

Diseño integral de soluciones con base tecnológica: Prototipado de proyectos artísticos y funcionales mediante programación simple en dispositivos Arduino.

BANCO DE BUENAS PRÁCTICAS DOCENTES

BORJA IMAZ LUEJE,
EVA MARÍA CIRUGEDA ROLDAN,
JAN GARCÍA MORALES

 Universidad
Rey Juan Carlos



CENTRO DE INNOVACIÓN DOCENTE Y EDUCACIÓN DIGITAL
Universidad Rey Juan Carlos

I. La práctica

- **Título:** Diseño integral de soluciones con base tecnológica: Prototipado de proyectos artísticos y funcionales mediante programación simple en dispositivos Arduino. De la idea inicial a la solución real
- **Curso Académico:** 2024/2025
- **Asignatura:** Diseño de Equipamiento y Dispositivos
- **Área de conocimiento (Artes y humanidades, Ciencias de la Salud, Ciencias, Ciencias de la Comunicación, Ciencias de la Educación, Ciencias Jurídicas y Sociales o Ingenierías y Arquitectura):** Artes y Humanidades
- **Titulación:** Diseño Integral y Gestión de la Imagen
- **Grupo de Estudiantes:** Grupos 1 y 2 de prácticas – Campus de Aranjuez, Fuenlabrada y Quintana
- **Palabras clave:** arduino, programación, creatividad, diseño, innovación

En el **punto 2 (Justificación)** se expone la motivación de la práctica, centrada en la necesidad de renovar las prácticas docentes para aumentar el interés del alumnado y facilitar la conexión entre los contenidos tecnológicos de la asignatura y su futura actividad profesional. Se justifica la incorporación de metodologías activas y el uso de Arduino como herramienta para acercar la tecnología a estudiantes de perfil artístico.

En el **punto 3 (Desarrollo)** se describe el diseño completo de la práctica. En primer lugar, se detallan los objetivos generales y específicos, orientados al desarrollo de una solución tecnológica integral. A continuación, se presentan las metodologías docentes empleadas, como el aprendizaje cooperativo, basado en proyectos, Design Thinking, autoaprendizaje y simulación. También se recogen los recursos necesarios para su realización y se explica el proceso de desarrollo de la práctica, desde la propuesta del reto hasta la presentación final y entrega de la memoria.

En el **punto 4 (Resultados)** se analizan los efectos de la práctica mediante las calificaciones obtenidas, la calidad de los proyectos desarrollados y las encuestas de satisfacción del alumnado. Se destacan los buenos resultados académicos, la alta calidad técnica y estética de los trabajos, y la elevada valoración por parte de los estudiantes y en la evaluación docente.

En el apartado de **Conclusiones** se sintetizan los principales logros de la experiencia, destacando la adecuación de la práctica a la asignatura, su implantación progresiva y exitosa en distintos campus, y su contribución al desarrollo de competencias técnicas, creativas y transversales en el alumnado.

Finalmente, en el **punto 5 (Equipo docente)** se presenta al profesorado responsable de la práctica, describiendo brevemente su trayectoria académica e investigadora y su experiencia en los ámbitos tecnológicos relacionados con la actividad desarrollada.

2. Justificación

Este proyecto surge para renovar unas prácticas docentes cuyo interés había disminuido, debido a la dificultad del alumnado para relacionar los contenidos de la asignatura con su futuro profesional. Muchos estudiantes, con un perfil artístico y creativo, desconocen el componente científico y tecnológico que hay detrás de numerosos diseños actuales, especialmente la parte relacionada con la programación, que supone uno de los mayores retos.

Para aumentar la motivación y la implicación del alumnado se incorporan metodologías activas como el aprendizaje basado en problemas y en proyectos, así como el trabajo colaborativo. La asignatura se estructura mediante prácticas guiadas de dificultad progresiva, en las que los estudiantes adquieren de forma gradual los conceptos básicos de programación mediante montajes sencillos con Arduino. Posteriormente, realizan prácticas evaluables basadas en proyectos.

Como trabajo final, se plantea una práctica basada en Design Thinking, donde los alumnos, en grupo, identifican un problema real y desarrollan una solución tecnológica funcional. El proyecto se defiende públicamente y se acompaña de un prototipo y una memoria. Esta metodología se implantó de forma progresiva en distintos campus, obteniendo resultados muy positivos incluso en grupos numerosos.

3. Desarrollo

Objetivos

Objetivo General: Elaborar una solución integral para un problema/proyecto de diseño en cual se debe utilizar una placa Arduino como sistema base para su funcionamiento.

Objetivos específicos:

- **Propuesta de solución integral para un reto/proyecto/problema específico:** Los alumnos plantean un problema que requiere solución como: un reto real de la sociedad, un proyecto personal o problema simulado. Cada grupo, formado por 2 o más alumnos, debe trabajar en un proyecto distinto. En casos de retos reales complejos, pueden dividirse en problemas más sencillos y varios grupos trabajar en las distintas problemáticas del reto.

- **Diseño y planificación de la solución integral propuesta:** Los alumnos en sus grupos deben proponer una solución basada en el uso de un dispositivo Arduino, estableciendo las necesidades que van a cubrir, como lo van a hacer y determinados las funcionalidades a programar en la placa y el resto de los elementos eléctricos que necesitaran para su correcto desarrollo.
- **Maquetación de la solución propuesta:** Los alumnos deben realizar maquetas que simulen la interfaz creativa con el usuario final, de forma que el destinatario del proyecto pueda validar su funcionamiento y vea correctamente implementada su funcionalidad. En la realización de la maqueta pueden colaborar con otras asignaturas y utilizar cualquier material que consideren más adecuado para cumplir su objetivo final.
- **Programación en Arduino de la solución propuesta:** Los alumnos deben programar todas las funcionalidades consideradas en la etapa de diseño y planificación utilizando una de las placas Arduino disponibles en el laboratorio. Debe utilizar el lenguaje de programación adquirido en las clases previas para su desarrollo.
- **Testeo y validación del funcionamiento correcto:** Los alumnos disponen de clases específicas supervisadas por un docente y tutorizadas para testear parcialmente el correcto funcionamiento de la maqueta realizada y de la solución propuesta.
- **Presentación de la solución ideada:** En la última sesión de prácticas docentes se realiza la presentación del proyecto. Esta presentación debe describir la problemática planteada y como su solución da respuesta a ella. Se busca que el alumnado sea capaz de transmitir los principales detalles de la problemática y realizar una correcta defensa de su solución, razonando las dificultades encontradas en el desarrollo del proyecto, así como posibles mejoras de este.
- **Demostración del funcionamiento de la solución prototipada.** Tras la presentación, los alumnos deben realizar una demostración del funcionamiento del prototipo o maqueta diseñado. En ella se validará el correcto funcionamiento de todas las partes incluidas en la solución de forma visual.
- **Elaboración de una memoria de proyecto profesional:** los alumnos deben realizar una memoria del proyecto realizado de forma profesional. Deben incluir un descriptivo de la problemática planteada, y la solución propuesta. Debe incluir un listado de materiales utilizados, y el código realizado, así como una estimación del coste real de la solución propuesta.

Metodologías

Las metodologías docentes aplicadas en el desarrollo de la práctica propuesta son:

Aprendizaje Cooperativo: los estudiantes trabajan en grupos de 2 o más alumnos. El número de alumnos por grupo depende del volumen de estudiantes matriculados. Los alumnos deben pensar un reto al cual quieran dar una solución y trabajar de forma autónoma y conjunta.

Aprendizaje basado en proyectos (ABP) en problemas (ABPs) y/o en retos (ABR). Aunque se fomenta que los alumnos propongan sus propias problemáticas, en grupos numerosos se ofrecen proyectos de cursos anteriores como referencia, siempre que incorporen mejoras o elementos innovadores. En otros casos, se recurre a escenarios ficticios que facilitan el trabajo y la creatividad, promoviendo la investigación, la discusión y el pensamiento crítico.

Design Thinking. Los alumnos deben proponer una solución integral y funcional para el problema/reto propuesto. Para ello trabajan en equipos completando las distintas etapas que conllevan el diseño de la solución, la definición de las funcionalidades, la programación del sistema completo y finalmente el prototipado y testeo de la solución para su correcta demostración.

Aprendizaje autónomo o autoaprendizaje: Los alumnos que trabajan en grupo gestionan su propio aprendizaje buscando los recursos necesarios a su alcance para desarrollar de forma satisfactoria la solución integral propuesta. Los alumnos disponen de 4 o 5 sesiones para la realización de la práctica, durante las cuales el docente puede supervisar y resolver las dudas que puedan surgir en el desarrollo de la práctica.

Simulación: Los alumnos disponen de TinKerCad, un software específico que permite simular el funcionamiento real de los dispositivos sobre la placa Arduino. Este simulador les facilita el desarrollo de la práctica y les permite realizar pruebas, antes implementar experimentalmente el dispositivo.

Recursos para la realización de la práctica

Para el correcto desarrollo de esta práctica se utilizan distintos recursos, los cuales se detallan a continuación:

Aula informática: se necesita un aula informática con ordenadores donde los alumnos puedan utilizar el simulador TinKerCad y conectar las placas Arduino para subir los códigos desarrollados

Arduino Starter Kit: Se trata de un pack que contiene una placa Arduino UNO y más de 100 dispositivos electrónicos con los que poder realizar los más de 15 proyectos educativos que se facilitan en el libro incluido en el pack. Este pack se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, donde se observa que además de la placa Arduino y la placa de montaje aparecen distintos componentes necesarios para el desarrollo de los proyectos.

TinKerCad: es un simulador de Autodesk accesible mediante la cuenta institucional del alumnado, que permite emular el funcionamiento de sistemas basados en Arduino sin necesidad de utilizar la placa física. La herramienta posibilita el diseño de circuitos electrónicos y la programación tanto en código Arduino como

mediante bloques, lo que facilita el aprendizaje a estudiantes con conocimientos básicos de programación. Además, permite simular el comportamiento del circuito y la interacción con sus componentes, validando el correcto funcionamiento del sistema antes de su implementación en la placa real.

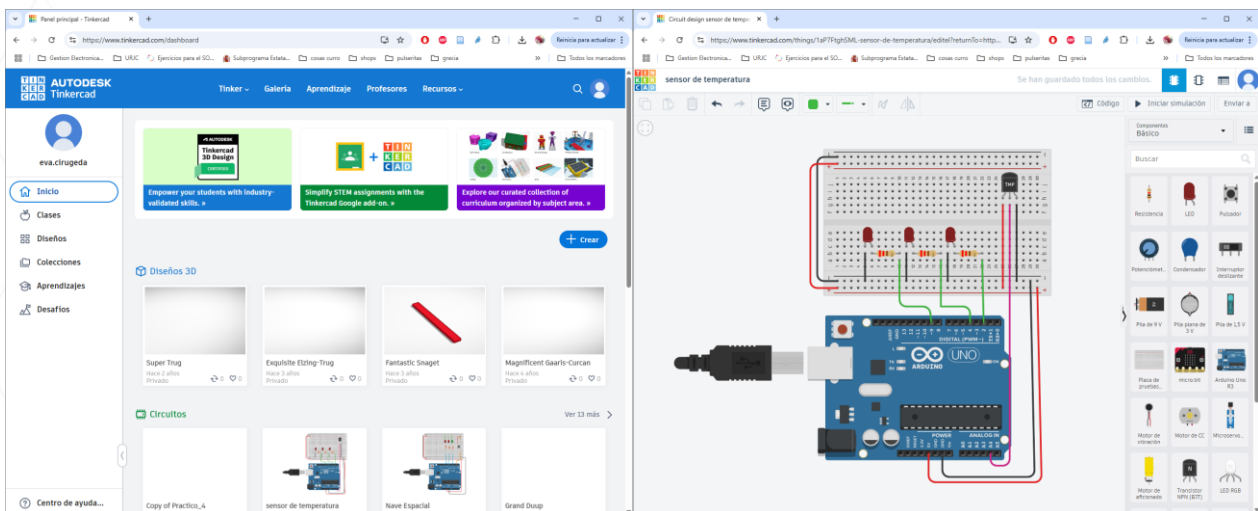


Figura 1. Interfaz de inicio de TinKerCad e interfaz de diseño de un circuito en TinKerCad

Desarrollo de la práctica

El desarrollo de la práctica sigue una estructura organizada en varias etapas.

1. Cada grupo de estudiantes, formado por dos o más alumnos, debe proponer una problemática o reto real que desee abordar, así como una posible solución tecnológica.
2. La propuesta de cada grupo se presenta al profesor responsable de la práctica para su revisión inicial.
3. El docente evalúa si la complejidad del reto y de la solución planteada es adecuada y si se ajusta a los objetivos y competencias de la asignatura. En caso necesario, propone modificaciones o alternativas para garantizar el correcto desarrollo de la práctica.

Estas tres primeras fases se desarrollan durante un periodo de **dos a tres semanas**, coincidiendo con la última sesión de las prácticas guiadas y la finalización de las prácticas evaluables. En esta etapa se definen también los hitos u objetivos que deberán alcanzarse.

4. Una vez validada la propuesta, los alumnos diseñan el proyecto y concretan las funcionalidades que debe cumplir la solución.
5. Se identifican los componentes electrónicos necesarios para el desarrollo del proyecto, aportando aquellos que no estén disponibles en el laboratorio según la normativa del centro.

6. Los estudiantes desarrollan la solución completa: programación, construcción del prototipo, simulación inicial y validación final sobre la placa Arduino, contando con la supervisión del docente durante al menos cuatro sesiones de laboratorio.
7. La práctica finaliza con una sesión de presentación y evaluación, en la que cada grupo expone y demuestra el funcionamiento de su prototipo.
8. Finalmente, los alumnos entregan una memoria en el aula virtual donde se documentan los componentes utilizados, el diseño del circuito, las funcionalidades implementadas y el código desarrollado.

4. Resultados

Metodología de análisis

El impacto de esta práctica ha sido analizado empleando diferentes herramientas: calificaciones del alumnado, calidad de los trabajos realizados y encuestas de satisfacción realizadas al alumnado.

Resultados

Todos los trabajos desarrollados han cumplido con las competencias previstas en la asignatura, presentando una alta calidad tanto a nivel estético como funcional. En particular, los proyectos evidencian una sólida base tecnológica, con un adecuado dominio de la programación y de los conocimientos de electricidad y electrónica, lo que pone de manifiesto las destrezas adquiridas por el alumnado mediante esta práctica.

Como ejemplo, la Figura 2 muestra uno de los proyectos realizados: una maqueta de un juego interactivo (*Snake*). En este trabajo, los estudiantes programaron un dispositivo Arduino para interactuar con una pantalla de LEDs, permitiendo el desplazamiento de una “serpiente” en busca de una luz encendida que actúa como objetivo. El sistema implementa las mecánicas completas del juego, incluyendo el control mediante joystick, el cambio de dirección en los límites de la pantalla y el crecimiento de la serpiente al alcanzar el objetivo. Se trata de un proyecto con una elevada dificultad tecnológica y una maquetación coherente con la idea planteada, que además fue presentado en la exposición *Industrias Creativas*, celebrada los días 21 y 24 de mayo en el Antiguo Cuartel de Pavía.



Figura 2 Ejemplo de proyecto desarrollado en la práctica: maquina recreativa del juego Snake

La calidad de los trabajos se refleja también en los resultados académicos. La Figura 2 muestra la nota media obtenida en la práctica (9,27) y la nota media final de la asignatura (8,15). Aunque la práctica representa únicamente un tercio de la evaluación total, **su impacto positivo en el resto de las actividades demuestra su utilidad como herramienta de refuerzo y consolidación de contenidos.**

Las encuestas de valoración confirman igualmente una **alta aceptación por parte del alumnado.** Según los resultados recogidos en la Figura 3, el 86,67% de los estudiantes se declaró satisfecho o muy satisfecho con la metodología de prácticas, y el 80% consideró que esta fue adecuada para la adquisición de conocimientos sobre microcontroladores. Esta valoración positiva se refleja también en la evaluación docente global de la asignatura, que alcanzó una puntuación media de 4,63 sobre 5 (Figura 4).

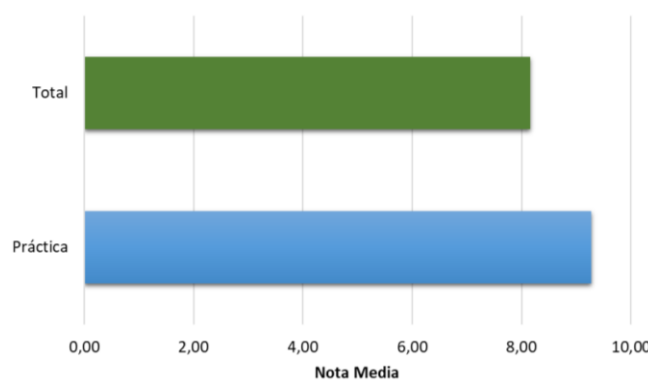
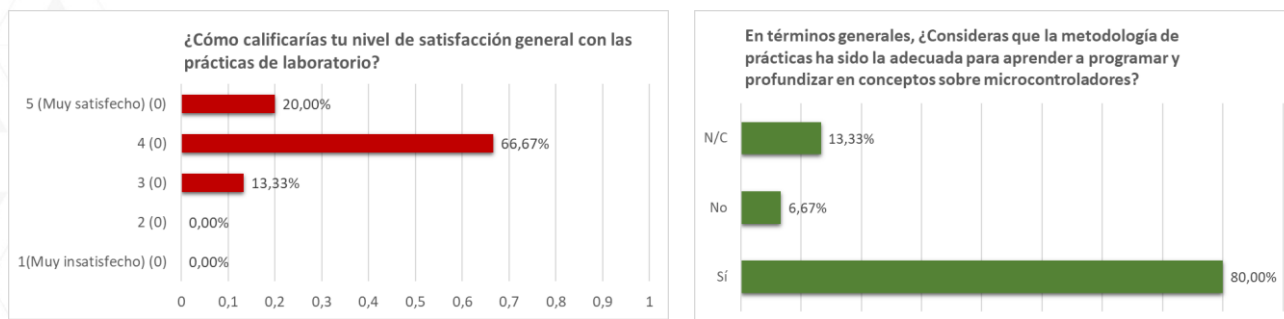


Figura 3. Nota media del alumnado. Curso 24/25: Práctica candidata (azul), y Total de la asignatura (verde).



(a)

(b)

Figura 3. Resultados de la encuesta satisfacción sobre las prácticas de la asignatura, en concreto, a las preguntas: (a) sobre satisfacción de las prácticas; (b) sobre los conocimientos adquiridos.

Esta satisfacción del alumnado también se ha visto en la **valoración docente global de la asignatura**, obteniéndose puntuaciones muy altas, del 4,63 sobre 5, como se observa en la Fig. 4.

Alumnos encuestados: 31

Alumnos matriculados: 44

Participación (*) : 70,5%

VALORACIÓN GLOBAL

4,63

(escala 1 a 5)

Figura 4. Participación y valoración global del docente en la asignatura.

Conclusiones

Se ha desarrollado una práctica docente adaptada a la asignatura Diseño de Equipamiento y Dispositivos, perteneciente al Grado en Diseño Integral y Gestión de la Imagen de la URJC y a sus dobles grados asociados. Dado que la asignatura se imparte en varios campus, la implantación de la práctica se realizó de forma progresiva desde el curso 2021/2022, comenzando con grupos reducidos, hasta su aplicación completa en los campus de Quintana, Fuenlabrada y Aranjuez en el curso 2023/2024. El curso 2024/2025 ha sido el segundo de implantación total y ha confirmado los buenos resultados obtenidos.

El objetivo principal de la práctica es que los estudiantes diseñen y desarrollen una solución tecnológica basada en Arduino para resolver una problemática planteada por ellos mismos. De este modo, se pretende acercar a alumnado de perfil artístico a conceptos tecnológicos clave de la asignatura, reforzando los contenidos teóricos y fomentando una visión transversal del diseño de productos y dispositivos.

La práctica se apoya en metodologías activas como el aprendizaje cooperativo, basado en proyectos y el aprendizaje autónomo. Los alumnos trabajan en pequeños grupos, plantean una problemática con apoyo del docente y desarrollan una solución funcional que debe cumplir requisitos técnicos, estéticos y de usabilidad. Para ello cuentan con recursos como simuladores, ejemplos de proyectos previos y sesiones prácticas supervisadas. El trabajo finaliza con una defensa pública del prototipo y una demostración de su funcionamiento.

Los resultados han sido muy satisfactorios, tanto en la calidad de los dispositivos desarrollados como en las competencias adquiridas por el alumnado, destacando habilidades relevantes para su futuro profesional. Esto se ha reflejado en altas calificaciones y en una elevada satisfacción del alumnado, según las encuestas de valoración docente y de la propia práctica.

5. Equipo docente



Borja Imaz Lueje

Borja Imaz-Lueje obtuvo los títulos de Graduado, Máster y Doctor en Ingeniería de Telecomunicación por la Universidad de Oviedo en 2017, 2019 y 2023, respectivamente. Desde 2016 desarrolla labores docentes e investigadoras en el área de Teoría de la Señal y Comunicaciones de dicha universidad. Su investigación se centra en el análisis y diseño eficiente de antenas en configuraciones complejas. Entre 2018 y 2019 trabajó como investigador adjunto en Rohde & Schwarz GmbH & Co KG, en el departamento de medidas OTA y sistemas de rango compacto (CATR). Inició su tesis doctoral en 2019 con una ayuda FPU. Ha participado en doce proyectos de investigación, es coautor de nueve artículos en revistas de alto impacto y más de veinte contribuciones a congresos, y colabora como revisor en revistas IEEE.



Eva María Cirugeda Roldan

Eva María Cirugeda Roldan es Ingeniera Superior en Telecomunicaciones (2009) y Máster en Ingeniería Biomédica (2010) por la Universidad de Zaragoza. Realizó el doctorado mediante una beca FPI en el departamento de informática, sistemas y computadores en la Universidad Politécnica de Valencia entre 2010 y 2014. Tras finalizar sus estudios de doctorado, trabajó en diversas consultorías tanto en ámbito nacional como internacional. En 2018, retoma la actividad investigadora en el departamento de ingeniería electrónica en la universidad de Castilla La-Mancha y posteriormente inicia su

actividad como profesor ayudante doctor en la en el área de tecnología electrónica de la Universidad Autónoma de Madrid. En diciembre 2021 se incorpora como profesora ayudante doctor al área de teoría de la señal y comunicaciones de la Universidad Rey Juan Carlos de Madrid. En 2025 obtiene una plaza profesor permanente laboral, donde actualmente imparte docencia en distintos grados pertenecientes a la escuela de ingeniería de Fuenlabrada.

Eva es coautora de 12 artículos indexados JCR siendo primera autora en 8 de ellos. Además, cuenta con 12 contribuciones a congresos internacionales siempre en el ámbito de la ingeniería biomédica y, en particular, en el ámbito de patologías cardíacas.



Jan García Morales

Jan García Morales es Ingeniero en Telecomunicaciones y Electrónica por la Universidad Central de Las Villas (Cuba, 2008), Máster en Tecnologías de la Información por la Universidad de las Islas Baleares (2013) y Doctor en TIC por la misma universidad (2018), con financiación del Govern Balear en el proyecto AM3DIO. Fue distinguido con el Premio SANTANDER-UIB a los mejores doctorandos.

los mejores doctorandos.

Desde 2023 es profesor en la Universidad Rey Juan Carlos (Madrid). Su investigación se centra en mejorar la eficiencia espectral y energética en sistemas Cell-free, así como en tecnologías “verdes” para redes móviles. También trabaja en la gestión de recursos de radio para 5G/B5G (capa PHY) y en soluciones de RAN Slicing (capa MAC). Participa en proyectos como AM3DIO, TERESA, ELISA y AUTOWARE.