

Aprendizaje y servicio a través del desarrollo de proyectos en Arduino

Adriana Dapena, Paula M. Castro
adriana.dapena@udc.es, paula.castro@udc.es
CITIC & Universidade da Coruña, A Coruña, España

Resumen—We present a framework for integrating service-learning methodologies into university education, in collaboration with associations dedicated to assisting people with special needs. The projects utilized Arduino technology, serving as a gateway to open technology. The description provided in this article spans from the initial commitment to these partnerships to their culmination with the presentation of projects to professors, peers, and persons with diverse cognitive abilities.

I. INTRODUCCIÓN

El Aprendizaje y Servicio (ApS) representa una valiosa metodología educativa que brinda al estudiantado la oportunidad de desarrollar competencias propias y transversales a la vez que contribuye al bienestar de la sociedad [1]. Esta metodología educativa se alinea perfectamente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible adoptados por los Estados Miembros de las Naciones Unidas¹, que se concibieron para promover la sostenibilidad social, económica y ambiental con el propósito de alcanzar una prosperidad compartida para las personas y el planeta.

Los proyectos de ApS abarcan todos los niveles educativos, desde la enseñanza preuniversitaria hasta la universitaria. Diversas investigaciones [2]–[5] han demostrado que la participación del estudiantado en proyectos de ApS conlleva efectos positivos en múltiples aspectos, como el rendimiento académico, las habilidades de liderazgo y los valores sociales. Además, el estudiantado implicado en este tipo de iniciativas muestra una notable satisfacción tras completar las actividades, valorando la oportunidad de contribuir al bienestar de otros y considerando el servicio como una experiencia de gran significado personal.

La experiencia que compartimos en este artículo se basa en proyectos desarrollados durante el curso académico 2023/2024 en dos asignaturas de diferentes titulaciones de la Universidade da Coruña. Por un lado, el proyecto “Tecnología y Sociedad” se llevó a cabo en la asignatura de Tecnología para profesorado de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) del Máster Universitario en Profesorado de ESO y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas, mientras que el proyecto “TuTIC” se desarrolló en la asignatura de Procesamiento Digital de la Información, perteneciente al tercer curso de la mención en Ingeniería de Computadores del Grado en Ingeniería Informática. En ambos casos, se propuso el desarrollo de proyectos utilizando la placa Arduino, dado que es una tecnología que permite abordar competencias digitales y tecnológicas relacionadas con los contenidos de las dos asignaturas. Considerando las distintas competencias que debe adquirir el estudiantado en cada programa, se diseñaron

objetivos específicos para cada proyecto. En “Tecnología y Sociedad”, se enfocaron en la creación de proyectos lúdicos basados en tecnología, los cuales se presentarían en una feria tecnológica dirigida a personas con Trastorno del Espectro Autista (TEA). Por otro lado, en “TuTIC”, el objetivo era el desarrollo de material que permitiera replicar los proyectos de Arduino en diferentes entornos y sedes.

En la sección II de este artículo, describiremos el proceso de los proyectos, desde el inicio de las sesiones docentes hasta la presentación de resultados. En la sección III presentaremos varios proyectos desarrollados en Arduino. Finalmente, en la sección IV recogeremos conclusiones generales de la experiencia.

II. FASES DEL PROYECTO

Aunque existen algunas diferencias en la metodología empleada en el desarrollo de los dos proyectos de ApS, podemos resumirla en cinco fases:

- *Fase 1: Organización de la actividad.* Durante esta fase, las profesoras llevaron a cabo reuniones con asociaciones dedicadas a la atención de personas con diversidad cognitiva ubicadas en las proximidades de la universidad. El objetivo era coordinar la colaboración en diversas actividades planificadas. Además, se estableció un entorno virtual para respaldar los proyectos y simplificar las evaluaciones mediante el uso de encuestas y formularios en línea.
- *Fase 2: Organización de la actividad y sondeo de interés.* En esta fase se explicó la naturaleza de la actividad y se evaluó el interés del estudiantado en participar en proyectos de apoyo a personas con diversidad cognitiva. Implicó la participación de tres grupos clave:
 - Estudiantado: recibió información de los demás agentes y tuvo la oportunidad de participar activamente mediante comentarios o preguntas.
 - Profesorado: se encargó de presentar el proyecto al estudiantado dentro del contexto de la asignatura, y de explicar los criterios y procedimientos de evaluación de la actividad.
 - Profesionales de entidades: explicaron, presencialmente o a través de material, las necesidades e intereses de las personas que utilizan sus servicios. También estuvieron disponibles para aclarar dudas sobre la realización de las actividades planificadas.
- *Fase 3: Desarrollo de los proyectos.* En primer lugar, se buscaba la formación del estudiantado en el uso de Arduino, con el fin de adquirir competencias específicas de las asignaturas. En segundo lugar, se pretendía desarrollar proyectos adaptados a personas con diversidad

¹<https://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals.html>

cognitiva, y mejorar la expresión oral y escrita, para que el estudiantado adquiriese competencias transversales relevantes. En esta fase participaron tres grupos:

- Profesorado: responsable de impartir contenidos de la asignatura relacionados con las temáticas de los proyectos. Además, se encargó de supervisar todo el proceso de desarrollo de los proyectos, prestando especial atención a su adaptación a los requisitos de las entidades.
 - Estudiantado: tuvieron la tarea de proponer un proyecto tecnológico, desarrollarlo y de crear el material para la presentación de los resultados.
- *Fase 4: Presentación de resultados.* Como punto común, en las dos asignaturas, los estudiantes entregaron una ficha y presentaron sus trabajos en una feria. Sin embargo, la forma de presentar los resultados dependió de las competencias que se pretendían alcanzar en cada asignatura. En el caso del proyecto “Tecnología y Sociedad”, se consideró muy importante establecer un contacto presencial entre el estudiantado y las personas con TEA. Por lo tanto, se organizó una feria tecnológica en el aula en la que se imparte la asignatura. En el caso del grado, se priorizó la creación de material que permitiese al equipo de terapeutas de las entidades replicar los proyectos en sus sedes. Por lo tanto, se focalizó en la elaboración de manuales y vídeos, mientras que la feria se limita a la presentación ante compañeros y profesores.
- *Fase 5: Evaluación.* Tras la presentación de los resultados, se procedió a realizar una evaluación exhaustiva, tanto cuantitativa como cualitativa, de la experiencia. Esta evaluación incluyó la participación activa del estudiantado, del equipo docente y de los profesionales de las entidades implicadas.

III. PROYECTOS

Los proyectos fueron desarrollados utilizando Arduino y siguiendo las recomendaciones de los equipos de terapeutas sobre gustos y preferencias de las personas usuarias. Se procuró en todo momento que la temática no solo les acercara a la tecnología, sino que también proporcionara una experiencia lúdica.

A. *Tecnología y Sociedad*

El proyecto “Tecnología y Sociedad” se desarrolló desde septiembre de 2023 hasta enero de 2024, con la participación de 2 profesoras y un total de 16 estudiantes (6 mujeres y 10 hombres). Los proyectos fueron realizados en grupos de 3 o 4 personas y presentados mediante una ficha y exposición en una feria tecnológica con personas con TEA.

Dada la diversidad en la formación previa del estudiantado, se formaron grupos que incluían un integrante con formación en ingeniería y experiencia en programación. Más concretamente, estos 5 estudiantes procedían del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales (1 estudiante), Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática (2 estudiantes), Grado en Ingeniería Informática (1 estudiante) y Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación (un estudiante). El resto de integrantes no tenían experiencia previa alguna en programación. Durante la jornada de presentación, terapeutas de dos entidades ofrecieron charlas sobre TEA, y una profesora de

ESO y bachillerato compartió su experiencia en el empleo de Arduino en su docencia en educación secundaria de las asignaturas de Química y Física. En la feria, un total de aproximadamente 35 personas usuarias de estas entidades asisten al evento.

La evaluación del profesorado se llevó a cabo con una puntuación máxima de 2.5 puntos y la coevaluación permitió obtener hasta 0.5 puntos. Además, se realizaron encuestas al estudiantado y entidades sobre la experiencia en su conjunto y, en particular, sobre la feria tecnológica. A continuación, se presentan algunos detalles de tres proyectos.

El proyecto “Laberinto” consistió en la creación de un laberinto controlado por servomotores, con el objetivo de guiar una bola hasta el centro del mismo. La Fig. 1 muestra la ficha elaborada por el estudiantado, que detalla el material utilizado y los pasos seguidos en el proceso. Además, se proporciona un enlace a un vídeo que documenta todo el desarrollo del proyecto. La fase inicial del proyecto implicó la construcción del laberinto, que incluía dibujar el tablero y fijar las barreras en su lugar. Es importante destacar que el estudiantado prestó especial atención a la estética del juego, asegurándose de que fuera visualmente atractivo para las personas usuarias. La programación en Arduino resultó crucial, ya que implicaba la creación de un código para dirigir los servomotores y facilitar el balanceo tanto horizontal como vertical de la plataforma del laberinto. La conexión de los servomotores es relativamente simple, ya que solo requiere conectar sus cables de señal a los pines designados en el código (por ejemplo, los pines 9 y 10), además de alimentarlos con una fuente de energía externa en caso de que fuera necesaria una corriente elevada. En la propia ficha los estudiantes incluían desafíos para que las personas participantes pudieran acumular puntos a medida que avanzaban en el juego. Esta estrategia resulta fundamental para evitar que las personas que asisten a la feria experimenten una sensación de frustración, ya que les proporciona metas alcanzables y les anima a seguir participando y disfrutando del evento.

El proyecto “Canasta maestra” tenía como objetivo principal el desarrollo de una canasta regulable en altura, con un circuito electrónico para contar la puntuación de manera autónoma, a través de una placa Arduino. La Fig. 2 presenta la ficha detallada por el grupo que resalta los aspectos clave del proyecto. Una vez más, la realización de un diseño atractivo fue un elemento primordial, así como la integración del desarrollo con Arduino. Se realizaron tanto las conexiones físicas como la programación del código en Arduino para gestionar un display de 7 segmentos, lo que posibilitó una visualización clara y precisa de la puntuación acumulada durante el juego. Además, se integra un sensor para detectar cuando se consigue encestar la pelota en la canasta.

El proyecto “Telegrafando” tenía como propósito crear un sistema de comunicación utilizando el código Morse, adaptando el concepto del telégrafo clásico a tecnologías actuales. La Fig. 3 muestra la ficha elaborada por el grupo. Este grupo de trabajo creó un sistema que facilita la comunicación desde un dispositivo móvil y un “telégrafo”, este último construido con una placa Arduino y conectado al primero a través de la tecnología Bluetooth. Este dispositivo permite a la persona usuaria escribir mensajes en el dispositivo móvil para luego visualizarlos en una pantalla LCD, así como recibir

Laberinto con Arduino

Autoría:

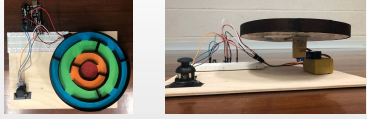
Materiales:

Circuito

- 1 Arduino Uno
- 2 Micro Servos
- Joystick
- Cables

Laberinto


- Cartón
- Pegamento
- Madera
- Rotuladores




¿Cómo se hace?

1. Construir el laberinto: dibujar el tablero y pegar las barreras.
2. Programar el código de control de los servos en Arduino.
3. Unir los servos: uno en horizontal y otro en vertical.
4. Montar el resto de componentes sobre la base.

Video proceso



Web referencia



Puntuación	Color	Puntos
	Azul	5
	Verde	10
	Naranja	15
	Rojo	20

Fig. 1. Ficha explicativa del proyecto “Laberinto”.

Canasta maestra

Autoría:

Materiales:

1. Tabla de madera de balsa (40x30cm)
2. Canasta: aro y tablero, motor, engranajes ajustados al tornillo, pila y base de madera para la instalación
3. Kit de Arduino para el marcador: sensor de ultrasonido, display 7 segmentos, placa protoboard, cables
4. Material de dibujo (reglas, lápices y rotulador)

¿Cómo se hace?

1. El primer paso es dibujar con una plantilla la pista de baloncesto en la tabla de madera de balsa que utilizaremos como base.
2. Seguimos haciendo el soporte vertical de la canasta que albergará el sistema de transmisión vertical del movimiento (sistema tornillo-tuerca)
3. Una vez terminado el soporte vertical y comprobado que funciona, se pasa a colocarlo sobre la base de madera, asegurándonos de que quede vertical.
4. Realizamos el código en Arduino para programar nuestro marcador en un display de 7 segmentos que irá sumando los puntos que encestemos.
5. Colocamos el marcador en la base y la decoramos a nuestro gusto.
6. Por último, ¡a competir y a disfrutar del juego CANASTA MAESTRA!

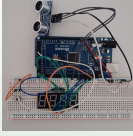





Fig. 2. Ficha explicativa del proyecto “Canasta maestra”.

Telegrafando

Autoría:

Materiales:

- Smartphone
- Kit Arduino
- Ordenador
- Carcasa protectora
- Fichas de preguntas
- Alfabeto código Morse



1. Se **simula** el diseño y el montaje del telégrafo en **Tinkercad**.
2. Se realiza el **montaje** de los componentes en la placa de prototipo, conectando un diodo LED, una pantalla LCD, un zumbador, un módulo Bluetooth y, por supuesto, la unidad **Arduino**.
3. Se instala una **aplicación** en el móvil que permite enviar y recibir mensajes via Bluetooth.
4. La placa recibe los mensajes, los traduce a morse y los reproduce mediante el zumbador y el LED.

Alfabeto Morse:


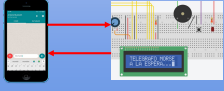



Fig. 3. Ficha explicativa del proyecto “Telegrafando”.

retroalimentación tanto visual, a través de un LED, como auditiva, mediante un zumbador. Todos estos componentes son controlados y coordinados por la plataforma Arduino. Para lograr un prototipo funcional, el estudiantado comenzó diseñando el sistema en Tinkercad, una plataforma de simulación de circuitos electrónicos. Este paso permitió visualizar y probar el diseño antes de implementarlo físicamente, lo que facilitó la identificación y corrección de posibles errores o mejoras en el diseño antes de la fase de construcción.

B. TuTIC

El proyecto “TuTIC” se llevó a cabo entre febrero y mayo de 2024. En el proyecto participaron 2 profesoras y 8 estudiantes (hombres) que realizaron un total de 7 proyectos.

La mayoría de los proyectos realizados se centraron en el ámbito del procesamiento de sonido, ya que este es uno

de los principales intereses de las personas usuarias de las entidades participantes. Sin embargo, también se desarrolló un medidor de humedad. En todos ellos, se emplearon técnicas de procesamiento de señal vistas en la asignatura. Los estudiantes tuvieron que entregar un manual para que el proyecto pueda replicarse en las sedes, así como una memoria similar a la de los Trabajos Fin de Grado, y exponer los resultados en una feria tecnológica. La evaluación del profesorado se llevó a cabo con una puntuación máxima de 2.5 puntos, y la coevaluación permitió obtener hasta 0.5 puntos

La Fig. 4 muestra el manual elaborado por uno de los estudiantes. El proyecto consistía en la creación de un medidor de ruido accesible, utilizando Arduino. Este dispositivo, diseñado teniendo en cuenta criterios de simplicidad y claridad, permite a las personas usuarias medir los niveles de ruido en

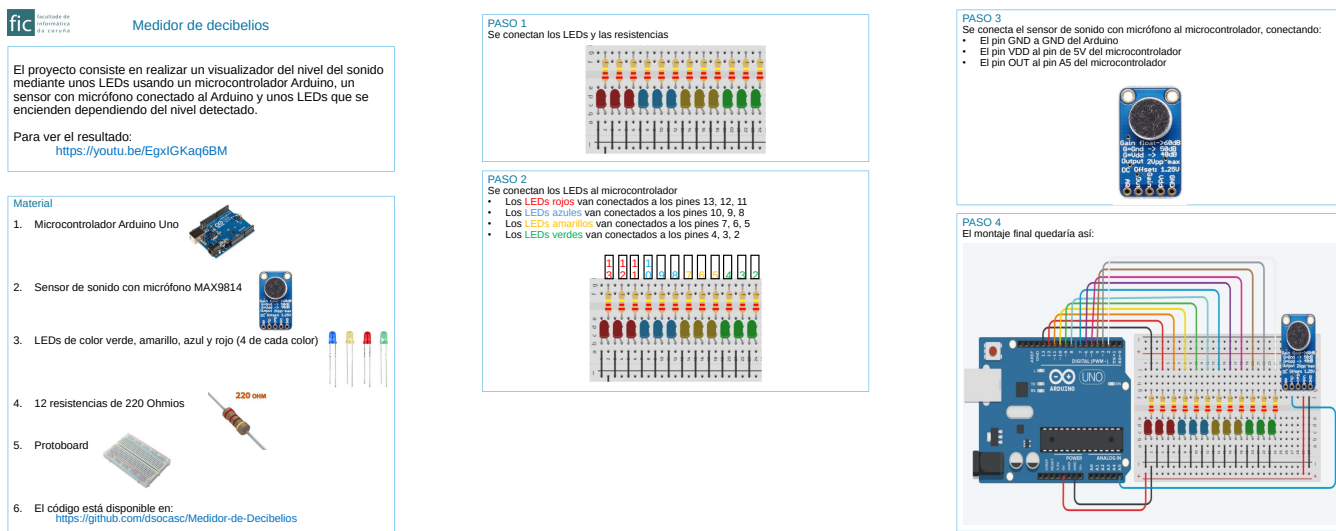


Fig. 4. Ficha explicativa del proyecto “Medidor de decibelios”.

su entorno sin complejidades. Utilizando un sensor de sonido, el dispositivo detecta el nivel de ruido y lo muestra a través de una interfaz visual sencilla formada por LED de distintos colores. Este enfoque visual ayuda a comprender mejor el entorno acústico y a desarrollar habilidades para regular sus respuestas frente al ruido. Además, el proyecto se enfoca en la replicabilidad y la accesibilidad, ofreciendo instrucciones claras y materiales económicos para que cualquiera pueda construir su propio medidor de ruido. La ficha incluye un enlace a un vídeo y a un repositorio para descargar el código.

IV. CONCLUSIONES

La experiencia educativa presentada en este artículo muestra cómo el empleo de Arduino permite al estudiantado de grado y máster adquirir habilidades prácticas y conocimientos técnicos relevantes para su futura vida laboral. Puesto que hemos trabajado con hardware de código abierto, los futuros profesionales y docentes exploran la programación, la electrónica y la ingeniería de una manera práctica y aplicada.

En el proyecto “Tecnología y Sociedad”, la integración de Arduino en el contexto de ApS prepara a futuros docentes en tecnología para una enseñanza efectiva y los equipa con las habilidades y la sensibilidad necesarias para fomentar un ambiente educativo inclusivo y enriquecedor. Los comentarios recibidos por el estudiantado reflejan una apreciación positiva hacia la actividad, destacando especialmente la oportunidad de interactuar con personas con diversas capacidades cognitivas. Sin embargo, uno de los aspectos a mejorar es el tiempo limitado para probar los proyectos antes de la feria, ya que varios participantes señalan que algunos proyectos incluían mecanismos de control susceptibles a fallos si eran utilizados por un gran número de personas.

Por otro lado, en el proyecto “TuTIC”, el hecho de desarrollar proyectos orientados a personas con diversidad cognitiva promueve que futuros graduados en Ingeniería Informática

sean conscientes de la necesidad de hacer desarrollos centrados en las personas. El estudiantado mostró gran interés tanto por el desarrollo de los proyectos como por el formato utilizado para presentar los resultados. Esperamos que pronto se puedan reproducir los proyectos en las sedes de las entidades.

Las docentes también aprecian enormemente esta actividad, ya que brinda al estudiantado y a las personas usuarias de las entidades la oportunidad de interactuar con la tecnología de manera divertida y educativa, poniendo en relación dos comunidades sociales que muchas veces se desconocen entre sí. Ha sido muy gratificante observar la satisfacción tanto del estudiantado como de las personas de distintas entidades.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la profesora B. Padín el haber tenido la gentileza de impartir una charla sobre experiencias de proyectos con Arduino en ESO y Bachillerato, y a las asociaciones y personas usuarias de Aspanaes, Asperga y Adcor por su participación y su enorme motivación.

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la Consejería de cultura, educación e universidade, Xunta de Galicia (ED431C 2020/15).

REFERENCIAS

- [1] B. A. Nejme, *Service-learning in the computer and information sciences: Practical applications in engineering education*, John Wiley & Sons, 2012.
- [2] A. W. Astin, L. J. Vogelgesang, K. Misa, J. Anderson, N. Denson, U. Jayakumar and E. Yamamura, “Understanding the effects of service-learning: A study of students and faculty.” *Report to the Atlantic Philanthropies*, vol. 1155, 2006
- [3] K. Buch, “Building community through service learning.” *Academic exchange quarterly*, vol. 12, no. 3, pp. 57, 2008. .
- [4] B. Jacoby, *Service-learning essentials: Questions, answers, and lessons learned*, John Wiley & Sons, 2014.
- [5] P. M. Castro, A. Ares-Pernas and A. Dapena, “Service-Learning Projects in University Degrees Based on Sustainable Development Goals: Proposals and Results.” *Sustainability*, vol. 12, no. 19, 2020