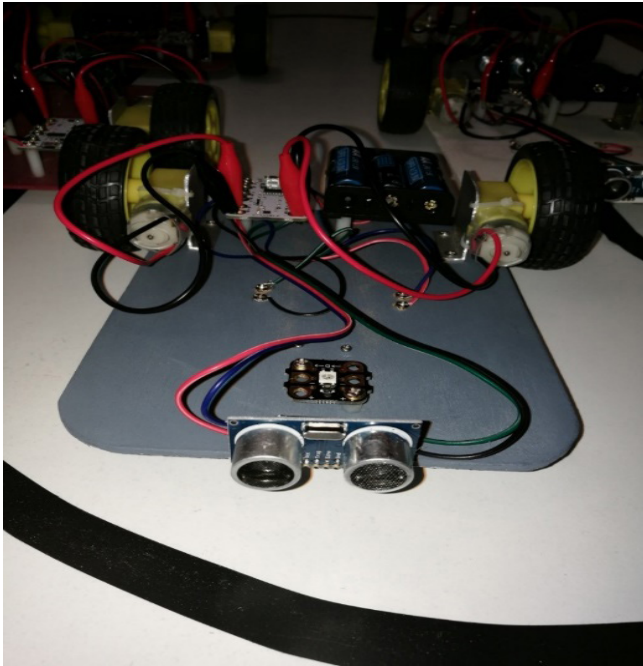


Fig. 2. Robot Crumble

Por otro lado, el objetivo principal del curso anual era introducir la robótica a niños de entre 7 y 15 años. Scratch, Crumble y Arduino fueron elegidos porque son herramientas que ayudan a los estudiantes a desarrollar habilidades como el pensamiento sistémico, el pensamiento programático, el aprendizaje activo, las matemáticas, las ciencias, el juicio y la toma de decisiones. Cada herramienta seleccionada para el curso se utilizó en módulos de forma independiente. Por lo tanto, Scratch se utilizó durante las primeras 8 sesiones. El desmigajado se utilizó en las 8 sesiones siguientes. Finalmente, Arduino fue utilizado durante las últimas 16 sesiones. Los contenidos de las sesiones fueron diseñados para combinar teoría y práctica. La teoría se aplicó durante los primeros 20 minutos de la sesión y el resto del tiempo se dedicó exclusivamente a resolver problemas de forma práctica para aplicar los conceptos teóricos explicados anteriormente. El primer módulo en el que los alumnos utilizaron Scratch duró 8 sesiones (16 horas) y se dividió en dos partes:

- La primera parte se centró en el conocimiento de la herramienta Scratch
- Y el segundo estaba alineado con la construcción de aplicaciones a través de actividades de resolución de problemas.

La referencia [9] amplía los detalles del contenido educativo y los resultados obtenidos de la experiencia con los estudiantes.

El segundo módulo tenía como objetivo familiarizar a los niños con los elementos de hardware comúnmente utilizados en el campo de la robótica, tales como sistemas de energía, tableros de control, luces, sensores y actuadores. El módulo tuvo una duración de dos meses y el contenido se impartió en 8 sesiones de 2 horas cada una, donde:

- Las primeras cuatro sesiones se centraron en el aprendizaje de la herramienta de desmoranamiento

- Y los últimos cuatro se centraron en la construcción de aplicaciones a través de actividades de resolución de problemas.

Toda la información sobre contenidos educativos y resultados experimentales se encuentra en la referencia [18].

El tercer módulo se centra en el uso de Arduino. Este módulo tenía como objetivo mejorar las habilidades adquiridas en los módulos anteriores y continuar profundizando los conocimientos inherentes a la robótica. El módulo tuvo una duración de cuatro meses y el contenido se impartió en 16 sesiones de dos horas cada una, en las que se trataron los siguientes temas

- La primera parte se centró en el aprendizaje de la herramienta Arduino a través de un total de 8 sesiones,
- Y la segunda parte se alineó con las aplicaciones de construcción a través de actividades de resolución de problemas durante 8 sesiones.

Los detalles del contenido educativo y los resultados experimentales se pueden ver a lo largo de la referencia [22].

La figura 3 muestra un robot basado en Arduino que se utilizó durante el módulo.

B. Curso de robótica educativa multiplataforma

El contexto de este curso es la introducción a la robótica para niños y niñas. Dado el contexto del curso y el público objetivo, no se requieren conocimientos previos ni habilidades específicas. Este curso está diseñado para ser iniciado por niños de 6 años y dependiendo del desarrollo de habilidades y la adquisición de competencias, los estudiantes pueden progresar a través de los diferentes módulos que componen el curso.

Este curso se basa en tres herramientas ampliamente utilizadas en la enseñanza. Las herramientas se caracterizan por dos parámetros principales: el grado de simplicidad de su uso y el grado de complejidad de las aplicaciones que se pueden realizar con ellas.

Por otro lado, el curso consta de tres niveles de dificultad. Un primer nivel es muy sencillo, y su objetivo principal es ser un contacto de los alumnos con la herramienta en cuestión. A esto le sigue un nivel intermedio y, finalmente, un nivel de

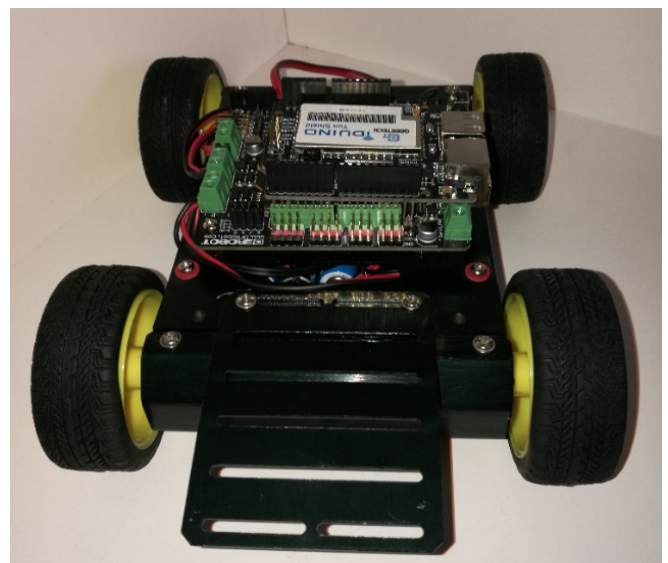


Fig. 3. Robot Arduino

mayor complejidad con el que se pretende que los estudiantes puedan desarrollar aplicaciones complejas en el campo de la herramienta utilizada y en el marco de la robótica educativa. Las herramientas utilizadas son Scratch, Crumble y Arduino. Más detalles sobre el curso completo se pueden ver en [28].

C. Modulo Scratch intermedio

El módulo intermedio de Scratch es el segundo módulo del curso de introducción a la robótica. A lo largo de este módulo los estudiantes desarrollan aplicaciones más complejas que las desarrolladas en el módulo básico de Scratch. La Figura 4 muestra todos los módulos del curso y el módulo intermedio de Scratch está resaltado. Este módulo también pretende desarrollar el Pensamiento Computacional.

Al principio de este módulo, los estudiantes ya están familiarizados con la herramienta Scratch. Saben qué partes son importantes y conocen una variedad de comandos y su uso. En la primera parte de este módulo, trabajamos en la implementación de un coche de policía con Scratch. Para ello, los estudiantes deben crear su personaje de coche de policía. No tienen restricciones en cuanto a formas o colores. Una vez que hayan trabajado con el editor de imágenes y tengan su propio coche de policía que incluya las luces que caracterizan a un coche patrulla, los estudiantes comenzarán a trabajar con los comandos de movimiento y apariencia. También harán uso de los comandos de interacción de Scratch con el teclado de la computadora. De esta manera, el coche de policía mostrará las luces de persecución y se moverá cuando un usuario lo indique pulsando las teclas correspondientes en el teclado.

La figura 5 muestra un ejemplo del resultado de la primera parte. La imagen muestra un coche de policía que se puede conducir con el teclado.

HERRAMIENTAS DE ROBÓTICA EDUCATIVA	NIVELES DE DIFICULTAD		
	BÁSICO	INTERMEDIO	AVANZADO
Scratch	1.1. Scratch Básico	1.2. Scratch Intermedio	1.2. Scratch Avanzado
crumble	2.1. Crumble Básico	2.2. Crumble Intermedio	2.2. Crumble Avanzado
Arduino	3.1. Arduino Básico	3.2. Arduino Intermedio	3.2. Arduino Avanzado

Fig. 4. Modulo Scratch intermedio como parte del curso de introducción a la robótica

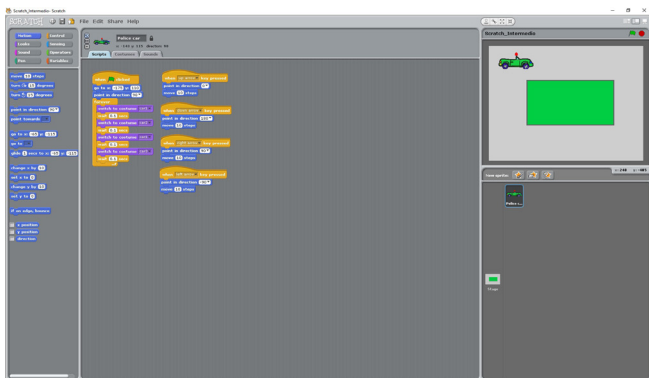


Fig. 5. Ejemplo de resultado de la primera parte

En la segunda parte trabajamos en la creación de un coche que será el que tenga que ser capturado por el coche de policía. Esta fase del módulo es muy similar al desarrollo anterior, pero el coche no tendrá las luces de persecución, será un coche normal. Este carácter también será controlado por las teclas del teclado. De esta manera, dos usuarios podrán interactuar con Scratch, y cada uno de ellos podrá conducir el coche de la policía o el coche perseguido.

La figura 6 muestra un ejemplo del resultado de la segunda parte. La imagen muestra un coche para ser capturado por el coche de policía que también se puede conducir con el teclado.

En la tercera parte, pasamos a la utilización de los comandos de los sensores que tiene Scratch. El coche perseguido debe detectar si ha sido golpeado por el coche patrulla. Si es así, debe cambiar su apariencia para que aparezca en una jaula. Además, si el usuario que controla el coche perseguido quiere conducir este vehículo y ha sido secuestrado, el coche perseguido no podrá moverse, ya que está inmovilizado.

La figura 7 muestra un ejemplo del resultado de la tercera parte. La imagen muestra el coche capturado por el coche de policía.

En la última parte, los estudiantes deben incluir un circuito a través del cual se moverán tanto el coche de policía como el coche perseguido. También deben incluir sensores en ambos caracteres, ya que, si cualquiera de los vehículos alcanza los límites exteriores del circuito, ambos vehículos volverán a la posición inicial. Además, los estudiantes crearán un contador para cada uno de los personajes, este contador representará el número de vidas que tiene cada vehículo. Si el coche de policía atrapa al coche perseguido, el primero se ganará la vida y el segundo la perderá. Si alguno de ellos se sale del circuito, perderá una vida. Cuando cualquiera de los dos

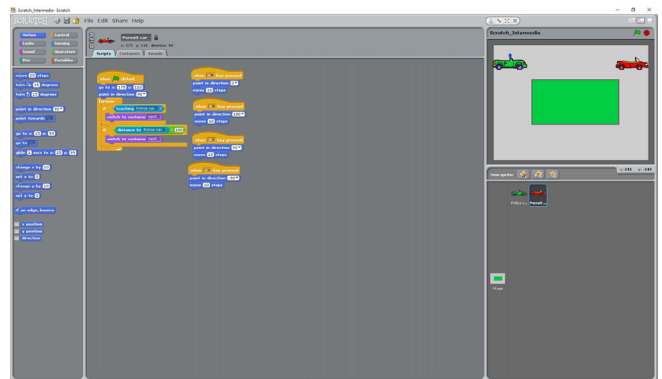


Fig. 6. Ejemplo de resultado de la segunda parte

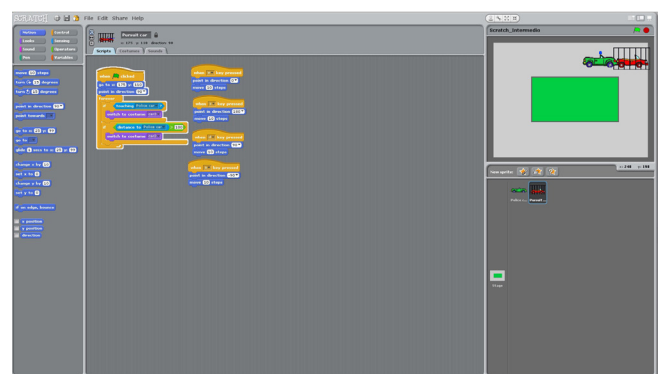


Fig. 7. Ejemplo de resultado de la tercera parte

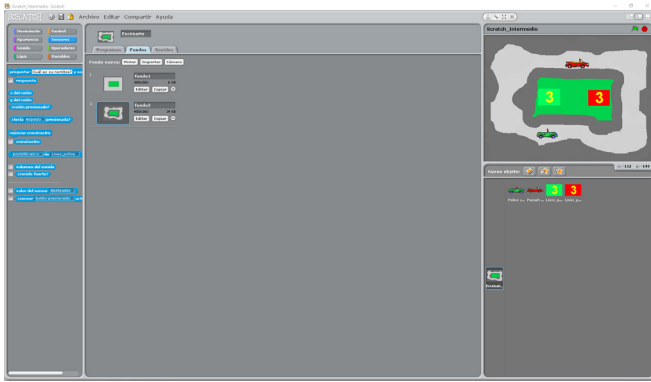


Fig. 8. Ejemplo de resultado de la cuarta parte

vehículos tiene un total de cero vidas, el juego ha terminado, y se debe mostrar una pantalla de fin de juego indicando quién ha sido el jugador ganador.

La figura 8 muestra un ejemplo del resultado de la cuarta parte. La imagen muestra el circuito y los contadores en vivo.

D. Metodología del curso

El Aprendizaje Activo (AL, Active Learning) es una estrategia de enseñanza-aprendizaje cuyo diseño e implementación están centrados en el alumno, a través de la promoción de la participación y la reflexión continua a través de actividades que fomentan el diálogo, la colaboración, el desarrollo y la construcción de conocimientos, así como de habilidades y actitudes.

[29], [30], [31] y [32] ilustran la aplicación del AL con los estudiantes. Además, los autores de [33] describen un análisis entre los métodos de aprendizaje activo y pasivo.

El funcionamiento psicológico en el aula en un contexto tradicional suele basarse en atender y recibir información de forma unidireccional en un ambiente de silencio. En el Aprendizaje Basado en Problemas (PBL, Project Based Learning) el alumnado elabora el contenido, diseña el proyecto y colabora entre sí. A través de esta metodología, los estudiantes no sólo memorizan o recogen información, sino que también aprenden haciendo.

La metodología utilizada en este curso se basa en la metodología PBL. En otras palabras, el instructor despliega el contenido educativo en forma de retos que los estudiantes deben alcanzar para adquirir conocimientos diferentes. Por lo tanto, los estudiantes asumen un papel activo y se fomenta la motivación académica. Además, el alumno puede participar, hablar y opinar mientras el profesorado asume un papel menos activo, ayudando a lograr consensos y guiando el desarrollo del proyecto del alumnado. Las referencias [34], [35], [36], [37] y [38] describen cómo se puede implementar PBL en el aula.

Hemos desplegado PBL a lo largo de este módulo al proporcionar a los estudiantes algunos desafíos como se describe en la sección III. B. Con el fin de obtener la forma en que los estudiantes enfrentan los desafíos, hemos definido algunos Indicadores Clave de Desempeño (KPI, Key Performance Indicator). Los KPIs han sido definidos como puntos de control en la forma de tareas que los estudiantes necesitan lograr a medida que completan el reto. En la sección IV. B se puede encontrar información más detallada relacionada con estos KPIs.

E. Indicadores y métricas del curso

Para evaluar si un estudiante ha adquirido las habilidades y destrezas necesarias, se proponen diferentes métricas e indicadores que deben utilizarse para saber si el estudiante está listo para pasar al siguiente módulo. Se proponen dos tipos de herramientas de medición: primero, el análisis del instructor a lo largo de las sesiones y, segundo, el uso de encuestas de control al principio y al final del módulo.

IV. RESULTADOS DE LA EXPERIENCIA

A lo largo del apartado anterior hemos mostrado los contenidos educativos en los que hemos trabajado a lo largo de los trabajos presentados. El objetivo de esta sección es mostrar los resultados obtenidos durante las pruebas con los alumnos. En esta sección se puede encontrar el perfil de los estudiantes, el desarrollo de las actividades formativas, una discusión sobre los resultados obtenidos.

A. Perfil de los estudiantes

El grupo de estudiantes estaba formado por ocho estudiantes de entre 6 y 7 años. Cuatro estudiantes eran menores de 8 años y el resto tenía entre 9 y 11 años. Uno de los estudiantes es una niña (10 años) y los otros trece son niños.

Antes de que el módulo comenzara, se llevó a cabo una prueba previa para obtener información sobre su asistencia al módulo. También se les preguntó sobre sus conocimientos previos de programación, robótica y el uso de la herramienta Scratch. La mayoría de los estudiantes ya habían completado el módulo básico de Scratch. Dos estudiantes se unieron al curso desde cero y comenzaron el curso al mismo nivel que el resto, a pesar de no tener conocimientos previos o experiencia en programación, robótica o Scratch.

La Tabla I muestra las respuestas a las otras preguntas relacionadas con los conocimientos previos de programación, robótica y uso de la herramienta Scratch. La mayoría de los estudiantes no tenían experiencia en programación, robótica y Scratch.

B. Resultados del curso

Los resultados obtenidos se componen de dos grupos de resultados. Por un lado, el progreso de los alumnos en la consecución de los diferentes retos propuestos y la necesidad de ayuda que han requerido. Esta información se obtiene del instructor a lo largo de las sesiones de aprendizaje. Por otro lado, los estudiantes han hecho algunas baterías de preguntas que comprueban los conocimientos adquiridos y

TABLA I

RESPUESTAS DEL PRE-TEST

Pregunta	Nivel de los asistentes				
	1	2	3	4	5
Experiencia en programación	2	0	14	0	0
Habilidades de programación	2	0	14	0	0
Conocimientos de robótica	2	0	14	0	0
Experiencia con Scratch	2	0	12	1	1
Conocimientos de Scratch	2	0	12	1	1

la opinión de los propios estudiantes sobre cómo perciben los conocimientos adquiridos.

En la primera parte, la mayoría de los estudiantes ya estaban familiarizados con Scratch. Esta parte tiene un importante componente teórico pero combinado con la participación promovida por el instructor. Como el instructor explicó los conceptos teóricos, los participantes pudieron experimentar en mayor o menor medida. Todos los participantes completaron la primera actividad con cierto grado de dependencia del instructor. El resto de las actividades requirieron aclaraciones adicionales y asistencia del instructor. En el caso de la última actividad, prácticamente todos los estudiantes completaron la actividad sin ayuda. En la Tabla II se resume la información relativa a las actividades realizadas por los alumnos.

En la Tabla III se resume la información relativa a las actividades realizadas por los alumnos a lo largo de la segunda parte. Durante las primeras actividades, los participantes necesitaban ayuda del capacitador para lograr los objetivos que se habían fijado. Sin embargo, prácticamente todos los estudiantes completaron las dos últimas actividades sin tener que ser asistidos por el instructor.

En la tercera parte volvió a necesitar el apoyo del instructor durante las primeras actividades. Como en la segunda parte del módulo, en esta tercera parte los alumnos realizaron las últimas actividades de forma independiente, excepto unos pocos alumnos. En la Tabla IV se resume la información relativa a las actividades realizadas por los alumnos.

En la Tabla V se resume la información relativa a las actividades realizadas por los alumnos durante la cuarta parte. Como se puede ver en los resultados obtenidos, todos

los estudiantes mostraron una mayor independencia en la resolución de los retos a los que se habían enfrentado.

Además, al final del módulo, se realizó una prueba final para conocer la opinión del alumno sobre los resultados del módulo. En primer lugar, se hizo una batería de preguntas para conocer la opinión de los estudiantes sobre el módulo. La Tabla VI muestra la opinión de los estudiantes sobre el módulo.

Todas las preguntas relacionadas con la comprobación de que los alumnos han adquirido los conocimientos que se pretende transmitir a lo largo del curso fueron contestadas correctamente por todos los alumnos.

Por otro lado, la Tabla VII contiene las respuestas a las otras preguntas relacionadas con los conocimientos adquiridos sobre programación, robótica y uso de la herramienta Scratch. La mayoría de los estudiantes aumentaron su percepción de la programación, la robótica y el conocimiento de Scratch. Además, la mayoría de los estudiantes mostraron una mayor curiosidad por la robótica.

Al final del módulo pudimos ver cómo todos los estudiantes aumentaron su motivación para programar y crear proyectos de mayor dificultad que las actividades que desarrollaron durante el módulo básico de Scratch. Al principio del módulo, la mayoría de los estudiantes tenían una base en el uso de Scratch y algunas nociones de robótica. Durante el curso, expandieron sus habilidades tales como Pensamiento Computacional, Pensamiento Sistémico, Aprendizaje Activo, Matemáticas, Ciencia, Juicio y Toma de Decisiones, Buena Comunicación, Diseño Tecnológico, Resolución de Problemas Complejos y Persistencia.

TABLA II
ACTIVIDADES DE LAS SESIONES DE LA PRIMERA PARTE Y DE LOS ESTUDIANTES QUE LAS COMPLETARON

Título de la actividad	Completado sin ayuda	Completado con un poco de ayuda	Completado con ayuda
Personaje del coche de policía	2 (12,5 %)	12 (75 %)	2 (12,5 %)
Programación básica	3 (18.75 %)	9 (56.25 %)	4 (25 %)
Interacción con el usuario	13 (81.25 %)	2 (12.5 %)	1 (6.25 %)
Luces y movimiento	15 (93.75 %)	0 (0 %)	1 (6.25 %)

TABLA III
ACTIVIDADES DE LAS SESIONES DE LA SEGUNDA PARTE Y DE LOS ESTUDIANTES QUE LAS COMPLETARON

Título de la actividad	Completado sin ayuda	Completado con un poco de ayuda	Completado con ayuda
Coche perseguido	1 (6.25 %)	13 (81.25 %)	2 (12.5 %)
Programación básica	0 (0 %)	12 (75 %)	4 (25 %)
Interacción con el usuario	15 (93.75 %)	0 (0 %)	1 (6.25 %)
Movimiento	15 (93.75 %)	0 (0 %)	1 (6.25 %)

TABLA IV
ACTIVIDADES DE LAS SESIONES DE LA TERCERA PARTE Y DE LOS ESTUDIANTES QUE LAS COMPLETARON

Título de la actividad	Completado sin ayuda	Completado con un poco de ayuda	Completado con ayuda
Sensores de personajes	0 (0 %)	12 (75 %)	4 (25 %)
Detección de personajes	4 (25 %)	10 (62.5 %)	2 (12,5 %)
Interacción entre personajes	15 (93.75 %)	1 (6.25 %)	0 (0 %)
Interacción de personajes-usuarios	15 (93.75 %)	1 (6.25 %)	0 (0 %)

TABLA V
ACTIVIDADES DE LAS SESIONES DE LA CUARTA PARTE Y DE LOS ESTUDIANTES QUE LAS COMPLETARON

Título de la actividad	Completado sin ayuda	Completado con un poco de ayuda	Completado con ayuda
Circuito básico	10 (62.5 %)	4 (25 %)	2 (12.5 %)
Interacción entre los personajes y el fondo	14 (87.5 %)	2 (12.5 %)	0 (0 %)
Uso de variables	14 (87.5 %)	2 (12.5 %)	0 (0 %)
Programación compleja	16 (100 %)	0 (0 %)	0 (0 %)

TABLA VI
OPINIÓN DE LOS ASISTENTES ACERCA DEL CURSO

Tema del curso	Número de asistentes			
	Lo mejor	Lo peor	Lo más fácil	Lo más complicado
Programar	4	3	1	6
Cree aplicaciones de la vida real	2	3	2	1
Trabajar con videojuegos	12	0	13	1
La parte teórica	0	4	0	0
Nada	0	6	0	8

TABLA VII
RESPUESTAS DEL POST-TEST

Pregunta	Nivel de los asistentes				
	1	2	3	4	5
Experiencia en programación	0	0	1	13	2
Habilidades de programación	0	0	2	10	4
Conocimientos de robótica	0	0	1	11	4
Experiencia con Scratch	0	0	0	9	6
Conocimientos de Scratch	0	0	1	13	2

C. Comparación con los resultados obtenidos en experiencias anteriores

Como se detalla en [7], los resultados fueron bastante buenos. A pesar de ello, los contenidos educativos descritos no son muy detallados. Además, hay conceptos relacionados con la robótica educativa que son más complicados de trabajar con estudiantes que no tienen conocimientos básicos. Ejemplos de estos conceptos son las habilidades relacionadas con la programación, como el pensamiento computacional, la resolución de problemas, la creatividad, las habilidades de investigación, las habilidades matemáticas y científicas, la ingeniería, el pensamiento de diseño o el pensamiento crítico. Esto se debe a que Scratch le permite realizar actividades utilizando la propia herramienta como simulador de sistemas reales.

Si hacemos una comparación con el contenido educativo y los resultados obtenidos que se detallan en [9], vemos cómo Scratch es una herramienta ideal para que los estudiantes se inicien en la robótica educativa. A pesar de ello, se identifican una serie de factores que conducen a cambios en algunos aspectos. En primer lugar, la duración del contenido relacionado con el uso de Scratch es muy corta (2 meses). Por otra parte, no se hizo uso de contenidos educativos basados en elementos de la vida real.

D. Discusión

Scratch es una herramienta que permite mostrar contenidos educativos enmarcados en robótica educativa y STEM. Además, los estudiantes estaban motivados, en gran medida, por el componente de diversión que se incluía en el contenido

educativo. Todos los estudiantes ya tenían experiencia previa con el uso de Scratch y la metodología de aprendizaje utilizada. Durante el módulo, ampliaron sus habilidades con el uso de la herramienta, tuvieron más autonomía y pudieron trabajar en equipo de manera organizada y eficiente.

Como se puede ver en los resultados mostrados en las secciones anteriores, una estrategia pedagógica que combina teoría y práctica contribuye a un nivel de atención que ayuda a los estudiantes a adquirir conocimientos y a involucrarse en el proceso de aprendizaje.

Como se puede ver en los resultados mostrados, Scratch es una herramienta ideal para continuar la introducción a la robótica desde el punto de vista de trabajar en soluciones de software puro.

A lo largo de las actividades, la mayoría de los estudiantes completaron las actividades propuestas sin la ayuda del instructor. Algunos de los estudiantes completaron las actividades con el apoyo del instructor. En algunos casos, otros estudiantes estaban dando apoyo a otros. La necesidad de ayuda no estaba relacionada con la edad o el sexo de los estudiantes.

Los estudiantes disfrutaron de sus actividades y aprendieron mucho de la experiencia. Además, mejoran sus habilidades relacionadas con STEM.

Los resultados de este trabajo también muestran que es importante combinar la teoría y la práctica para incluir. Además, el uso de contenidos educativos con un componente divertido ayuda a mantener la motivación para el aprendizaje de los estudiantes.

Como se ha demostrado a lo largo de estos resultados, la combinación de la pedagogía STEM con la robótica educativa presenta oportunidades prometedoras para el desarrollo de las habilidades y competencias necesarias para los futuros profesionales. Sin embargo, la introducción a la robótica educativa no es una tarea fácil. Pero gracias a la gran variedad de herramientas como las que se proponen, es posible ofrecer soluciones rentables que proporcionan una gran flexibilidad para desplegar conocimientos variados de manera que atraigan a los estudiantes.

En conclusión, Scratch ha demostrado ser una buena opción cuando se trata de introducir la robótica de una manera rentable, sencilla y conveniente para que las personas desarrollen conceptos escalables.

V. CONCLUSIONES

Como se muestra, el anterior módulo intermedio Scratch del curso de Introducción a la Robótica fue una buena referencia para identificar herramientas robóticas educativas que motivan a los estudiantes en temas relacionados con STEM y robótica educativa. No obstante, se identificaron algunas áreas de mejora.

En primer lugar, se detectó que era importante hacer un uso más extensivo de la herramienta Scratch para que los estudiantes pudieran desarrollar habilidades relacionadas con la informática, como el pensamiento computacional, la resolución de problemas, la creatividad, las habilidades de investigación, las habilidades matemáticas y científicas, la ingeniería, el pensamiento de diseño o el pensamiento crítico.

Por otro lado, se identificó que es muy útil extender el tiempo que los estudiantes están trabajando con la herramienta Scratch. La introducción de elementos de la vida real como

parte del contenido educativo también se identificó como una mejora.

Añadiendo estas mejoras obtenidas a partir de experiencias anteriores, se han podido obtener los resultados mostrados. Se obtuvieron algunos resultados que confirman la validez del uso de la herramienta Scratch como adecuada para introducir a los estudiantes en robótica de una manera amena, económica y sencilla.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo de la Escuela Industrial de Ingeniería de la UNED, la Escuela de Doctorado de la UNED y el “Techno-Museum”: Discovering the ICTs for Humanity” (Beca de la Fundación IEEE #2011-118LMF).

Este trabajo tiene financiación parcial del Gobierno Regional de la Comunidad de Madrid, por el proyecto e-Madrid-CM (P2018/TCS-4307). El Proyecto e-Madrid-CM está co-financiado a su vez por Fondos Estructurales (FSE and FEDER). Igualmente se ha co-financiado desde la Escuela de Ingenieros Industriales de la UNED y de sus proyectos 2019/IEQ-15, 2019/IEQ-14 y 2019-IEQ13, así como del IoT4SMEs. Internet de los objetos para las pequeñas y medianas empresas europeas - Asociación Estratégica Erasmus+ nº 2016-1-IT01-KA202-005561, IoE-EQ. Internet de la Energía - Educación y Capacitación. Erasmus+ - Cooperación para la innovación y el intercambio de buenas prácticas nº 2017-1-IT01-KA202-006251, PILAR. Plataforma de Integración de Laboratorios basada en la Arquitectura de visIR - Asociación Estratégica Erasmus+ nº 2016-1-ES01-KA203-025327 y e-LIVES. e-Learning InnoVative Engineering Solutions- Erasmus+ Capacity Building in Higher Education 2017 - 585938-EPP-12017-1-FR-EPPKA2-CBHE-J.

REFERENCIAS

- [1] P. Plaza, E. Sancristobal, G. Carro, M. Blazquez, F. García-Loro, M. Muñoz, M. J. Albert, B. Moriñigo and M. Castro, “STEM and Educational Robotics Using Scratch,” *2019 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, Dubai, United Arab Emirates, 2019, pp. 330-336.
- [2] P. Plaza, E. Sancristobal, G. Carro, F. García-Loro, M. Blazquez and M. Castro. “European Robotics Week to introduce robotics and promote engineering”. *Comput Appl Eng Educ.* 2018;1–13.
- [3] J. C. Martínez-Santos, O. Acevedo-Patino and S. H. Contreras-Ortiz, “Influence of Arduino on the Development of Advanced Microcontrollers Courses,” in *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, vol. 12, no. 4, pp. 208-217, Nov. 2017.
- [4] M. d. C. Currás-Francos, J. Diz-Bugarín, J. R. García-Vila and A. Orte-Caballero, “Cooperative Development of an Arduino-Compatible Building Automation System for the Practical Teaching of Electronics,” in *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, vol. 9, no. 3, pp. 91-97, Aug. 2014.
- [5] J. M. Gómez-de-Gabriel, A. Mandow, J. Fernández-Lozano and A. García-Cerezo, “Mobile Robot Lab Project to Introduce Engineering Students to Fault Diagnosis in Mechatronic Systems,” in *IEEE Transactions on Education*, vol. 58, no. 3, pp. 187-193, Aug. 2015.
- [6] J. Gonçalves and P. Costa, “Differential mobile robot controller study: A low cost experiment based on a small arduino based prototype,” *2017 25th Mediterranean Conference on Control and Automation (MED)*, Valletta, 2017, pp. 945-950.
- [7] P. Plaza, E. Sancristobal, G. Carro and M. Castro, “Home-made robotic education, a new way to explore,” *2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, Athens, 2017, pp. 132-136.
- [8] C. Chang, Y. Tsai and Y. Chin, “A Visualization Tool to Support Analyzing and Evaluating Scratch Projects,” *2017 6th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI)*, Hamamatsu, 2017, pp. 498-502.
- [9] P. Plaza, E. Sancristobal, G. Carro, M. Castro, M. Blázquez, J. Muñoz, & M. Álvarez, “Scratch as Educational Tool to Introduce Robotics”. In: Auer M., Guralnick D., Simonics I. (eds) *Teaching and Learning in a Digital World. ICL 2017. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 715. Springer, Cham, 2017.
- [10] P. Plaza, E. Sancristobal, G. Carro, M. Castro and M. Blazquez, “Scratch day to introduce robotics,” *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, Tenerife, 2018, pp. 208-216.
- [11] P. Plaza, E. Sancristobal, G. Carro, M. Castro, M. Blazquez and A. Peixoto, “Traffic lights through multiple robotic educational tools,” *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, Tenerife, 2018, pp. 2015-2020.
- [12] P. Plaza, E. Sancristobal, G. Carro, M. Castro, M. Blazquez and F. García-Loro, “Lighting through educational robotics,” *2018 XIII Technologies Applied to Electronics Teaching Conference (TAEE)*, La Laguna, 2018, pp. 1-7.
- [13] I. Calvo, I. Cabanes, J. Quesada and O. Barambones, “A Multidisciplinary PBL Approach for Teaching Industrial Informatics and Robotics in Engineering,” in *IEEE Transactions on Education*, vol. 61, no. 1, pp. 21-28, Feb. 2018.
- [14] J. A. N. Cocota, T. D’Angelo and P. M. de Barros Monteiro, “A Project-Based Learning Experience in the Teaching of Robotics,” in *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, vol. 10, no. 4, pp. 302-309, Nov. 2015.
- [15] V. M. F. Fonseca and J. Gómez, “Applying Active Methodologies for Teaching Software Engineering in Computer Engineering,” in *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, vol. 12, no. 3, pp. 147-155, Aug. 2017.
- [16] I. J. Balaguer Álvarez, “Introduction to Robotics: Importance of a Summer Camp as a Recruiting Tool for Future University Students,” in *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, vol. 12, no. 2, pp. 71-75, May 2017.
- [17] J. López-Randulfe, J. J. Rodríguez-Andina and J. Fariña, “UviSpace — A multidisciplinary PBL system based on mobile robots,” *IECON 2017 - 43rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, Beijing, 2017, pp. 3595-3600.
- [18] P. Plaza, G. Carro, M. Blazquez, E. Sancristobal, M. Castro, F. García-Loro and J. Muñoz., “Crumble as an educational tool to introduce robotics,” *2018 XIII Technologies Applied to Electronics Teaching Conference (TAEE)*, La Laguna, 2018, pp. 1-7.
- [19] MIT Education Scratch website. [Online]. Available: <https://scratch.mit.edu/>, accessed 20 December 2018.
- [20] L. Seiter and B. Foreman, “Modeling the learning progressions of computational thinking of primary grade students”, in *Proceedings of the ninth annual international ACM conference on International computing education research (ICER ‘13)*. ACM, New York, NY, USA, 59-66.
- [21] A. Ruthmann, J. M. Heines, G. R. Greher, P. Laidler and C. Saulters, “Teaching computational thinking through musical live coding in scratch”, in *Proceedings of the 41st ACM technical symposium on Computer science education (SIGCSE ‘10)*. ACM, New York, NY, USA, 351-355.
- [22] J.-M. Sáez-López, M. Román-González, E. Vázquez-Cano, “Visual programming languages integrated across the curriculum in elementary school: A two year case study using “Scratch” in five schools”, *Computers & Education*, Volume 97, 2016, Pages 129-141, ISSN 0360-1315.
- [23] G. Falloon, “An analysis of young students’ thinking when completing basic coding tasks using Scratch Jr. On the iPad”, *Journal of Computer Assisted Learning*, 2016, 32: 576– 593.
- [24] M. J. Marcelino, T. Pessoa, C. Vieira, T. Salvador and A. J. Mendes, “Learning Computational Thinking and scratch at distance”, *Computers in Human Behavior*, Volume 80, 2018, Pages 470-477, ISSN 0747-5632.
- [25] P. Plaza, E. Sancristobal, G. Fernandez, M. Castro and C. Pérez, “Collaborative robotic educational tool based on programmable logic and Arduino,” *2016 Technologies Applied to Electronics Teaching (TAEE)*, Seville, 2016, pp. 1-8.
- [26] P. P. Merino, E. S. Ruiz, G. C. Fernandez and M. C. Gil, “Robotic Educational Tool to engage students on Engineering,” *2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, Erie, PA, USA, 2016, pp. 1-4.
- [27] P. Plaza, E. Sancristobal, G. Carro, M. Blazquez, F. García-Loro, S. Martin, C. Pérez and M. Castro, “Arduino as an Educational Tool to Introduce Robotics,” *2018 IEEE International Conference on Teaching*,

Assessment, and Learning for Engineering (TALE), Wollongong, NSW, 2018, pp. 1-8.

- [28] P. Plaza, E. Sancristobal, G. Carro, M. Castro, M. Blazquez and F. García-Loro, "Multiplatform Educational Robotics Course to Introduce Children in Robotics," 2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), San Jose, CA, USA, 2018, pp. 1-9.
- [29] J. L. Duffany, "Application of Active Learning Techniques to the Teaching of Introductory Programming," in IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje, vol. 12, no. 1, pp. 62-69, Feb. 2017.
- [30] G. S. Tewolde, "Effective active learning tools for an embedded systems course," 2017 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), Indianapolis, IN, 2017, pp. 1-5.
- [31] F. J. C. Zabala, H. E. Parker and C. Vieira, "Implementing an active learning platform to support student learning in a numerical analysis course," 2017 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), Indianapolis, IN, 2017, pp. 1-6.
- [32] L. D. Riek, "Embodied Computation: An Active-Learning Approach to Mobile Robotics Education," in IEEE Transactions on Education, vol. 56, no. 1, pp. 67-72, Feb. 2013.
- [33] A. J. Magana, C. Vieira and M. Boutin, "Characterizing Engineering Learners' Preferences for Active and Passive Learning Methods," in IEEE Transactions on Education, vol. 61, no. 1, pp. 46-54, Feb. 2018.
- [34] T. C. Vidal, S. C. Dos Santos and R. S. Carvalho, "PBL-Tutor Canvas: A tool based on Backward Design to plan PBL in Computing Education," 2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), Erie, PA, USA, 2016, pp. 1-8.
- [35] S. C. dos Santos, "PBL-SEE: An Authentic Assessment Model for PBL-Based Software Engineering Education," in IEEE Transactions on Education, vol. 60, no. 2, pp. 120-126, May 2017.
- [36] M. T. Valdez, C. M. Ferreira and F. P. M. Barbosa, "Electrical buildings," 2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), Tenerife, 2018, pp. 345-349.
- [37] O. Pierrakos, R. Anderson and E. Barrella, "A developmental and adaptive Problem Based Learning (PBL) model across the curriculum: From theory to practice in integrating and assessing PBL experiences across the James Madison University engineering curriculum," 2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), Erie, PA, USA, 2016, pp. 1-2.
- [38] M. Samaka, Y. Miao and D. Wang, "Support peer assessment processes in online problem-based learning," 2016 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), Abu Dhabi, 2016, pp. 488-497.



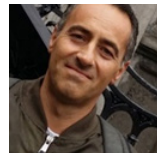
Pedro Plaza actualmente cursa el doctorado en Ingeniería Industrial en la ETSII de la UNED. Obtuvo el título de Máster por la ETSII (Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales) de la Universidad Española de Educación a Distancia (UNED), Madrid, España, en 2013. Además, es Ingeniero Industrial por la Universidad Carlos III de Madrid (UC3M), en 2010. Actualmente es ingeniero de proyectos de I+D en Siemens Rail Automation. Pedro Plaza es miembro del Consejo Editorial de International Journal of Automation and Robotic Technology in Inderscience. Es autor de varias publicaciones en prestigiosas conferencias y revistas. Pedro Plaza ha colaborado en varios proyectos de investigación. Es miembro senior del IEEE, miembro de la IEEE Robotics and Automation Society, de la IEEE Education Society, de IEEE Young Professionals y de IEEE Women in Engineering (WIE). Asimismo, es presidente y presidente del WIE en la rama estudiantil del IEEE de la UNED.



Dr. Elio Sancristobal tiene un doctorado en ingeniería de la ETSII (Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales) de la Universidad de Navarra. Universidad Española de Educación a Distancia (UNED), en 2010. Es Ingeniero Superior en Informática por la Universidad Pontificia de Salamanca (UPS), Madrid, en 2002, e Ingeniero Técnico en Redes Informáticas (UPS), Madrid, en 1998. Ha trabajado para el Instituto Universitario de Educación a Distancia (IUED) de la UNED. En la actualidad, trabaja como profesor asistente en el Departamento de Electricidad, Electrónica y Control de la UNED. Es autor de varias publicaciones en revistas y congresos de prestigio. El Dr. Sancristobal ha colaborado en varios proyectos de investigación. Es miembro de la IEEE y de la IEEE Education Society.



Dr. German Carro, Doctor Ingeniero Industrial por la Universidad Española de Educación a Distancia (UNED), Madrid, España, 2014. Máster en Ingeniería Eléctrica e Informática, especialidad en Ingeniería Telemática, Universidad Española de Educación a Distancia (UNED), Madrid, España, 2012. Ingeniería Técnica en Informática, (UNED), Madrid, España, 2010. Máster en Finanzas y Administración Tributaria, Universidad de A Coruña (UDC) y Escuela de Hacienda Pública (EHP), A Coruña, España, 1997. Licenciado en Ciencias Económicas, (UDC), A Coruña, España, 1996. Área de interés. Laboratorios remotos y su desarrollo e implementación, robótica, IO y seguridad informática y protección de datos, así como la integración de todo lo anterior en diferentes ámbitos de la sociedad: educativo, doméstico, comercial, médico y social. Es autor de varias publicaciones en revistas y congresos de prestigio. El Dr. German Carro ha colaborado en varios proyectos de investigación. Es miembro de la IEEE, la IEEE Robotics and Automation Society, la IEEE Computer Society y la IEEE Education Society.



Manuel Blázquez-Merino es miembro del IEEE (SM'08 - M'16) y nació en Madrid (España) en 1969. Es Ingeniero Industrial y actualmente candidato al doctorado en el Departamento de Ingeniería de la E.S.T.I.I. de la Universidad Española de Educación a Distancia (UNED), profesor de Tecnologías y TIC desde 1996 en el Instituto Ramiro de Maeztu de Madrid, profesor en el Departamento de Educación de la Universidad Antonio de Nebrija y colaborador investigador en el Departamento de Ingeniería Eléctrica y de Control Electrónico de la UNED. Es autor de veintiséis libros de texto sobre Tecnología y Tecnologías de la Información para la enseñanza secundaria con editoriales como Anaya, Santillana, Bruño y Algaida de España. Ha publicado más de treinta artículos en revistas de ingeniería y conferencias educativas en la última década. Ha sido galardonado con el premio al mejor Proyecto de Fin de Carrera de 2009 por el Capítulo Español de la IEEE Education Society y con la mención a la Excelencia Docente por la Universidad Antonio de Nebrija en 2016. Antes de su carrera docente, trabajó en empresas de ingeniería líderes como Indra, Ena-Telecomunicaciones y Remica en España.



Felix García Loro tiene un Doctorado en Ingeniería, un Máster en Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control y un Bachillerato en Electrónica Industrial e Ingeniería de Control por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (ETSII) de la Universidad de Educación a Distancia de España (UNED), 2018, 2014 y 2008 respectivamente. Actualmente trabaja como investigador en el Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Control y Telemática y Química Aplicada a la Ingeniería (DIEECTQAI) de la UNED. También está involucrado como profesor, tutor (conferenciante) y tutor práctico dentro del departamento. Ha colaborado y colabora en diversos proyectos de investigación y es autor de prestigiosas revistas y congresos. El Dr. García Loro es miembro del IEEE, de la IEEE Education Society, de la International Association of Online Engineering (IAOE) y del Global Online Laboratory Consortium (IAOE/GOLC). También colabora activamente con la rama estudiantil del IEEE de la UNED como tesoroero desde 2015.



Mónica Muñoz tiene un máster en ingeniería por la EPS (Escuela Politécnica Superior) de la Universidad de Alcalá de Henares (UAH), 2013. Además, es Ingeniero Superior en Informática por la Universidad de Alcalá de Henares (UAH), 2000. Actualmente es Gerente Técnico de Sistemas en CAF Signalling. Es autora de varias publicaciones en prestigiosas conferencias. Mónica Muñoz ha colaborado en varios proyectos de investigación.



María Jose Albert tiene una licenciatura en Educación Primaria, una licenciatura en Psicología y un doctorado en Educación. Es Vicedecana de Investigación, Posgrado y Pedagogía. Además, es coordinadora de la Maestría (M.A.) en Innovación e Investigación en Educación. Ocupa el cargo de Profesora Titular en: Derechos humanos y educación; aprendizaje

a lo largo de toda la vida; instrucción de profesores y formadores en empresas e instituciones. Es directora de los siguientes cursos de postgrado del Departamento de Teoría de la Educación y Pedagogía Social de la UNED: Diplomado en Educación y Empresa; Educación y Desarrollo Local. Es miembro del Comité Editorial de la Revista Complutense de Educación, la revista educativa de la Universidad Complutense de Madrid, y actúa como Evaluadora Externa de la revista "Pedagogía Social".



Belén Moriñigo tiene su experiencia en la gestión de proyectos y asesoramiento, especialmente en relación con los requisitos de la Comisión Europea, y en una amplia gama de temas que van desde la humanística (Educación, Derecho, Trabajo Social...) hasta los más tecnológicos y de vanguardia, (ingeniería electrónica, ingeniería informática...) En su propia área de interés, se centra en la complejidad del vínculo entre

el pensamiento y el lenguaje, y entre el pensamiento, el lenguaje y las emociones. Las perspectivas filosóficas occidentales sobre estos temas también están incluidas en su enfoque de investigación. Su tesis doctoral trata sobre el impacto de la ciencia en la modernidad en la sociedad y en los individuos.



Manuel Castro (M'87-SM'94-F'08) es Ingeniero Industrial y Doctor Ingeniero por la ETSII/Universidad Politécnica de Madrid, España. Ha recibido el Premio Extraordinario de Doctorado en la UPM y el Premio Viesgo a la Tesis Doctoral 1988, mejorando la Investigación Científica sobre la Aplicación de la Electricidad en Procesos Industriales. Recibió el Premio del Consejo Social de la UNED en 1997 y 1999 a los

Mejores Materiales Didácticos en Ciencias Experimentales y el Premio a la Excelencia Innovadora en la Enseñanza, el Aprendizaje y la Tecnología 2001 del Centro para el Avance de la Enseñanza y el Aprendizaje. Trabaja como investigador, coordinador y director en diferentes proyectos, cubriendo temas que van desde aplicaciones de sistemas de técnicas de simulación, sistemas solares y simulación de sistemas avanzados de microprocesadores hasta aplicaciones y sistemas de telemática y educación a distancia, así

como ingeniería eléctrica asistida por ordenador (CAEE). Actualmente se desempeña como director técnico senior. Actualmente es Catedrático de Tecnología Electrónica y Director del Departamento de Ingeniería Eléctrica e Informática de la UNED (Universidad de Educación a Distancia). Anteriormente fue Vicerrector de Nuevas Tecnologías de la UNED, Director del Centro de Servicios de Información de la UNED, Vicerrector de Investigación y Doctorado, Vicerrector de Asuntos Académicos de la Facultad de Ingeniería de la UNED y Director del Departamento. Trabajó durante 5 años en Digital Equipment Corporation como ingeniero de sistemas senior. Publica diferentes libros y artículos técnicos, de investigación y docencia para revistas y congresos, así como materiales multimedia, radio, programas de televisión y webinars. Prof. Castro pertenece al comité organizador de IEEE EDUCON (presidente), IEEE FIE (Presidente Internacional y de Europa, 2000-2006), IEEE EDUNINE, IEEE LWMOOCs (presidente), ISES, conferencias de TAEED y SAAEI y miembro de los comités de programación y planificación, revisor y presidente de varios otros; copresidente de la conferencia COMPSAC 2020, LWMOOCs 2018, REV 2016, FIE 2014, EDUCON 2010, TAEED 2010 e ICECE 2005, así como co-editor de IEEE-RITA y del Electronic Journal of Spanish Chapter of the IEEE Education Society. Es miembro del IEEE (por sus contribuciones al aprendizaje a distancia en la enseñanza de la ingeniería eléctrica e informática) y miembro de la Junta Directiva del IEEE como Director de la División VI (2019-2020), miembro del Comité de Administración y de la Junta de Gobierno (AdCOM/BoG) (2005-2021) y Presidente (2013-2014) de la Sociedad de Educación del IEEE; así como Presidente Emérito de la IEEE Education Society (2017), Fundador y Pasado Presidente (2004-2006) del Capítulo Español de la IEEE Education Society, y Presidente de la Sección Española de la IEEE (2010-2011), Presidente del Subcomité de Actividades Educativas de la Región 8 de la IEEE (2015-2016). Ha sido galardonado con el Premio IEEE William E. Sayle al Éxito en Educación 2019 de la IEEE Education Society, Premio Madrid Convention Bureau 2017 como Embajador Honorífico de Madrid. 2017 Premio IGIP Nikola Tesla, Premio IEEE EDUNINE 2017 al Servicio Meritorio, TAEED 2012 (Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica) a la Vida Profesional, Premio IEEE EDUCON 2011 al Servicio Meritorio (junto con Edmundo Tovar), y el Premio al Miembro Distinguido 2010 de la IEEE Education Society, el Premio Edwin C. Jones, Jr. 2009. Meritorious Service Award de la IEEE Education Society, el 2006 Distinguished Chapter Leadership Award y por el trabajo colectivo dentro del capítulo español de la IEEE Education Society, con el Best Chapter Award 2011 (por la IEEE Region 8) así como con el Chapter Achievement Award 2007 (por la IEEE Education Society). Es miembro del Consejo de Administración de la Sociedad Internacional de Energía Solar (ISES).