



**Universidad Internacional de La Rioja**  
**Facultad de Educación**

**Trabajo fin de máster**

# Aprendizaje basado en proyectos mediante competición con Arduino en Tecnología de 4º ESO

**Presentado por:** Salvador Barceló Adrover

**Tipo de trabajo:** Propuesta de intervención

**Director/a:** Oliver Fernández González

**Ciudad:** Felanitx

**Fecha:** Enero 2020

## Resumen

En este trabajo de fin de máster se presenta una propuesta de intervención en forma de unidad didáctica diseñada para la asignatura de tecnología de 4º de ESO. En la unidad didáctica desarrollada se trabaja la programación de una forma práctica sobre la plataforma libre Arduino desarrollando programas en el ámbito de la robótica.

En la propuesta de intervención presentada se trabaja mediante la metodología didáctica de trabajo en equipo y aprendizaje basado en proyectos, combinándolo con un componente de gamificación con el objetivo de incrementar la motivación de los estudiantes para lograr un mejor desempeño por parte de los alumnos en el desarrollo de los proyectos.

La estructura de actividades propuesta, introduce gradualmente al estudiante en el método de trabajo por proyectos, metodología que puede resultar totalmente desconocida para ellos en la etapa de educación secundaria. Para conseguir una adaptación progresiva a esta forma de trabajo se proponen actividades introductorias en las que se deben desarrollar pequeños proyectos con el objetivo de adquirir los correctos hábitos de trabajo, para finalizar con un proyecto de mayor envergadura.

Un aspecto al que se da mucha importancia en el desarrollo de la propuesta, es el fomento de la competencia de aprender a aprender, muy importante en el campo de la tecnología, dado que es un área en la cual los conocimientos quedan obsoletos rápidamente. La unidad didáctica se ha enfocado a enseñar a los estudiantes a crear su propio conocimiento, partiendo de unos conceptos básicos imprescindibles sobre los que ellos mismos construyan su conocimiento mediante la experiencia y la ayuda de recursos online disponibles libremente. La naturaleza libre y abierta de Arduino es fundamental para este aspecto.

Otro aspecto destacable de la propuesta presentada consiste en que el alumno participa activamente no solo en el proceso de aprendizaje sino también en el de enseñanza ya que se plantea que los estudiantes actúen como docentes ante sus compañeros explicando cómo han desarrollado sus proyectos.

**Palabras clave:** *aprendizaje basado en proyectos, Arduino, programación, tecnología.*

# Abstract

In this master's thesis, an intervention proposal is presented in the form of a didactic unit designed for the technology course of 4<sup>th</sup> of ESO. In the developed didactic unit, programming is practiced in a practical way on the free Arduino platform, developing programs in the field of robotics.

In the proposed intervention presented, we work through the didactic methodology of teamwork and project-based learning, combining it with a gamification component with the objective of increasing the motivation of the students to achieve a better performance by the students in the project development

The proposed activity structure, gradually introduces the student to the method of project work, a methodology that may be totally unknown to them in the secondary education stage. In order to achieve a progressive adaptation to this form of work, introductory activities are proposed in which small projects must be developed with the objective of acquiring the correct work habits, to end with a larger project.

One aspect that is very important in the development of the proposal is the promotion of the competence to learn to learn, very important in the field of technology, given that it is an area in which knowledge quickly becomes obsolete. The didactic unit has focused on teaching students to create their own knowledge, based on essential basic concepts on which they themselves build their knowledge through the experience and help of freely available online resources. The free and open nature of Arduino is fundamental to this aspect.

Another notable aspect of the proposal presented is that the student actively participates not only in the learning process but also in the teaching process since it is proposed that students act as teachers before their classmates explaining how they have developed their projects.

**Keywords:** project-based learning, *Arduino*, *programming*, *technology*.

# ÍNDICE

1	Introducción.....	1
1.1	Justificación.....	1
1.2	Planteamiento del problema.....	2
1.3	Objetivos.....	3
1.3.1	Objetivo general.....	3
1.3.2	Objetivos específicos.....	3
2	Marco Teórico.....	4
2.1	Arduino.....	4
2.1.1	Software libre.....	6
2.1.2	Software libre en educación.....	7
2.1.3	Hardware libre.....	9
2.2	Metodologías innovadoras y habilidades STEM.....	10
2.3	Aprendizaje basado en proyectos.....	12
2.3.1	Origen, definiciones y características.....	12
2.3.2	Fases de un proyecto.....	15
2.4	ABP en educación secundaria.....	17
2.5	ABP en tecnología de secundario.....	18
2.6	Gamificación en educación secundaria.....	20
3	Propuesta de Intervención.....	22
3.1	Presentación de la propuesta.....	22
3.2	Contextualización de la propuesta.....	22
3.3	Intervención en el aula.....	24
3.3.1	Objetivos.....	24
3.3.2	Competencias.....	26
3.3.3	Contenidos.....	27
3.3.4	Metodología.....	28
3.3.5	Cronograma.....	29
3.3.6	Actividades.....	30
3.3.7	Recursos.....	46
3.3.8	Evaluación.....	47
3.3.9	Atención a la diversidad.....	53
3.4	Evaluación de la propuesta.....	53
4	Conclusiones.....	55
5	Limitaciones y prospectiva.....	57
6	Referencias bibliográficas.....	58

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje.....	28
Tabla 2: Cronograma de la unidad didáctica.....	30
Tabla 3: Actividad 1. Presentación de la unidad didáctica .....	34
Tabla 4: Actividad 2. Introducción a Arduino .....	35
Tabla 5: Recursos online oficiales de Arduino .....	36
Tabla 6: Actividad 3. Entradas y salidas.....	37
Tabla 7: Actividad 4. Actuadores .....	39
Tabla 8: Actividad 5. Sensores.....	41
Tabla 9: Actividad 6. Desarrollo de un proyecto .....	44
Tabla 10: Actividad 7. Exposición y evaluación del proyecto .....	45
Tabla 11: Distribución de la calificación de la unidad didáctica.....	47
Tabla 12: Rúbrica para las actividades 3, 4 y 5.....	48
Tabla 13: Rúbrica del desarrollo del proyecto .....	49
Tabla 14: Rúbrica del informe del proyecto.....	50
Tabla 15: Rúbrica de la presentación del proyecto .....	51
Tabla 16: Rúbrica de actitud y participación .....	52
Tabla 17: Coevaluación del grupo .....	52
Tabla 18: Matriz DAFO .....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Referencia de la función digitalRead.....	36
Figura 2: Conexión de elementos básicos a la placa Arduino .....	38
Figura 3: Conexión de un servomotor a la placa de Arduino .....	40
Figura 4: Conexión de un sensor de luz y varios leds.....	43
Figura 5: Sensor de temperatura y humedad .....	43
Figura 6: Sensor de luz .....	43
Figura 7: Sensor de proximidad .....	43
Figura 8: Sensor seguidor de línea .....	43

# 1 Introducción

## 1.1 Justificación

Vivimos en una época en la que el mundo está cada vez más informatizado, la tecnología avanza a pasos agigantados y cada vez los cambios son más rápidos. Lo llamamos la era digital. La automatización y la conexión a las redes de datos llega cada día a más elementos, tanto de la vida cotidiana como del mundo industrial. Este cambio está impulsado por los grandes avances que la tecnología electrónica ha experimentado especialmente en las dos últimas décadas y que se prevé continua en la misma línea. En cuestión de décadas hemos pasado de enormes ordenadores con altos consumos energéticos y con una potencia de cálculo relativamente escasa, a dispositivos portátiles ultraligeros alimentados con baterías, permanentemente conectados y con una potencia de cálculo inmensa en comparación a lo existente años atrás.

La evolución de la electrónica ha permitido reducir enormemente el tamaño y el consumo de los circuitos integrados, y a su vez aumentar exponencialmente su complejidad y potencia. Los chips crecen en complejidad integrando a cada generación más sistemas en un mismo circuito integrado, son los llamados SoC (System on a Chip). Estos dispositivos cuentan con múltiples elementos tales como procesadores, módulos de comunicación, memoria, DSP (Digital Signal Processor), antenas, etc. en un mismo chip. De esta forma se reduce enormemente las dimensiones del sistema completo en comparación con la tendencia predominante en el pasado en la que el sistema completo estaba formado por multitud de chips. La miniaturización de los sistemas electrónicos, la reducción de consumo de éstos junto con el gran abaratamiento que han experimentado en los últimos años hacen que cada vez sea más sencillo incorporar miniordenadores a casi cualquier objeto. Esto nos conduce inexorablemente a un concepto del que se habla mucho actualmente, el internet de las cosas (IoT, Internet of Things). Este concepto hace referencia al hecho de incorporar elementos informáticos y conexión a la red a todo tipo de objetos cotidianos, desde electrodomésticos (neveras, lavadoras, etc.), coches e incluso bombillas (Alcaraz, 2014).

Toda esta evolución tecnológica nos lleva a la necesidad de proporcionar una buena formación que incluya las nuevas tecnologías ya que es evidente que cada vez están más integradas en todos los niveles de la vida diaria. Dada la expansión de los sistemas informáticos a todos los ámbitos resulta cada vez más útil, a la vez que necesario, disponer de unos conocimientos, aunque sean a nivel básico, del funcionamiento de los procesadores y de cómo se desarrollan los programas que hacen que cumplan su función. El desconocimiento de las nuevas tecnologías podría verse como el nuevo analfabetismo. Esto lleva a la necesidad de

incluir en las aulas la programación, en alguno de los de los lenguajes existentes (Czernik, 2006).

Arduino resulta una plataforma de desarrollo muy adecuada ya que se trata de un sistema abierto, tanto a nivel software como a nivel hardware. Este hecho proporciona grandes ventajas en el ámbito educativo ya que el software es gratuito y el hardware muy asequible (Fisher y Gould, 2012). Además, se trata de una plataforma ampliamente extendida y por lo tanto con una enorme cantidad de recursos disponibles tanto software como hardware.

Arduino proporciona un sencillo entorno de desarrollo basado en una versión ligeramente simplificada del lenguaje de programación C, pudiendo incluir características de C++. El lenguaje C es uno de los más extendidos a nivel mundial y es un buen candidato para enseñar programación a un nivel básico.

Dado el rápido cambio que experimenta la tecnología se requiere que los alumnos no solo aprendan unos conocimientos, sino que aprendan a buscar y a adquirir los conocimientos necesarios para resolver nuevos problemas, es decir aprender a aprender. De esta forma se les ayuda a ser capaces de seguir el ritmo a los cambios tecnológicos en lugar de quedarse estancados en unos conocimientos que quedarán obsoletos en poco tiempo. La metodología del aprendizaje basado en proyectos fomenta la autonomía por parte del alumno necesaria para cumplir estos objetivos. Además de incentivar la cooperación y el trabajo en equipo al realizar los proyectos en grupos.

## **1.2 Planteamiento del problema**

A partir de la exposición previa, este trabajo de fin de máster presenta una propuesta de intervención en el aula enfocada a proporcionar al alumno unos conocimientos básicos sobre programación que le sirvan de punto de partida. Además de proporcionarle las conocimientos y herramientas necesarias para permitirle ampliar esos conocimientos de forma autónoma. Mediante la metodología de aprendizaje basado en proyectos se fomentará la capacidad de los alumnos de resolver por su cuenta los retos planteados. Empezando por retos sencillos, progresivamente si irá incrementando la complejidad, hasta culminar en el proyecto final.

Tal como concluyen Sánchez, Corbí y Gómez (2007), uno de los problemas más extendidos en la educación es la falta de interés, con el objetivo de incentivar el interés y la dedicación al proyecto se aplicará una estrategia de competición entre los grupos de alumnos. Los grupos de alumnos deberán superar cada uno de los retos planteados tratando de superar al resto de grupos. A su vez cada grupo puede aprender de las diferentes formas de resolver el problema que han hallado otros grupos.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

El objetivo general de este trabajo de fin de máster consiste en desarrollar una propuesta de intervención educativa para la asignatura de tecnología de 4º de la ESO para proporcionar las bases necesarias para que el alumno sea capaz de aprender programación básica sobre la plataforma Arduino aplicando una metodología de aprendizaje basado en proyectos a modo de competición entre grupos de alumnos con el objetivo de fomentar el trabajo en equipo y la motivación del alumno.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Introducir conceptos generales de programación y técnicas específicas de la programación sobre Arduino, proporcionando las herramientas fundamentales para que los alumnos sean capaces de buscar recursos y soluciones por su cuenta a los problemas planteados.
- Aplicar una metodología de aprendizaje basado en proyectos formando grupos de alumnos buscando heterogeneidad a la vez que cohesión entre los miembros de cada grupo, fomentando la participación activa de todos los miembros del grupo, la repartición equitativa de tareas y la comunicación.
- Aplicar una estrategia de competición en la que los grupos de alumnos compitan entre ellos para superar los retos planteados y posteriormente expliquen y compartan las mejores soluciones halladas a cada reto.
- Desarrollar retos de dificultad incremental y que sean piezas individuales que convergen en un proyecto final.

## 2 Marco Teórico

En los próximos apartados se detallará y justificará tanto las metodologías aplicadas en la presente propuesta de intervención como la base tecnológica sobre la que se realizarán las actividades planteadas. Se dará un énfasis especial al concepto de software y hardware libre ya que supone uno de los pilares básicos de la propuesta.

### 2.1 Arduino

Arduino es una plataforma de desarrollo que incluye tanto dispositivos electrónicos como el software necesario para desarrollar todo tipo de aplicaciones sobre ellos. Una de las características más destacables de Arduino es que se trata de una plataforma abierta. Tanto el entorno de programación, llamado Arduino IDE (Integrated Development Environment), como las librerías son software de código abierto. Además del software de desarrollo, el hardware también es libre, estando disponibles los diseños de las placas de circuito impreso (Arduino, s.f.).

La plataforma Arduino no se limita a los productos oficiales de Arduino (software y hardware) sino que al tratarse de una plataforma abierta existen gran cantidad de productos que permiten expandir sus posibilidades. Estos productos incluyen dispositivos hardware de todo tipo, desde placas (con microcontrolador) con características diferentes a los productos oficiales, a todo tipo de módulos de expansión. Los módulos de expansión incluyen gran variedad de dispositivos de todo tipo. Incluyendo sensores (temperatura, humedad, luz, proximidad, ...), actuadores tales como drivers para servomotores o módulos de comunicación (Ethernet, WiFi, GSM/GPRS, 3G, GPS, ...).

Arduino ofrece múltiples ventajas para su uso en educación de las que podemos destacar las siguientes (Arduino, s.f.):

- **Económico:** son comparablemente baratos respecto a otros productos basados en microcontroladores. Sus versiones más simples se pueden adquirir actualmente por menos de 20€.
- **Multiplataforma:** El software de desarrollo de Arduino (IDE) es multiplataforma pudiendo ejecutarse sobre los sistemas operativos Windows, Linux y MacOS. Además de las versiones instalables localmente, también existe una versión online, llamada Arduino Web Editor, que permite trabajar a través de un navegador Web.
- **Código abierto y extensible:** El software de desarrollo se publica de forma abierta, permitiendo su estudio y extensión. Los diseños del hardware también

se publican de forma libre bajo licencia Creative Commons, permitiendo crear dispositivos basados en ellos.

- Entorno de programación amigable: El entorno de programación de Arduino resulta sencillo y limpio tanto para principiantes a la vez que proporciona la flexibilidad requerida por desarrolladores avanzados.

De entre las ventajas que proporciona Arduino podemos destacar especialmente el factor económico, ya que resulta importante en prácticamente cualquier ámbito y la educación no es una excepción. Tal y como ya se ha destacado previamente los productos Arduino son baratos comparándolos con otros dispositivos basados en microcontroladores. Las versiones más simples de los dispositivos Arduino pueden adquirirse actualmente (2019) por menos de 20€. Además, el hecho de que los diseños sean abiertos permite incluso fabricar uno mismo los módulos a mano sin necesidad de compleja maquinaria.

Su bajo precio, además de contribuir a reducir los costes de los centros educativos, permite incluso que los alumnos dispongan de sus propios dispositivos en caso de tener un especial interés en la materia, fomentando la curiosidad por la tecnología y el autoaprendizaje.

Respecto a la programación de los dispositivos Arduino, aunque existen variedad de opciones, el lenguaje proporcionado oficialmente consiste es una versión simplificada del lenguaje C. Este lenguaje también incluye características de programación orientada a objetos propias del lenguaje C++. El lenguaje de programación C es el segundo lenguaje más usado a nivel mundial ligeramente por detrás de Java (datos de 2018) (CodingHub, 2019).

Junto al lenguaje, Arduino proporciona una extensa API (*Application Programming Interface*). Esta API está desarrollada sobre la base de Wiring (Arduino, s.f.). Wiring es una plataforma genérica de código abierto para desarrollo de aplicaciones sobre microcontroladores (Wiring, s.f.).

La API de Arduino proporciona un acceso simplificado a las funcionalidades básicas de los microcontroladores, permitiendo elaborar programas de forma muy sencilla sin necesidad de entrar en los detalles técnicos a bajo nivel para el acceso a los diferentes recursos hardware. Las principales funcionalidades que ofrece este conjunto de librerías, y que podemos destacar por su relevancia son las siguientes:

- Lectura y escritura de entradas y salidas digitales.
- Lectura de entradas analógicas.
- Comunicación a través del puerto USB (incluido en la mayoría de placas Arduino).

A parte de estas librerías generales que incluyen los aspectos más básicos del uso de microcontroladores, la compañía Arduino también proporciona librerías que permiten utilizar de forma sencilla todos los recursos disponibles en las placas y módulos de expansión oficiales. Entre estas funciones podemos destacar principalmente las siguientes:

- Comunicación vía Ethernet y vía WiFi
- Lectura/escritura de tarjetas de memoria SD
- Comunicación vía GSM/GPRS
- Control de servomotores
- Control de motores paso a paso
- Visualización en pantallas TFT
- Comunicación vía Bluetooth

Los elementos (librerías y módulos) descritos anteriormente hacen referencia a los productos oficiales que ofrece Arduino. Sin embargo, la naturaleza abierta y libre, tanto del software como del hardware, de Arduino favorece el desarrollo sobre esta plataforma. Este hecho pone a disposición del usuario gran cantidad de dispositivos basados en Arduino fabricados por otros fabricantes. Podemos destacar Adafruit Industries (Adafruit, s.f.). En cuanto al software disponible libremente, existe una enorme cantidad de código distribuido libremente para todo tipo de aplicaciones.

### **2.1.1 Software libre**

El software libre es todo aquel software distribuido bajo una licencia que garantiza la posibilidad por parte del usuario de estudiar, modificar y utilizar el programa libremente. Esta libertad tiene como requisito fundamental que el software sea de código abierto (o como suele denominarse en inglés Open-Source) de tal forma que los usuarios tienen acceso al código fuente tal y como lo escribieron los desarrolladores. El software libre siempre debe ser de código abierto. Sin embargo, esta afirmación no es válida en sentido contrario. El hecho de que un software sea de código abierto no implica forzosamente que sea software libre puesto que el concepto de software libre implica más libertades que simplemente el acceso al código (Free Software Foundation, 2019).

En 1986 Richard Stallman, creador y hasta septiembre de 2019 presidente de la Free Software Foundation, publicó la siguiente definición de software libre.

*La palabra "libre" en nuestro nombre no se refiere al precio; se refiere a la libertad. Primero, a la libertad de copiar y redistribuir un programa a tus vecinos, para que ellos al igual que tú, lo puedan usar también. Segundo, a la libertad de cambiar un*

*programa, así podrás controlarlo en lugar que el programa te controle a ti; para esto, el código fuente tiene que estar disponible para ti. (Stallman, 1986)*

Esta definición realizada por Stallman incluye únicamente dos puntos a considerar. Posteriormente la definición de software libre ha sido ampliada por parte de la FSF (Free Software Foundation) hasta llegar a la definición actual, la cual incluye cuatro puntos llamados libertades (Free Software Foundation, 2019). Estas libertades se resumen en que un software libre debe poder usarse con cualquier finalidad, se debe poder analizar, copiar, modificar y redistribuir su código.

Existen multitud de proyectos de software libre desarrollados en colaboración por programadores de todo el mundo, muchos de ellos de forma altruista. Los hay en todos los ámbitos, algunos cuentan con una larga trayectoria y otros son más recientes. Algunos ejemplos relevantes son el sistema operativo Linux, el paquete de ofimática LibreOffice, proyecto Mozilla (Firefox, Thunderbird).

### **2.1.2 Software libre en educación**

Las peculiaridades propias del software libre, representadas en las cuatro libertades que lo definen, lo hacen especialmente atractivo para el entorno educativo por múltiples motivos tal como argumentan distintos autores.

Stallman (2003) publicó un artículo argumentando las razones por la que las escuelas deberían usar en exclusiva software libre y recalca que deberían ser los usuarios quienes insistan en que el software usado sea libre. Partiendo de las razones generales de que el software libre proporciona a los usuarios la libertad de controlar sus ordenadores y de cooperar con otros usuarios, Stallman proporciona una serie de motivos específicos para el entorno educativo que otros autores han remarcado (Adell y Bernabé, 2007).

1. El primer motivo es el económico, el software libre se puede copiar sin pagar licencias, lo que permite reducir el coste de dotar de software a los centros educativos. Además del beneficio para los alumnos, permitiéndoles instalarse en sus ordenadores personales el mismo software que usan en el centro educativo a coste cero.
2. La escuela debe enseñar a los alumnos valores, además de fomentar los hábitos que beneficien a la sociedad. El uso de software libre es beneficio para todos. Si los estudiantes descubren los beneficios del uso de software libre, y sus ventajas sobre el software propietario, continuaran usándolo cuando sean adultos. De esta forma la sociedad podrá liberarse del control y abusos de las grandes empresas propietarias del software privativo.

3. Gracias al software libre los estudiantes pueden aprender mejor cómo funcionan los ordenadores además de poder estudiar el código del software. Muchos jóvenes estudiantes serán futuros programadores y el software libre, al permitir el acceso al código fuente proporciona las herramientas necesarias para un mejor aprendizaje de la programación. El software cerrado no permite satisfacer la curiosidad y sus ansias de saber. En palabras del propio Stallman referente al software propietario “El conocimiento que buscas es secreto, ¡aprender está prohibido!”
4. Dejando de un lado la curiosidad por cómo están hechos y funcionan los programas que utilizan, los centros educativos deben transmitir valores a su alumnado. La cooperación y la solidaridad son la base de la sociedad. El software libre fomenta estos valores al permitir copiar y compartir software.
5. Usar software libre ayuda a la comunidad de usuarios y desarrolladores proporcionando a los estudiantes una lección práctica de civismo. Además, enseña que el beneficio a cualquier precio no es un buen modelo.

En un estudio realizado en América Latina se muestra la tendencia creciente al uso de software libre tanto en el sector privado y como en la administración del estado, y su idoneidad para la educación. En este estudio se señalan cuatro motivos destacables para el uso del software libre en educación (Cataldi y Salgueiro, 2007).

- Económicos. El software libre permite reducir los costes de licencias.
- Legales. Con el software libre no existen los problemas de piratería asociados a los softwares comerciales.
- Estratégicos. Las aplicaciones de software libre utilizan estándares abiertos. Esto garantiza la compatibilidad entre aplicaciones, y más importante, permite elegir la aplicación al no estar sometido a estándares propietarios.
- Morales. Fomenta el apoyo a desarrollos altruistas frente a grandes corporaciones.

También se han realizado estudios investigando la viabilidad del uso exclusivo de software libre en los centros educativos, concluyendo que exceptuando algunos casos muy específicos de aplicaciones sin una equivalente libre adecuado sí es viable una escuela que use exclusivamente software libre (Mora-Correño, 2012).

### 2.1.3 Hardware libre

En apartados anteriores se ha hablado de software libre y de código abierto y sus ventajas para los entornos educativos. Sin embargo, también existe el concepto de hardware libre (o abierto). El término hardware libre hace referencia a elementos físicos tales como dispositivos electrónicos o piezas mecánicas cuyos detalles de diseño, especificaciones técnicas y diagramas del diseño son de libre acceso. La diferencia fundamental del hardware libre respecto al software libre es que en este caso se requieren materiales y un proceso de fabricación, y por lo tanto no pueden ser gratis. En general, el software libre es gratis ya que no se requieren materiales, procesos de fabricación o equipamientos especiales para su creación. Por esta razón algunos autores consideran más adecuado llamarlo hardware de diseño libre (Stallman, 2015).

Dentro del hardware libre podemos encontrar diferentes tipos de hardware. En el campo de la electrónica, podemos encontrar desde diseños de placas de circuito impreso (PCB, Printed Circuit Board) hasta microprocesadores completos de diseño libre (OpenCores, s.f.). Evidentemente en este último caso se requiere de una compleja maquinaria para poder fabricarlo. Ya sean simples placas de circuito impreso o complejos circuitos digitales, el hecho de que los diseños sean libres abarata su coste y desvincula el hardware de un fabricante concreto (Fisher y Gould, 2012).

La aparición y abaratamiento de las impresoras 3D ha proporcionado a la comunidad otra gran fuente de hardware libre. Existen múltiples repositorios de diseños 3D de uso libre de todo tipo de objetos, desde piezas mecánicas para fabricación de robots a recambios para electrodomésticos. En gran variedad de ámbitos el hardware libre se ha abierto paso, incluso demostrando que es posible generar negocio mediante hardware libre (Pearce, 2017).

Un ámbito en el que los diseños libres resultan especialmente interesantes es en el área de la investigación científica, ya que esta requiere prototipos altamente especializados. Estudios demuestran que no sólo el uso, sino el desarrollo de hardware libre en la investigación científica contribuye a maximizar el beneficio obtenido de las inversiones, especialmente cuando se tratan de inversiones con fondos públicos (Pearce, 2015).

El hardware libre resulta muy adecuado en el campo de la educación. Gracias al libre acceso a los diseños, reducidos costes y compartición de recursos permite desarrollar soluciones muy adaptadas a las enseñanzas técnicas tal como demuestran la enorme cantidad de proyectos de bajo coste basados en hardware libre aplicados a la educación (Reguera, García, Domínguez, Prada y Alonso, 2015) (Mondada et al., 2017) (Soriano, Marin, Valles, Valera y Albertos, 2014) (García-Saura y González-Gómez, 2012).

## 2.2 Metodologías innovadoras y habilidades STEM

El término STEM proviene del acrónimo en inglés de *Science, Technology, Engineering and Mathematics*, y hace referencia a la enseñanza conjunta de diferentes disciplinas científicas y tecnológicas aplicando metodologías de enseñanza basadas en proyectos o problemas. Para considerarse educación STEM el aprendizaje debe cumplir dos características que la diferencian de la enseñanza tradicional (Sanders, 2009).

- Enseñanza-aprendizaje de manera conjunta e integrada de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, a diferencia de la tradicional compartimentación de las áreas de conocimiento.
- En el aspecto de la ingeniería se utiliza un enfoque basado en la resolución de problemas tecnológicos reales, en contraposición a la enseñanza expositiva donde el alumno es un elemento pasivo.

La Educación STEM está enfocada en el estudiante y en el conocimiento y por lo tanto se basa en los principios del constructivismo (Bruning, Schraw y Ronning, 1999). A partir de esos principios se construye una variante del constructivismo en la que se incorpora la idea que la construcción de nuevo conocimiento resulta más efectiva si los estudiantes se enfrentan activamente a la construcción y manipulación de objetos, estimulando la creatividad y fortaleciendo el proceso de asimilación de nuevos conocimientos. Esta variante del constructivismo se denomina *construccionismo* (Papert, 1980).

Tal como señalan múltiples autores la educación STEM mejora el aprendizaje de forma general la mayoría de los alumnos, y no exclusivamente para los alumnos con más cualificados o con mayor predisposición para las ciencias y la ingeniería (Drew, 2011). Algunos beneficios que presentan estas metodologías destacables son (Mastascusa, Snyder y Hoyt, 2011) (Ocaña, Romero, Gil y Codina, 2015):

- Transferencia al mundo real de las habilidades y conocimientos adquiridos
- Aumento de la motivación de los estudiantes
- Mejor retención a largo plazo de los conocimientos adquiridos
- Mejora en la adquisición de futuros conocimientos relacionados

Estas metodologías aplicadas al desarrollo de proyectos tecnológicos en el aula, basados en Arduino u otras plataformas que permitan a los estudiantes interactuar de forma más directa con el problema a resolver y trabajando en equipo fomentan el desarrollo tanto de las habilidades tecnológicas como sociales y de comunicación (Leite et al., 2015). También se destacado que se contribuye al desarrollo del pensamiento sistemático y la creatividad.

El pensamiento sistemático definido por Assaraf y Orion (2005) es la capacidad para entender en profundidad sistemas complejos y las interrelaciones entre sus partes. El concepto de pensamiento sistemático se resume en las ocho habilidades siguientes (Martín, Martínez, Fernández y Bravo, 2016):

- Reconocer e identificar los componentes que forman un sistema y los procesos dentro del mismo.
- Identificar relaciones simples entre dos o más componentes del sistema.
- Identificar relaciones dinámicas dentro del sistema.
- Organizar componentes, procesos e interacciones en el sistema en el marco de sus relaciones.
- Ser capaz de identificar ciclos de energía y materia que se producen dentro del sistema.
- Habilidad para comprender los patrones e interrelaciones ocultas que desencadenan los fenómenos naturales.
- Generalizar los mecanismos del definen el sistema y ser capaz de aplicarlo a la resolución de problemas.
- Desarrollar el pensamiento temporal que permite entender las relaciones temporales de las interacciones, la influencia de procesos ya iniciados y el impacto en futuros eventos de los procesos que tienen lugar en el presente.

En general, las metodologías innovadoras tienen en común que otorgan al alumno un papel mucho más activo y participativo en el proceso de aprendizaje, en contraposición a las metodologías tradicionales en las cuales el alumno tiene un papel básicamente pasivo (Canós y Mauri, 2005).

Entre las diferentes metodologías innovadoras que proporcionan al alumno un rol activo encontramos la estrategia de aprender enseñando. En esta metodología el alumno se convierte en profesor, enseñando a otros compañeros de clase. De esta manera se consigue un aprendizaje más significativo y una mayor asimilación de los conocimientos. Este efecto se produce tanto por parte del alumno que enseña a los demás, como de los alumnos que reciben la lección de su compañero (Duran, 2014). Ortiz (2015) en su libro sobre el modelo pedagógico expresa este hecho con la frase “la mejor forma de aprender algo es enseñándolo”.

## 2.3 Aprendizaje basado en proyectos

En este apartado se introducirá el concepto de Aprendizaje basado en proyectos (ABP) (PBL, del inglés Project Based Learning), dado que la presente propuesta de intervención se basa en esta metodología de aprendizaje. Se aportarán los fundamentos de la metodología, su origen, definiciones y las fases de las que consta según diferentes autores.

### 2.3.1 Origen, definiciones y características

El concepto de proyecto está presente en muchos ámbitos diferentes, siendo un término muy habitual en el entorno empresarial. Sin embargo, centrándonos en el ámbito educativo, la introducción del concepto de aprendizaje basado en proyectos se debe al artículo titulado “Método de proyectos” publicado por Kilpatrick en 1918. A partir de esa primera definición del método de proyectos se ha escrito mucho al respecto.

El Aprendizaje Basado en Proyectos es una metodología educativa que fomenta la investigación por parte de los alumnos, y consigue conectar los contenidos académicos con la aplicación de dichos contenidos en la resolución de problemas reales. A diferencia de la educación más tradicional en la que se imparten contenidos sin apenas relación ni aplicación al mundo real. El aprendizaje basado en proyectos se focaliza en la resolución de un problema por parte de los estudiantes. Los alumnos deben analizar el problema planteado, investigar la solución y planificar el trabajo, en general realizado en equipos y en muchos casos heterogéneos, fomentando habilidades muy diversas (Blank y Harwell, 1997).

Es importante no confundir el aprendizaje basado en proyectos con el aprendizaje basado en problemas, ambos comparten siglas y por lo tanto pueden confundirse. En el aprendizaje basado en problemas, el eje central de la metodología es la solución a un problema específico. En cambio, el aprendizaje basado en proyectos es una metodología más amplia que abarca otros aspectos además de la resolución de problemas y que se caracteriza por estar orientado a la acción, a la resolución de problemas del mundo real de forma práctica y aplicada. La estrategia de aprendizaje por proyectos confiere a los alumnos un papel activo, debiendo lograr un objetivo investigando, aplicando los conocimientos adquiridos, interactuando entre los miembros del equipo y sirviéndose de los recursos disponibles. Este tipo de enseñanza fomenta el desarrollo de múltiples habilidades como son la planificación y organización del trabajo, búsqueda y análisis de información y el trabajo en equipo. Este tipo de aprendizaje es considerado como una metodología constructivista, debido al rol activo del alumno (Martí, Heydrich, Rojas y Hernández, 2010).

El aprendizaje basado en proyectos se postuló como un modelo de enseñanza alternativo a la educación tradicional, caracterizada por un profesor impartiendo clases magistrales y evaluando mediante un examen al finalizar el tema o el curso. Postman y

Wingartner (1969) ya proponían en los años 60 reemplazar la enseñanza basada en clases magistrales por métodos que fomentaran la iniciativa y la creatividad de los estudiantes basándose en la resolución de problemas y proyectos con soluciones abiertas.

El campo de la medicina fue uno de los pioneros en aplicar el aprendizaje basado en proyectos a nivel universitario (Barrows y Tamblyn, 1980). A continuación, se aplicó esta metodología a los estudios técnicos, siendo la ingeniería informática una de las disciplinas con mayor impacto de estas nuevas técnicas educativas (Dart, Johnston y Schmidt, 1996).

Existen multitud de definiciones y concreciones sobre el aprendizaje basado en proyectos, cada autor aporta su propio punto de vista y características. Aun así, podemos extraer unos rasgos fundamentales en los que, en general coinciden los autores que han tratado este tema. Se trata de una metodología centrada en un aprendizaje activo por parte del alumno fomentando su autonomía. La cual permite al alumno adquirir conocimientos y mejorar habilidades, mediante investigaciones constructivas, comunicación, colaboración y puesta en práctica de dichas habilidades con el objetivo de desarrollar tareas y productos propios del mundo real (Kokotsaki, Menzies y Wiggins, 2016).

Respecto al aprendizaje basado en proyectos, Larmer y Mergendoller (2010) consideran que un proyecto está bien diseñado y bien implementado si es significativo, y para ello, el proyecto debe cumplir los dos criterios básicos siguientes:

- 1) El proyecto debe resultar personalmente significativo para los estudiantes. Deben considerarlo como una tarea relevante y que desean hacer bien.
- 2) El proyecto debe cumplir un propósito educativo.

Además de estos dos criterios básicos, Larmer y Mergendoller identifican hasta ocho características que consideran esenciales para que un proyecto sea significativo, siempre dentro del ámbito del aprendizaje basado en proyectos. Estas ocho características son las siguientes:

- 1) Contenido significativo. Dificilmente un proyecto puede abarcar la misma cantidad de contenido que las clases magistrales. Por lo tanto, los docentes que planifiquen el proyecto deben centrarse en conceptos y conocimientos que consideren más importantes, basados en las competencias de la asignatura y estándares de aprendizaje, y que a su vez resulten interesantes para los alumnos y útiles en su vida.
- 2) Necesidad de saber. El docente debe incentivar en los estudiantes la necesidad de conocer el contenido. El proyecto planteado necesita un impactante “evento

de entrada” que atraiga el interés de los alumnos, genere preguntas y alimente la necesidad de saber. Evitando iniciar un proyecto de forma poco estimulante para los estudiantes. Con un proyecto convincente y motivador para los estudiantes, la razón de aprender conocimientos relevantes se vuelve claro: necesito saber esto para afrontar el desafío planteado.

- 3) Una pregunta guía. Se trata de una pregunta a la que la resolución del proyecto dará respuesta, y debe guiar a los estudiantes dándoles un propósito y planteándoles un desafío. Se requiere que sea una pregunta abierta, que incite al debate, a la vez que compleja, desafiante y evidentemente estrechamente relacionada con lo que deben aprender los alumnos.
- 4) Voz y voto. Se trata de un elemento clave en el aprendizaje basado en proyectos. Los estudiantes deben tener voz y voto sobre el proyecto que se desarrolla, en camino a seguir y las soluciones a aplicar. A efectos prácticos los docentes deben plantear proyectos dentro del alcance de los estudiantes, y limitar en cierta medida las opciones posibles para evitar que los estudiantes se sientan abrumados por un exceso de opciones.
- 5) Competencias del siglo XXI. Un proyecto debe proporcionar a los estudiantes la oportunidad de desarrollar competencias del siglo XXI, tales como pensamiento crítico, comunicación, colaboración y creatividad. Esta característica del proyecto cumple con el segundo criterio expuesto anteriormente que definen un proyecto significativo. El trabajo en equipo, el cual fomenta la colaboración entre los estudiantes y las relaciones sociales, es uno de los rasgos característicos de dichas competencias.
- 6) Investigación real. La investigación real es un pilar fundamental del aprendizaje basado en proyectos. Los estudiantes siguen un rastro establecido por sus propias preguntas, desencadenadas por el evento de presentación del proyecto y la pregunta guía. Estas preguntas dirigen la búsqueda de información y recursos para dar respuesta a dichas preguntas, y finalmente conduce a la generación de nuevas preguntas, verificar las ideas extraídas y sacar conclusiones. Mediante esta estrategia se obtiene un aprendizaje significativo.

- 7) Crítica y revisión. El aprendizaje basado en proyectos debe contar con un proceso formal de crítica y revisión, mediante el cual se enfatiza la importancia de la calidad en la creación de productos y soluciones a los retos propuestos, contribuyendo a que el aprendizaje sea significativo. Los estudiantes deben aprender que una característica habitual del trabajo del mundo real es que las primeras versiones no suelen resultar productos de alta calidad y la revisión es un requisito. El docente debe instruir a los estudiantes en el uso de rúbricas o conjuntos de criterios que permitan evaluar de forma objetiva el trabajo realizado.
  
- 8) Audiencia pública. El trabajo realizado en la escuela es más significativo cuando no se hace exclusivamente para el docente o para superar un examen. Si los alumnos exponen su trabajo a una audiencia real se preocupan más por su calidad. Además, este factor proporciona mayor grado de realidad al proyecto desarrollado al ser presentado públicamente.

### **2.3.2 Fases de un proyecto**

Todo proyecto, ya sea en el entorno educativo o empresarial, se subdividirá en una secuencia de fases. El número de fases, su definición y las acciones que se llevarán a cabo en cada una de ellas dependen del autor y del tipo de las características del proyecto que se lleve a cabo. En su publicación titulada “El Método de Proyectos” los autores Tippelt y Lindemann (2001) definen seis fases para un proyecto en el contexto del aprendizaje basado en proyectos. Estas fases son las siguientes:

- 1) Informar. Esta fase se caracteriza por la recopilación de toda la información relevante para la resolución del problema. Los conocimientos y experiencia de los alumnos que conforman el equipo de trabajo es el punto de partida sobre el que se plantearan los objetivos y tareas del proyecto. Durante esta fase el docente tiene un papel destacado ya que debe guiar a los estudiantes, orientándoles en el método de trabajo basado en proyectos y fomentando la participación, dado que en general no estarán familiarizados con el trabajo en equipo.
  
- 2) Planificar. En esta fase se elabora el plan de trabajo, organizando los recursos disponibles y planificando la metodología a seguir para llevar a cabo el proyecto. Se divide el trabajo en sus componentes y se reparten las responsabilidades de

cada parte entre los alumnos que forman el grupo de trabajo. La planificación establecida en esta fase debe ser flexible y permitir realizar modificaciones y adaptaciones basadas en el desarrollo de las tareas definidas en dicha planificación. La tarea del docente en esta fase consiste en observar y fomentar el trabajo en equipo y la integración de todos sus miembros.

- 3) Decidir. En esta fase se decide conjuntamente la estrategia a seguir en el desarrollo del proyecto, sobre la base de la planificación establecida en la fase anterior. Una característica fundamental de la metodología de aprendizaje basada en proyectos es el aspecto social y de comunicación. Los estudiantes deben ser capaces de ponerse de acuerdo en consensuar el procedimiento que seguirán en la ejecución del proyecto, valorando ventajas y riesgos de las diferentes soluciones planteadas. El papel del docente en esta fase consiste en comentar y valorar las decisiones tomadas por los alumnos y corregirlas si lo considera necesario.
- 4) Realización del proyecto. En esta fase se realiza el trabajo planificado y decidido en las dos fases anteriores, siguiendo la planificación establecida. A medida que se avanza en las tareas se debe ir comparando los objetivos planificados con el resultado obtenido, y a partir de esta comparación y si resulta necesario se reajustará la planificación. En esta fase se fomentará el trabajo autónomo del alumnado, y la tarea del docente consistirá en observar la evolución del proyecto, reconociendo los avances realizados con el objetivo de fomentar la motivación e intervenir sólo si resultara necesario.
- 5) Controlar. Una vez realizado el trabajo los alumnos son los encargados de evaluar el resultado obtenido. La capacidad para evaluar la calidad del trabajo, tanto a nivel individual como de grupo forma parte del aprendizaje. En esta fase el docente actúa asesorando a los integrantes del grupo sobre los resultados obtenidos y sólo interviene si no hay un acuerdo entre ellos.
- 6) Valorar, reflexionar (evaluar). Esta es la fase final del proyecto, y consiste en evaluar los resultados obtenidos y discutir sobre ellos, sobre el proceso llevado a cabo, considerando tanto éxitos como errores, y sobre el rendimiento a nivel individual y grupal. Los estudiantes deben destacar lo aprendido durante el desarrollo del proceso. El docente debe proporcionar su punto de vista sobre el

desarrollo del proyecto y su resultado final. A su vez, el docente recibe retroalimentación sobre la actuación de los alumnos que podrá usar para mejorar las estrategias en futuros proyectos.

## 2.4 ABP en educación secundaria

En este apartado se presentan algunas experiencias documentadas de la aplicación de la metodología de aprendizaje basada en proyectos en educación secundaria en distintas disciplinas y las conclusiones, en general muy positivas que se han obtenidos de dichas experiencias.

El aprendizaje basado en proyectos es aplicable a una amplia gama de disciplinas y no exclusivamente en el ámbito técnico donde es más habitual. González, Huerta, Iglesias, de la Madrid y Ramos (2013) llevaron a cabo una experiencia docente aplicando el ABP en dos centros educativos de secundaria con el objetivo de investigar la viabilidad y efectividad de la metodología por proyectos.

Los estudiantes debían leer y analizar un conjunto de cuentos y a partir de ese análisis elaborar una antología de relatos que una vez elaborada sería presentada a los estudiantes de otro centro. Con este reto se perseguía entre otras cosas fomentar el hábito de la lectura.

Los resultados obtenidos mostraron las numerosas ventajas de la metodología por proyectos, demostrando ser una metodología útil y activa, además de proporcionar un aumento en el grado de motivación de los estudiantes. No obstante, también comprobaron que esta estrategia requiere un alto grado de dedicación e implicación tanto por parte de los estudiantes como de los docentes. El hecho de crear un producto final real, y que se presentaría a compañeros de otro centro, impulso la calidad del trabajo y la motivación de los estudiantes, mejorando su ortografía y expresión.

Domènech-Casal (2017) en una de sus publicaciones expone la experiencia en la aplicación de un tipo concreto de aprendizaje basado en proyectos, el método del estudio de casos, en diferentes cursos educación secundaria obligatoria (ESO). Se aplicaron cuatro secuencias didácticas diferentes durante cuatro cursos (2012-2016) en tres centros de educación secundaria obligatoria en los niveles de 1º y 4º de ESO. Este estudio se centró en evaluar la tres dimensiones, conceptual, procedimental y epistémica, que componen la competencia científica según la OCDE (OCDE, 2013).

Los proyectos incluidos en este estudio son los siguientes:

- *Drug Research*. Aplicado en 4º de ESO en 2016. Los estudiantes investigaron la eficacia de varios medicamentos antitumorales a partir del análisis de

biopsias anteriores y posteriores al tratamiento con dichos medicamentos con diferentes dosis y duraciones.

- *Hunting for a Gene*. Aplicado en 4º de ESO en 2016. Los estudiantes partiendo del análisis de los niveles de expresión de varios genes en pacientes con distintas afecciones neurodegenerativas, usaron herramientas informáticas para seleccionar posibles genes candidatos, para posteriormente confirmar o descartar las hipótesis realizadas.
- *Exos*. Aplicado en 1º de ESO. Los estudiantes investigaron características como tamaño, composición, período y temperatura de varios exoplanetas partiendo de datos como espectrometrías y tránsitos mediante el uso de herramientas informáticas.
- *Chasing after Caminalcules*. Aplicado en 4º de ESO en 2014. Los estudiantes desarrollaron explicaciones de la línea evolutiva de varios fósiles partiendo de imágenes y datos de antigüedad considerando aspectos fisiológicos, morfológicos y ecológicos.

En muchos de los casos, los resultados obtenidos por los alumnos fueron publicados o presentados en congresos científicos escolares. Se concluye que dichos proyectos contribuyeron positivamente al desarrollo de las tres dimensiones de la competencia científica. El autor destaca la importancia de incorporar las pruebas sobre las que realizan el análisis paulatinamente, ya que las interpretaciones obtenidas pueden cambiar a la luz de nuevas pruebas.

## 2.5 ABP en tecnología de secundario

En este apartado se resumirán las conclusiones extraídas de algunas publicaciones sobre casos en los que se ha aplicado la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos aplicándola al área de tecnología y en algunos de los casos al trabajo con Arduino. Estas experiencias demuestran los beneficios obtenidos en diferentes aspectos, tales como la motivación de los estudiantes y mejoras en múltiples habilidades y competencias gracias a la aplicación de la metodología ABP.

En 2016, Martín, Martínez, Fernández y Bravo publicaron un artículo con los resultados y conclusiones de una investigación llevada cabo en un centro educativo de Chile, situado en una zona muy vulnerable y con estudiantes con escasos recursos. En este estudio se realizó un taller de robótica utilizando Arduino como plataforma con el objetivo de

proporcionar a los estudiantes competencias relacionadas con los posibles empleos del futuro, las denominadas habilidades STEM.

Es estudio se centró en el análisis de varias competencias (pensamiento sistemático, resolución de problemas, creatividad y trabajo en equipo), analizando el desempeño de los estudiantes en estas competencias tanto antes como después de realizar el taller de robótica. Para evaluar el impacto de la metodología aplicada en un marco más amplio, además del análisis de dichas competencias, también se evaluaron las calificaciones obtenidas en las asignaturas de lenguaje, inglés, matemáticas y sociedad.

Los resultados obtenidos al finalizar la experiencia muestran mejoras evidentes en el desempeño general de los estudiantes, mejorando en aspectos transversales como la motivación, compromiso e interés. Además, se obtuvieron mejoras significativas tanto las habilidades STEM analizadas como el rendimiento académico en las diferentes asignaturas consideradas.

Por otro lado, esta prueba demostró que el bajo coste de la plataforma Arduino permite incluir la tecnología robótica en áreas con escasos recursos económicos y poca inversión por parte de las administraciones.

Blas y Jaén (2018) publicaron sus experiencias en la aplicación de la metodología de aprendizaje basado en proyectos, mediante el desarrollo de un proyecto utilizando Arduino, en la asignatura de Tecnología, programación y robótica de 3º de ESO durante el curso 2017-2018. Se trata de una asignatura recientemente introducida en el currículum oficial en la comunidad de Madrid con la intención de introducir a los alumnos de secundaria en las nuevas tecnologías.

Los objetivos que se plantearon eran, la adquisición de un conjunto de conocimientos técnicos básicos enmarcados dentro de los objetivos y contenidos establecidos para la asignatura, y el desarrollo de competencias transversales de tipo STEM tales como la planificación, iniciativa y creatividad, el trabajo en equipo y la comunicación tanto oral como escrita. Este último objetivo hace que la metodología basada en proyectos resulte muy adecuada.

El proyecto desarrollado consistió en construir unas papeleras de reciclaje con apertura automática de la tapa cuando unos sensores detectaran movimientos cerca ella, y que, al abrirse la tapa informaran del tipo de residuo que debe depositarse en ella. De esta forma además de la parte técnica se fomentó la conciencia hacia la necesidad del reciclaje. El hecho de desarrollar un producto real que posteriormente se utilizó en el centro educativo estimuló y motivó a los alumnos.

Las conclusiones que obtuvieron fueron, que el nivel de aprendizaje de los estudiantes fue indudablemente superior al que se obtiene mediante el método clásico de clases magistrales combinadas con prácticas de laboratorio. Los estudiantes adquirieron habilidades prácticas en contextos reales superiores a las obtenidas en las unidades didácticas no incluidas en el proyecto.

## **2.6 Gamificación en educación secundaria**

La gamificación es una de las innovadoras metodologías de enseñanza-aprendizaje alternativas cada vez más aplicadas en la educación. Es una estrategia que también ha sido aplicada en el entorno empresarial con el objetivo de incrementar la motivación y la productividad de los empleados (Carpena, Cataldi y Muñiz, 2012).

La gamificación, también llamada en algunos casos juegoización o ludificación, se entiende como el uso de las estrategias, conjuntos de reglas y mecánicas propias de los juegos, pero aplicadas a otros ámbitos distintos de los lúdicos, con la finalidad de incentivar la motivación hacia una cierta tarea. En el contexto educativo dicha tarea será el aprendizaje y mejora de ciertas competencias por parte de los estudiantes (Deterding, Dixon, Khaled y Nacke, 2011).

Kapp (2012) en su libro sobre la gamificación del aprendizaje define la diferencia entre los juegos educativos en el aula y la gamificación de la educación, destacando como diferencia más destacable que la gamificación resulta mucho más motivante y atractiva para los estudiantes que los juegos.

Existen numerosos trabajos del uso de la gamificación como metodología de aprendizaje en diferentes países y niveles educativos. En general, todos ellos se basan en hecho probado que los juegos resultan divertidos, entretenidos y atraen a los adolescentes durante horas. Y que, por lo tanto, puede resultar beneficiosa la aplicación de las dinámicas propias del juego a la educación haciéndola más divertida e interesante para el estudiante (Minovic, García y Kearney, 2016).

Quintanal (2016) en su trabajo de investigación expone los resultados obtenidos al aplicar metodologías de gamificación en la asignatura optativa de Física y Química de 4º de ESO durante el curso 2014-2015. El autor menciona la atracción y motivación que provocan en los estudiantes los juegos como argumento para la elección de la gamificación como estrategia. Los alumnos participaron en diversas modalidades de juego, cinco juegos diferentes en total y con configuraciones diferentes, individualmente, por parejas y por equipos.

Las conclusiones del estudio son que se observó un aumento general del rendimiento de los alumnos en la asignatura, resultando una experiencia muy exitosa. Quintanal destaca como conclusión de su investigación que la gamificación no está limitada al uso de videojuegos y que no se requiere tecnología para gamificar, pudiendo extrapolar la gamificación a diferentes materias y cursos.

Díez, Bañeras y Serra (2017) publicaron las experiencias obtenidas al aplicar la estrategia de gamificación en primero y segundo de bachillerato, concretamente en las asignaturas de Tecnología Industrial I y Tecnología Industrial II respectivamente. El tema elegido fue el de sistemas digitales, y el objetivo que los estudiantes aprendieran los conceptos básicos de la lógica combinacional y los sistemas digitales mediante el uso de videojuegos. Se implementó un juego sobre plataforma web, lo que simplificó el acceso al juego por parte de los estudiantes. Los estudiantes debían resolver los problemas de lógica booleana que el juego les planteaba. Entre los resultados de la experiencia, se extrae que uno de los factores que contribuye a la motivación de los alumnos es el premio. Este puede ser en forma de recompensa, por ejemplo, puntos extras sobre la nota final, o simplemente reconocimiento, presentando una tabla de clasificación de los estudiantes al modo de las competiciones deportivas. A parte de las mejoras académicas observadas por los docentes, los alumnos valoraron muy positivamente la experiencia.

## **3 Propuesta de Intervención**

### **3.1 Presentación de la propuesta**

En este apartado se desarrollará la unidad didáctica, llamada “Robótica creativa con Arduino”, diseñada como propuesta de intervención, la cual trabajará el bloque de contenidos 4 “Control y robótica” de la asignatura de Tecnología de 4º de ESO.

Tal y como se detallará en posteriores apartados, se aplicará una metodología de aprendizaje basado en proyectos en la que los alumnos trabajaran en grupos, combinado con estrategias de gamificación buscando incentivar la motivación de los estudiantes.

La unidad didáctica es predominantemente práctica y enfocada al aprender haciendo, en la cual los alumnos deben descubrir por ellos mismos muchos de los conocimientos a partir de unas guías que les introducirán los conceptos fundamentales sobre los que ellos mismos puedan construir su aprendizaje. Mediante esta estrategia de aprendizaje, en la cual los alumnos recibirán una base de conocimientos, y las indicaciones pertinentes para ampliar esos conocimientos, se perseguirá que los estudiantes desarrollen la habilidad de aprender a aprender. La competencia de aprender a aprender resulta esencial especialmente en el ámbito de la tecnología, dado el rápido cambio que experimentan las tecnologías y que hace que los conocimientos adquiridos queden obsoletos en poco tiempo.

El trabajo en equipo también será uno de los pilares de la unidad didáctica ya que todo el trabajo realizado en las actividades propuestas se llevará a cabo de forma grupal.

### **3.2 Contextualización de la propuesta**

La propuesta de intervención presentada en este trabajo de fin de máster ha sido desarrollada de acuerdo a la legislación vigente en el momento de su elaboración. Las leyes educativas vigentes, y los correspondientes reales decretos que establecen el currículum oficial de educación secundaria a nivel estatal, y su concreción a nivel autonómico son los siguientes:

- Ley Orgánica de Educación (LOE) 2/2006 de 3 de mayo.
- Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) 8/2013 de 9 de diciembre, la cual modifica y complementa la anterior ley.
- Real Decreto 1105/2014 de 26 de diciembre el cual establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y bachillerato.
- Real Decreto 34/2015 de 15 de mayo, el cual concreta el currículum de educación secundaria obligatoria en la comunidad autónoma de las Islas Baleares.

La unidad didáctica desarrollada y presentada en este documento está planteada para ser aplicada en la asignatura de Tecnología de 4º de ESO, la cual tiene asignadas 3 horas semanales. En el plan de estudios actual, en 4º de ESO la asignatura de Tecnología es una asignatura troncal de la rama de enseñanzas aplicadas. Los alumnos de esta rama deben elegir 2 asignaturas entre varias ofertadas, por lo tanto, cursar Tecnología es una elección del alumno. El hecho de que la asignatura forme parte de la rama de enseñanzas aplicadas la convierte en una candidata perfecta para aplicar metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos.

La unidad didáctica presentada en este documento se enmarca dentro del bloque 4, llamado “Control y robótica”. Tal como detalla el Real Decreto 1105/2014 este bloque de contenidos incluye el estudio de sistemas automáticos y de control, robótica, programación y experimentación con microcontroladores.

El centro educativo al que va dirigida la propuesta de intervención es un centro de público de la comunidad de las Islas Baleares. El centro se encuentra en uno de los municipios con más población de la isla de Mallorca, y a él acuden alumnos de varios municipios de los alrededores, contando con un total de 1323 alumnos en el presente curso. En centro imparte docencia en dos turnos, uno de mañana y otro de tarde, teniendo algunos de los estudios ofertados disponibles en ambos horarios.

En el centro se imparte Educación Secundaria Obligatoria (ESO), bachillerato en dos modalidades de ciencias, y humanidades y ciencias sociales, además de la modalidad de bachillerato internacional contemplado en la LOMCE. En cuanto a ciclos formativos, el centro cuenta con un amplio abanico de opciones disponibles, ofreciendo dos cursos de formación profesional básica en dos especialidades, siete especialidades de ciclos formativos de grado medio y seis de ciclos formativos de grado superior. Algunas de las especialidades de los ciclos formativos se ofrecen en modalidad dual tanto en los ciclos medios como superiores.

Al tratarse de un centro con un elevado número de alumnos, que abarca múltiples municipios, y que es el único centro en ofrecer algunas de las especialidades de educación secundaria en un entorno cercano hace que el alumnado sea muy heterogéneo. El nivel socioeconómico de las familias de los alumnos del centro abarca todos los niveles socioeconómicos. Respecto a la nacionalidad la mayoría de los alumnos son de nacionalidad española, sin embargo, hay un número significativo de alumnado inmigrante con una amplia variedad de nacionalidades.

## 3.3 Intervención en el aula

### 3.3.1 Objetivos

La legislación estatal vigente establece los objetivos de etapa para la educación secundaria obligatoria, estos objetivos de etapa figuran en el Real Decreto 1105/2014. La ley autonómica de las Islas Baleares complementa los objetivos de etapa con unos objetivos específicos para la asignatura de Tecnología de 4º de ESO, estos objetivos a nivel de asignatura figuran en los anexos del Real Decreto 34/2015. Junto con los objetivos generales de etapa y los objetivos específicos de la asignatura, la presente propuesta también abordará objetivos específicos del bloque de contenidos extraídos de los criterios de evaluación de dicho bloque de contenidos. Los criterios de evaluación correspondientes al bloque de contenidos vienen detallados en los anexos de los reales decretos 1105/2014 y 34/2105.

A continuación, se incluyen los objetivos de etapa que se trabajaran con mayor profundidad en la unidad didáctica propuesta:

- (b) Desarrollar y consolidar hábitos de disciplina, estudio y trabajo individual y en equipo como condición necesaria para una realización eficaz de las tareas del aprendizaje y como medio de desarrollo personal (p. 177).
- (e) Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información para, con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos. Adquirir una preparación básica en el campo de las tecnologías, especialmente las de la información y la comunicación (p. 177).
- (f) Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia (p. 177).
- (g) Desarrollar el espíritu emprendedor y la confianza en sí mismo, la participación, el sentido crítico, la iniciativa personal y la capacidad para aprender a aprender, planificar, tomar decisiones y asumir responsabilidades (p. 177).
- (h) Comprender y expresar con corrección, oralmente y por escrito, en lengua catalana y en lengua castellana, textos y mensajes complejos, e iniciarse en el conocimiento, la lectura y el estudio de sus literaturas (p. 177).

A continuación, se incluyen los objetivos de la asignatura de Tecnología considerados en esta propuesta de intervención:

- Abordar con autonomía y creatividad problemas tecnológicos trabajando de forma ordenada y metódica para estudiar el problema; recopilar y seleccionar información procedente de diferentes fuentes; elaborar la documentación pertinente; concebir, diseñar, planificar y construir objetos o sistemas que resuelvan el problema estudiando, y evaluando su idoneidad desde diferentes puntos de vista.
- Disponer de destrezas técnicas y conocimientos suficientes para analizar, diseñar, elaborar y manipular materiales, objetos y sistemas tecnológicos de forma segura.
- Analizar objetos y sistemas técnicos sencillos para comprender su funcionamiento; conocer sus elementos y las funciones que llevan a cabo; aprender la mejor manera de usarlos y controlarlos; entender las condiciones fundamentales que han intervenido en su diseño y construcción, y valorar las repercusiones que ha generado su existencia.
- Expresar y comunicar ideas y soluciones técnicas, así como explorar su viabilidad y alcance utilizando los medios tecnológicos, los recursos gráficos, la simbología y el vocabulario adecuados.
- Adoptar actitudes favorables en la resolución de problemas técnicos, desarrollando interés y curiosidad hacia la actividad tecnológica, y analizar y valorar críticamente la investigación y el desarrollo tecnológico y la influencia que tienen en la sociedad, el medio ambiente, la salud y el bienestar personal y colectivo.
- Asumir de forma crítica y activa el avance y la aparición de nuevas tecnologías, incorporándolas a la tarea cotidiana y desarrollar una opinión crítica sobre la influencia que ejercen sobre la sociedad y el medio ambiente.
- Actuar de forma dialogante, flexible y responsable en el trabajo en equipo, en la búsqueda de soluciones, en la toma de decisiones y en la ejecución de las tareas encomendadas con actitud de respeto, cooperación, tolerancia, igualdad y solidaridad.
- Ser receptivo a las necesidades personales y colectivas más próximas, así como a las soluciones más adecuadas que ofrece el entorno tecnológico más cercano.

A continuación, se incluyen los objetivos específicos del bloque de contenidos que se trabajará y que se derivan de los criterios de evaluación.

- Analizar sistemas automáticos y describir sus componentes.

- Montar automatismos sencillos.
- Desarrollar un programa para controlar un sistema automático o un robot y su funcionamiento de forma autónoma.

A parte de los objetivos curriculares establecidos por las correspondientes legislaciones también se proponen unos objetivos didácticos específicos de las actividades propuestas, siendo estos:

- Fomentar el trabajo en equipo, trabajo colaborativo, distribución de tareas y puesta en común de opiniones.
- Despertar interés por las nuevas tecnologías.
- Asimilar conceptos básicos de programación sobre los que se pueda construir nuevos conocimientos por autoaprendizaje.
- Aprender a aprender mediante el uso de tecnologías de libre distribución, sabiendo aprovechar el enorme potencial de los proyectos de desarrollo abierto.
- Exponer las estrategias usadas y resultados obtenidos, y debatir sobre las mejores ideas y opciones.

### 3.3.2 Competencias

La Orden ECD/65/2015 define las siete competencias clave para la educación secundaria en el marco de la LOMCE. La legislación autonómica no modifica la orden estatal en este aspecto.

En la unidad didáctica presentada las competencias clave que se trabajarán y el modo en que se trabajarán se detallan a continuación:

- **Comunicación lingüística (CL).** La competencia lingüística se trabajará al incorporar vocabulario técnico específico del área de la electrónica y programación. Dado que gran cantidad de documentación técnica, recursos y ejemplos de desarrollo disponibles en la red están en inglés se trabajará el uso de la lengua extranjera. Finalmente, también se trabajará la expresión al exponer el trabajo realizado al resto de compañeros de clase.
- **Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT).** Esta competencia se trabaja en múltiples aspectos, aprendiendo sobre los componentes tecnológicos que forman el sistema sobre el que desarrollan las actividades, adquiriendo conocimientos básicos sobre

programación y entendiendo como trabajan internamente los sistemas digitales basados en procesadores.

- **Competencia digital (CD).** La competencia digital se trabaja gracias al uso de internet para buscar, filtrar y seleccionar información y recursos de diferentes fuentes que deberán usar en su proyecto. También se aprenderá a usar un entorno de programación y el proyecto realizado deberá plasmarse en un informe incluyendo el manejo de texto, gráficos, vídeo.
- **Aprender a aprender (CAA).** Se trabajará la habilidad de aprender a aprender mediante actividades en la cuales se les proporciona una base de conocimientos que les permiten asimilar nuevos conocimientos de forma autónoma. En las diferentes actividades desarrolladas los estudiantes deberán buscar, seleccionar y utilizar recursos básicamente de fuentes en internet. Al enfrentarse a problemas planteados desarrollan la habilidad de ser capaces de resolver los problemas por su cuenta.
- **Competencias sociales y cívicas (CSC).** Las habilidades sociales y cívicas se trabajarán fundamentalmente mediante el trabajo en equipo, coordinándose, exponiendo y poniendo en común ideas y propuestas sobre el proyecto a realizar buscando el consenso.
- **Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor (SIEE).** Los estudiantes deberán seleccionar como desean resolver el problema planteado, fomentando el trabajo autónomo y la capacidad de valorar diferentes opciones.

### 3.3.3 Contenidos

Los contenidos de la asignatura de Tecnología de 4º de ESO viene establecidos en los anexos del Real Decreto 1105/2014 a nivel estatal, el Real Decreto 34/2015 concreta esos contenidos para la comunidad autónoma de las Islas Baleares.

En la presente propuesta de intervención se trabajará el bloque 4 de los contenidos establecidos por la legislación. A continuación, se detallan los contenidos trabajados en la unidad didáctica, juntamente con los criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables especificados por la ley para dichos contenidos. En la tabla también se indican las competencias clave que se trabajarán para cada uno de los criterios de evaluación contemplados.

**Tabla 1: Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje**

<b>Contenidos</b>	<b>Criterios de evaluación</b>	<b>Estándares de aprendizaje</b>	<b>Competencias clave</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas automáticos.</li> <li>• Componentes característicos de dispositivos de control.</li> </ul>	1. Analizar sistemas automáticos, describir sus componentes	1.1 Analiza el funcionamiento de automatismos en diferentes dispositivos técnicos, diferenciando entre lazo abierto y cerrado	CL CMCT CD CSV
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño y construcción de robots.</li> <li>• El ordenador como elemento de programación y control.</li> <li>• Lenguajes básicos de programación.</li> </ul>	2. Montar automatismos sencillos	2.1 Representa y monta automatismos sencillos	CL CMCT CD CAA SIEE CSV
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación de tarjetas controladoras en la experimentación con prototipos diseñados.</li> </ul>	3. Desarrollar un programa para controlar un sistema automático o un robot y su funcionamiento de forma autónoma	3.1 Desarrolla un programa para controlar un sistema automático o un robot que funcione de forma autónoma en función de la realimentación que recibe del entorno	CL CMCT CD CAA SIEE CSV

Fuente: elaboración propia a partir de Real Decreto 1105/2014

### 3.3.4 Metodología

Respecto a la metodología la unidad didáctica puede dividirse en cuatro partes diferenciadas principalmente por la forma de trabajar en cada una de ellas. Tanto la metodología, como el papel del docente y el trabajo de los estudiantes será diferente en cada una de las cuatro partes. A continuación, se describen cada una de estas partes, y la metodología aplicada en las actividades realizadas.

La primera parte será la presentación de la unidad didáctica e introducción a los conceptos básicos. En esta primera parte de la unidad, la metodología dominante será expositiva, dado que el docente expondrá a la clase la unidad didáctica que se trabajará en las próximas semanas y los contenidos teóricos imprescindibles para el desarrollo de las actividades prácticas. El docente describirá los contenidos que se trabajaran, los objetivos a cumplir, métodos de evaluación, el material usado y normas de trabajo en el aula.

La segunda parte, estará formada por varias actividades en las cuales los alumnos, trabajando en grupos, aprenderán cómo funcionan y como controlar cada uno de los elementos disponibles (sensores, servomotores, leds, ...) de forma aislada. La metodología aplicada en las sesiones de esta parte de la unidad será inicialmente expositiva, el docente realizará una breve introducción, para continuar con una metodología de tipo aprender haciendo, en la que los alumnos deberán completar las tareas propuestas en un guion. Tras realizar las tareas guiadas deberán realizar un pequeño proyecto libre sobre la base introducida en las tareas guiadas. En

esta parte se aplicarán métodos de gamificación, mediante una competición entre las ideas desarrolladas en la parte libre de cada actividad. Se realizarán competiciones entre los proyectos desarrollados por cada grupo, a modo de liga, con el objetivo de incrementar la motivación hacia el proyecto. En esta parte de la unidad didáctica los alumnos tendrán un papel fundamentalmente activo, ya que además del desarrollo del proyecto de forma autónoma deberán explicar a sus compañeros como lo han elaborado, siendo los propios alumnos los que actuaran como docentes.

En la tercera parte se aplicará la metodología de aprendizaje basado en proyectos. En esta parte de la unidad los alumnos deberán trabajar de forma más autónoma, fomentando la competencia de aprender a aprender. A diferencia de la segunda parte, en la que los alumnos deben seguir las indicaciones de un guion, en esta parte los estudiantes contarán con mayor libertad, únicamente contarán con algunas indicaciones para guiar el desarrollo del proyecto.

Finalmente, la última parte consistirá en exponer el trabajo realizado, que serán valorados por todos los demás compañeros de clase. Se evaluará tanto el funcionamiento, como la implementación y la originalidad de la solución elegida por el grupo. En esta última parte la metodología será principalmente interactiva, creando un debate entre los alumnos para valorar y comentar cada una de las soluciones.

### **3.3.5 Cronograma**

En la comunidad autónoma de las Islas Baleares la asignatura de Tecnología de 4º de ESO tiene asignada una dedicación de 3 horas semanales. Estas 3 horas semanales se reparten en 3 sesiones. En el centro en cual se contextualiza esta propuesta de intervención, las sesiones tienen una duración de 55 min, más 5 min entre cada una de las sesiones para los cambios de aula tanto del alumnado como del profesorado.

La unidad didáctica consta de 7 actividades, las cuales abarcan un periodo de 5 semanas, siendo un total de quince sesiones. Las actividades tienen diferente duración, siendo más cortas las actividades más teóricas y más largas las experimentales, dando mayor importancia al aprender haciendo frente a las clases expositivas.

La tabla siguiente muestra el cronograma de la unidad didáctica, donde se detalla la distribución de las actividades a lo largo de las 5 semanas y las sesiones dedicadas a cada actividad.

**Tabla 2: Cronograma de la unidad didáctica**

Semana	Sesión	Actividad	Número de sesiones		
1	1	1: Presentación de la unidad didáctica	1		
	2	2: Introducción a Arduino	1		
	3	3: Entradas y salidas	2		
4					
2	5	4: Sensores	2		
	6				
	7				
3	8	5: Actuadores	2		
	9				
	10				
4	11	6: Desarrollo de un proyecto	5		
	12				
	13				
5	14			7: Exposición y evaluación del proyecto	2
	15				
	15				

Fuente: elaboración propia

### 3.3.6 Actividades

En este apartado se describirán las actividades incluidas en la unidad didáctica “Robótica creativa con Arduino”. Para cada actividad se detallan los objetivos, los contenidos que se trabajarán, el número de sesiones que abarca la actividad y las tareas que se realizarán en cada una de ellas.

Dado que en la unidad didáctica presentada en este documento se trabaja el bloque de contenidos número 4, las actividades han sido diseñadas considerando que los alumnos ya tienen conocimientos básicos de programación, adquiridos en el bloque 1 (Tecnologías de la información y la comunicación), y conocimientos básicos de componentes y sistemas electrónicos adquiridos en el bloque 3 (Electrónica).

Tal y como ya se ha introducido brevemente en el apartado de metodología, la unidad didáctica se inicia con dos actividades teóricas en las que se presenta el tema sobre el que se trabajará en las próximas semanas y se introducirán los conceptos teóricos fundamentales para afrontar el resto de la unidad didáctica.

La primera actividad es una presentación general de la unidad didáctica. En esta actividad se expondrán los contenidos que se trabajarán en la unidad, los objetivos, la cronología de las actividades y la forma en la cual se trabajará en cada una de las actividades

siguientes. Se explicará la metodología de trabajos por proyectos y la documentación que deberá elaborarse y entregarse. También se presentarán brevemente el material que se usará y se formarán los grupos para las futuras actividades de trabajo grupal.

Durante la primera sesión de trabajo también se formarán los grupos de alumnos para el resto de actividades de la unidad didáctica. En este paso, el docente deberá fomentar la formación de grupos heterogéneos. El trabajo en equipo y colaborativo contribuye a mejorar las relaciones sociales entre los estudiantes, y si se hace con grupos heterogéneos mejoran las relaciones interculturales (Pliego, 2011). A su vez, los grupos heterogéneos contribuirán a la atención a la diversidad, ya que, al trabajar en equipo en lugar de individualmente, cada miembro del grupo podrá aportar habilidades diferentes que contribuyan al desempeño general del trabajo grupal. Con el trabajo en equipo se consigue que los alumnos con más dificultades en la materia se puedan apoyar en los más preparados y/o capacitados, y estos últimos también sacan provecho de la cooperación ya que guiar y enseñar a otros es fuente de aprendizaje (Duran, 2014).

La segunda sesión, también teórica, consistirá en presentar a la clase el hardware y el software que usarán en las actividades prácticas. Se presentará con mayor detalle el módulo Arduino, detallando sus principales características técnicas. También se introducirán brevemente los principales elementos electrónicos que se usarán en la unidad didáctica. Además de los elementos hardware, se presentará a los alumnos el entorno de desarrollo con el que trabajaran, el Arduino IDE. Se explicará de forma expositiva las principales funciones y características del entorno necesarias para que los alumnos pueden empezar a usarlo en la siguiente actividad. Junto con el entorno de desarrollo se proporcionarán los conocimientos imprescindibles de la programación en Arduino.

Un factor muy importante de esta unidad didáctica es que se enseñará a los alumnos a usar los recursos disponibles en la red sobre Arduino, principalmente los tutoriales que proporciona Arduino, y las referencias de las funciones propias del lenguaje de Arduino y de las librerías (Arduino, 2019). Se enseñará a leer y entender dichas referencias, y a identificar las funciones necesarias para implementar un programa que realice la tarea que tengan en mente. Éste es un aspecto importante ya que uno de los objetivos de la unidad didáctica es fomentar la habilidad de aprender a aprender, proporcionando no solo unos conocimientos estáticos sino las herramientas esenciales para que los estudiantes sean capaces de aprender por su cuenta, e ir más allá de los conceptos explicados en clase.

Una vez realizadas las actividades de presentación y de introducción teórica, se comenzará con las actividades prácticas en las que los alumnos trabajaran en grupos. Dentro de esta parte práctica, se empezará con tres actividades que compartirán mecánica, pero diferirán en los componentes electrónicos con los que se trabajará. En cada una de estas actividades se trabajará con tipo de componente distinto, empezando por elementos de entrada y salida simples, como interruptores y leds, pasando por servomotores y acabando con sensores. La finalidad de estas actividades es dar a conocer todos los elementos electrónicos con los que podrán trabajar de forma gradual, aprendiendo su uso básico para después desarrollar aplicaciones más complejas.

Estas actividades se iniciarán con una exposición por parte del docente en la cual presentará brevemente la actividad y los componentes que se usarán. Después de la introducción, se procederá a realizar una parte guiada, en la que los alumnos deberán seguir un guion de práctica que les guiará en el uso de los componentes electrónicos. Los alumnos deberán realizar cada uno de los pasos del guion, e ir tomando notas para realizar un informe de la actividad una vez completada.

En la última parte de cada actividad de este bloque, una vez completada la parte guiada, los alumnos deberán diseñar e implementar de forma libre un pequeño proyecto usando lo aprendido. El proyecto debe introducir modificaciones sobre los ejemplos realizados en la parte guiada apoyándose en los conocimientos adquiridos durante las tareas guiadas y en los recursos disponibles online. Deberán documentar adecuadamente el planteamiento y desarrollo del proyecto.

Al acabar el desarrollo, cada grupo mostrará el resultado de su proyecto al resto de la clase, y una vez realizadas todas las demostraciones, cada grupo puntuará los proyectos de los demás grupos. Las puntuaciones asignadas serán desde 1 a n puntos, donde n es el número de proyectos a puntuar, sin repetir puntuaciones. Ejemplo, si hay 6 proyectos se asignaran puntuaciones de 1 a 5, ya que el proyecto propio no se puntúa. Las puntuaciones asignadas por cada grupo se sumarán y con el resultado se obtendrá una clasificación de los proyectos. Las puntuaciones finales se normalizarán para obtener puntuaciones entre 1 y el número de proyectos. Las puntuaciones obtenidas en cada actividad se sumarán y con ellas se creará una clasificación a modo de liga con el objetivo de fomentar la creatividad y complejidad de los desarrollos.

Finalmente, al completar cada una de las actividades, el grupo responsable del proyecto mejor valorado explicará al resto de alumnos como lo han implementado y que retos han tenido que afrontar. De esta forma los estudiantes compartirán los conocimientos adquiridos con la realización del proyecto.

Después de realizar las tres actividades guiadas, los alumnos habrán trabajado tres elementos básicos de la robótica y dispondrán de la base necesaria para atacar un proyecto de mayor complejidad que implique la combinación de los diferentes elementos, hasta el momento trabajados de forma individual. Esta actividad tendrá una duración de 5 sesiones en la que cada grupo deberá idear, planificar, diseñar, implementar y documentar un proyecto usando todos los recursos de las actividades previas, y algunos recursos adicionales.

Como punto final, la última actividad de la unidad didáctica consistirá en que cada grupo expondrá ante toda la clase el proyecto realizado, explicando la idea, los detalles tanto de diseño como de implementación, y haciendo especial hincapié en los conocimientos aprendidos que consideren más destacables y que pueden aportar más a sus compañeros. En este caso los alumnos también valoraran los proyectos de sus compañeros, pero con una valoración más detallada ya que se trata de un proyecto mucho más complejo.

En las páginas siguientes se detalla cada una de las actividades que componen la unidad didáctica. Para cada actividad se incluye una ficha que describe los elementos fundamentales de la actividad, incluyendo su duración, objetivos, recursos necesarios y contenidos, competencias, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje que se trabajarán en el desarrollo de la actividad. En el caso de los criterios de evaluación y los estándares de aprendizajes evaluables se especifican mediante su numeración tal como se han incluido en la

Tabla 1.

Tabla 3: Actividad 1. Presentación de la unidad didáctica

<b>Actividad 1: Presentación de la unidad didáctica</b>		<b>Sesión:</b>	1
<b>Objetivos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer la unidad didáctica, contenido, objetivos y metodología de trabajo en las actividades que forman la unidad didáctica</li> <li>• Conocer las herramientas y componentes electrónicos disponibles</li> <li>• Formar grupos de trabajo</li> </ul>		
<b>Contenidos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metodología de trabajo en equipo y por proyectos</li> <li>• Conceptos básicos de robótica</li> <li>• Dispositivos electrónicos de uso en robótica</li> <li>• Normas de trabajo en el taller</li> </ul>		
<b>Criterios de evaluación / Estándares de aprendizaje:</b>		1/1.1	
<b>Recursos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ordenador y proyector o pizarra interactiva</li> <li>• Acceso a la intranet del centro y a internet</li> <li>• Guiones de prácticas y rúbricas de evaluación</li> <li>• Reglamento del taller de tecnología</li> </ul>		
<b>Espacio:</b>	Aula de tecnología o aula tradicional	<b>Agrupamiento:</b>	Grupos clase
<b>Actividad</b>		<b>Competencias</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El docente presentará a la clase, mediante metodología expositiva, el temario que se trabajará en la presente unidad didáctica, los objetivos y la cronología de las actividades a realizar.</li> <li>• Es importante que los alumnos conozcan las normas que deben cumplirse en el taller de Tecnología.</li> <li>• Se realizará una presentación de cada una de las actividades incluidas en la unidad didáctica, describiendo la metodología que se seguirá y el sistema de evaluación.</li> <li>• Se realizará una introducción a las herramientas y componentes, tanto software como hardware que se utilizarán en las actividades.</li> <li>• Durante esta sesión se deberán formar los grupos de alumnos para el trabajo en equipo de las próximas actividades. Los alumnos serán los responsables de formar los grupos, siempre con la supervisión del docente. Se fomentará la formación de grupos heterogéneos.</li> <li>• Finalmente, se resolverán las dudas que tengan los alumnos sobre cualquier aspecto de la unidad didáctica presentada, sobre el temario, la mecánica de las actividades y cualquiera otra cuestión relevante.</li> </ul>		<b>CL</b>	X
		<b>CMCT</b>	X
		<b>CD</b>	
		<b>CAA</b>	
		<b>CSC</b>	X
		<b>SIEE</b>	

Fuente: elaboración propia

**Tabla 4: Actividad 2. Introducción a Arduino**

<b>Actividad 2: Introducción a Arduino</b>		<b>Sesión:</b>	2
<b>Objetivos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer las placas de microcontroladores y Arduino en particular</li> <li>• Conocer el entorno de desarrollo de Arduino</li> <li>• Conocer las fuentes de recursos y referencias de programación de Arduino</li> <li>• Saber leer y comprender las referencias del lenguaje y de las funciones</li> <li>• Conocer los conceptos fundamentales de programación en Arduino</li> </ul>		
<b>Contenidos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microcontroladores y Arduino</li> <li>• Entornos de desarrollo</li> <li>• Conceptos básicos de programación</li> </ul>		
<b>Criterios de evaluación / Estándares de aprendizaje:</b>		1/1.1, 3/3.1	
<b>Recursos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ordenador y proyector o pizarra interactiva</li> <li>• Acceso a la intranet del centro y a internet</li> <li>• Software Arduino IDE</li> <li>• Placas Arduino</li> </ul>		
<b>Espacio:</b>	Aula de tecnología o aula tradicional	<b>Agrupamiento:</b>	Grupos clase
<b>Actividad</b>		<b>Competencias</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El docente explicará los conceptos generales sobre microcontroladores, sus características básicas, posibilidades, y utilización.</li> <li>• Se presentará el módulo Arduino que se usará en las actividades, detallando las características más destacables del módulo, y especialmente las que deberán usar para realizar las actividades de la unidad didáctica.</li> <li>• Con el objetivo de fomentar la habilidad de aprender a aprender se dará a conocer los recursos web donde pueden encontrar todos los detalles técnicos del módulo Arduino usado y de otros módulos existentes. Se guiará a los alumnos para que sepan leer y comprender los detalles técnicos expuestos en dichos recursos.</li> <li>• Se explicarán los conceptos fundamentales de la programación en Arduino. Los alumnos ya contarán con conocimientos básicos de programación. Se explicará la estructura general de un programa para Arduino caracterizado por las funciones <code>setup()</code> y <code>loop()</code>.</li> <li>• Se explicará cómo usar el bus serie para enviar mensajes que permitirán depurar el código desarrollado en las actividades. Se mostrarán algunos ejemplos simples de código para Arduino.</li> <li>• Se proporcionarán recursos online sobre programación en Arduino, especialmente las referencias del lenguaje y de las librerías de funciones. Se enseñará como interpretar dichas referencias.</li> <li>• Se presentará a los alumnos el entorno de desarrollo de Arduino, como crear un proyecto, compilar el código, identificar errores y volcar el proyecto a la placa. Se explicará cómo abrir el terminal serie para visualizar los mensajes generados por el programa durante su ejecución.</li> </ul>		<b>CL</b>	X
		<b>CMCT</b>	X
		<b>CD</b>	X
		<b>CAA</b>	X
		<b>CSC</b>	
		<b>SIEE</b>	

Fuente: elaboración propia

## Actividad 2: Introducción a Arduino

A continuación, se describen algunos de los puntos más importantes a trabajar en esta actividad.

La Tabla 5 muestra los recursos online más importantes que deben incluirse en la explicación realizada en esta actividad a fin de proporcionar a los alumnos las herramientas básicas que les permitan crear su propio conocimiento.

**Tabla 5: Recursos online oficiales de Arduino**

Productos oficiales Arduino con las especificaciones técnicas y principales usos de cada uno	<a href="https://www.arduino.cc/en/Main/Products">https://www.arduino.cc/en/Main/Products</a>
Referencia de las funciones básicas del lenguaje de Arduino	<a href="https://www.arduino.cc/reference/en/">https://www.arduino.cc/reference/en/</a>
Índice de las librerías de desarrollo oficiales de Arduino	<a href="https://www.arduino.cc/en/Reference/Libraries">https://www.arduino.cc/en/Reference/Libraries</a>
Tutoriales de Arduino	<a href="https://www.arduino.cc/en/Tutorial/HomePage">https://www.arduino.cc/en/Tutorial/HomePage</a>
Tutorial donde se explica el mínimo código necesarios para un programa Arduino	<a href="https://www.arduino.cc/en/Tutorial/BareMinimum">https://www.arduino.cc/en/Tutorial/BareMinimum</a>

Fuente: elaboración propia

La Figura 1 muestra la descripción de la función *digitalRead* tal y como aparece en la referencia oficial de Arduino. Esta referencia especifica el tipo de función (Digital I/O), se da una descripción de la finalidad de la función y su sintaxis. También se describen los parámetros que recibe la función y el valor devuelto. Enseñar a usar esta herramienta es un objetivo básico de esta actividad.



**Figura 1: Referencia de la función digitalRead**

Fuente: <https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/digital-io/digitalread/>

Tabla 6: Actividad 3. Entradas y salidas

<b>Actividad 3: Entradas y salidas</b>		<b>Sesión:</b>	3-4
<b>Objetivos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saber cómo definir entradas y salidas en Arduino</li> <li>• Conocer cómo se leen las entradas</li> <li>• Conocer cómo controlar las salidas</li> <li>• Completar las tareas indicadas en el guion de prácticas</li> <li>• Realizar un pequeño proyecto mediante elementos de entrada y salida</li> <li>• Entregar un memoria de la práctica realizada</li> </ul>		
<b>Contenidos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceptos básicos de programación</li> <li>• Componentes electrónicos</li> <li>• Uso de microcontroladores en experimentación</li> <li>• Trabajo en equipo</li> </ul>		
<b>Criterios de evaluación / Estándares de aprendizaje:</b>		1/1.1, 2/2.1, 3/3.1	
<b>Recursos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material para el docente                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ordenador y proyector o pizarra interactiva</li> </ul> </li> <li>• Material por equipo                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Guion de la actividad</li> <li>▪ Ordenador con software Arduino IDE</li> <li>▪ Acceso a la intranet del centro y a los recursos online sobre Arduino</li> <li>▪ Placa Arduino, leds, pulsadores, interruptores, cables, potenciómetros, resistencias</li> </ul> </li> </ul>		
<b>Espacio:</b>	Aula de tecnología	<b>Agrupamiento:</b>	Grupos de 4 alumnos
<b>Actividad</b>		<b>Competencias</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se expondrá la actividad a realizar explicando los conceptos generales imprescindibles y proporcionando los recursos necesarios.</li> <li>• Los alumnos realizarán una práctica guiada en la que experimentarán con la configuración y uso de entradas (tanto digitales como analógicas) y salidas del módulo Arduino, usando pulsadores e interruptores como elementos de entrada digitales, potenciómetros como elementos de entrada analógicos y leds como elementos de salida.</li> <li>• Los alumnos deberán ir rellenando un informe sobre las tareas realizadas y los conceptos trabajados.</li> <li>• Al completar la parte guiada, cada grupo decidirá, diseñará e implementará un pequeño proyecto usando los elementos disponibles en esta actividad (interruptores, pulsadores, potenciómetros y leds). En este proyecto deberán realizar un programa de mayor complejidad que los realizados en la parte guiada. Deberán documentar el proyecto.</li> <li>• Cada grupo mostrarán el funcionamiento de su proyecto y a continuación cada grupo puntuará los proyectos de los demás grupos.</li> <li>• El grupo con mejor puntuación expondrá los detalles del proyecto ante el resto de la clase con el objetivo de compartir los conocimientos adquiridos.</li> <li>• Los alumnos subirán a la intranet del centro la memoria y el código del proyecto.</li> </ul>		<b>CL</b>	X
		<b>CMCT</b>	X
		<b>CD</b>	X
		<b>CAA</b>	X
		<b>CSC</b>	X
		<b>SIEE</b>	X

Fuente: elaboración propia

### Actividad 3: Entrada y salidas

Los conceptos trabajados en esta actividad son:

- Configurar pines como entrada o salida
- Fijar el valor de una salida digital
- Leer el valor de entradas digitales y analógicas
- Usar funciones de tiempo, para manejar retardos
- Usar el terminal serie para visualizar valores leídos de las entradas
- Trabajar de forma conjunta con entradas y salidas

Tareas guiadas:

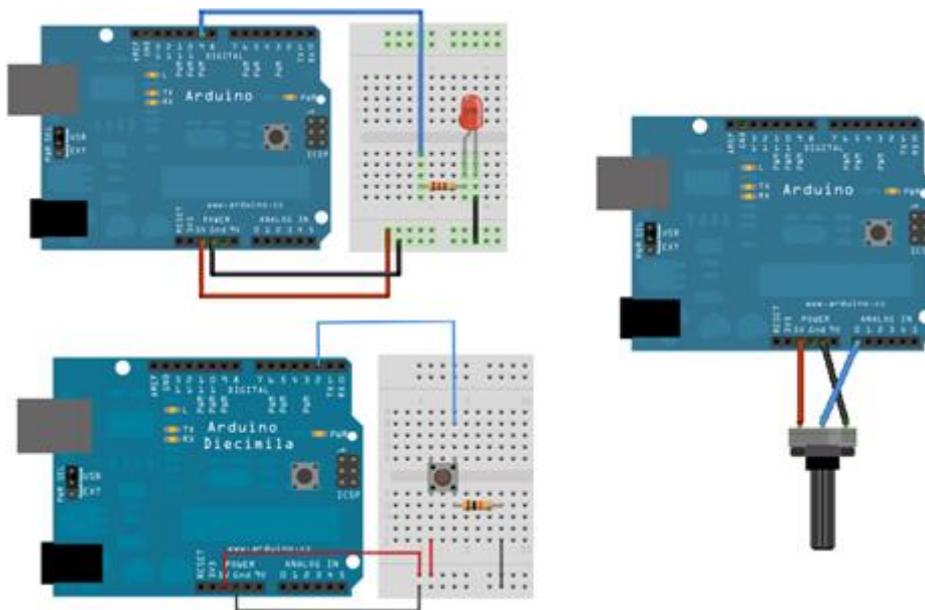
- Conectar un led a la placa y hacer que parpadee
- Conectar un interruptor a la placa y controlar el led con el interruptor
- Conectar un pulsador a la placa y controlar el led con el pulsador
- Conectar un potenciómetro a la placa y leer su valor analógico

Tarea libre:

- Desarrollar un proyecto que combine todos los elementos trabajados por separado en las tareas guiadas.

Recursos online de ayuda para esta actividad:

- <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/Blink>
- <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/DigitalReadSerial>
- <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/AnalogReadSerial>



**Figura 2: Conexión de elementos básicos a la placa Arduino**

Fuente: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/BuiltInExamples>

Tabla 7: Actividad 4. Actuadores

<b>Actividad 4: Actuadores</b>		<b>Sesión:</b>	5-6
<b>Objetivos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer el funcionamiento de los servomotores</li> <li>• Saber controlar un servomotor con Arduino</li> <li>• Completar las tareas indicadas en el guion de prácticas</li> <li>• Realizar un pequeño proyecto usando servomotores y alguno de los elementos de actividad anterior</li> <li>• Entregar un memoria de la práctica realizada</li> </ul>		
<b>Contenidos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceptos básicos de programación</li> <li>• Control de servomotores</li> <li>• Uso de microcontroladores en experimentación</li> <li>• Trabajo en equipo</li> </ul>		
<b>Criterios de evaluación / Estándares de aprendizaje:</b>		1/1.1, 2/2.1, 3/3.1	
<b>Recursos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material para el docente                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ordenador y proyector o pizarra interactiva</li> </ul> </li> <li>• Material por equipo                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Guion de la actividad</li> <li>▪ Ordenador con software Arduino IDE</li> <li>▪ Acceso a la intranet del centro y a los recursos online</li> <li>▪ Placa Arduino, servomotores, leds, pulsadores, interruptores, cables</li> </ul> </li> </ul>		
<b>Espacio:</b>	Aula de tecnología	<b>Agrupamiento:</b>	Grupos de 4 alumnos
<b>Actividad</b>		<b>Competencias</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se expondrá la actividad a realizar explicando los conceptos generales imprescindibles y proporcionando los recursos necesarios.</li> <li>• Los alumnos realizarán una práctica guiada en la que experimentarán con el control de un servomotor mediante el módulo Arduino.</li> <li>• Los alumnos deberán ir rellenando un informe sobre las tareas realizadas y los conceptos trabajados.</li> <li>• Al completar la parte guiada, cada grupo decidirá, diseñará e implementará un pequeño proyecto usando dos servomotores y opcionalmente elementos disponibles de la actividad anterior (interruptores, pulsadores, potenciómetros y leds). En este proyecto deberán realizar un programa de mayor complejidad que los realizados en la parte guiada. Deberán documentar el proyecto.</li> <li>• Cada grupo mostrarán el funcionamiento de su proyecto y a continuación cada grupo puntuará los proyectos de los demás grupos.</li> <li>• El grupo con mejor puntuación expondrá los detalles del proyecto ante el resto de la clase con el objetivo de compartir los conocimientos adquiridos.</li> <li>• Los alumnos subirán a la intranet del centro la memoria y el código del proyecto.</li> </ul>		<b>CL</b>	X
		<b>CMCT</b>	X
		<b>CD</b>	X
		<b>CAA</b>	X
		<b>CSC</b>	X
		<b>SIEE</b>	X

Fuente: elaboración propia

### Actividad 4: Actuadores

Los conceptos trabajados en esta actividad son:

- Conectar servomotores a la placa Arduino
- Usar la librería para control de servomotores proporcionada por Arduino
- Controlar la posición y giro de servomotores
- Controlar servomotores mediante elementos de entrada

Tareas guiadas:

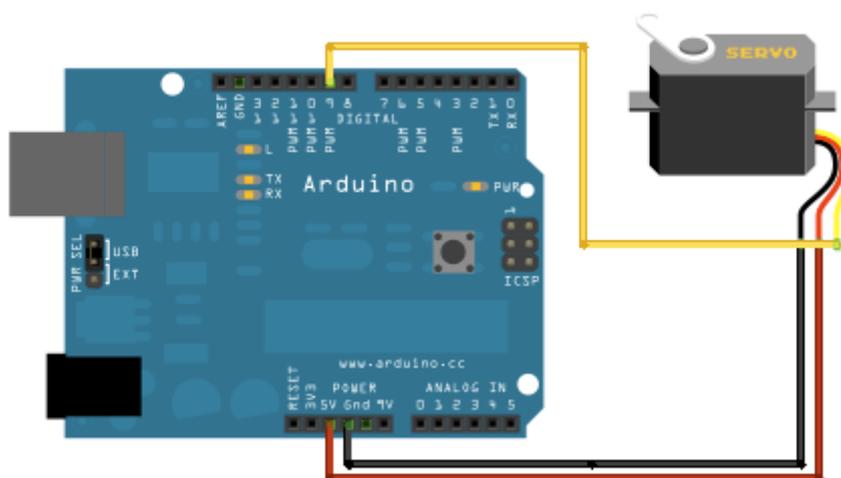
- Conectar un servomotor a la placa
- Posicionar el servomotor en una posición concreta
- Realizar un barrido de posiciones
- Usar un interruptor para controlar el giro de un servomotor
- Usar un potenciómetro para controlar la posición de un servomotor

Tarea libre:

- Desarrollar un proyecto que introduzca modificaciones sobre los ejemplos trabajados en las tareas guiada combinando el uso de servomotores con elementos trabajados en la actividad anterior.

Recursos online de ayuda para esta actividad:

- <https://www.arduino.cc/en/Reference/Servo>
- <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/Sweep>



**Figura 3: Conexión de un servomotor a la placa de Arduino**

Fuente: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/Sweep>

Tabla 8: Actividad 5. Sensores

<b>Actividad 5: Sensores</b>		<b>Sesión:</b>	7-8
<b>Objetivos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer el funcionamiento de varios tipos de sensores</li> <li>• Usar sensores simples con Arduino</li> <li>• Usar sensores complejos con Arduino</li> <li>• Realizar un pequeño proyecto usando varios sensores y opcionalmente pulsadores, interruptores, leds y servomotores</li> <li>• Entregar un memoria de la práctica realizada</li> </ul>		
<b>Contenidos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceptos básicos de programación</li> <li>• Funcionamiento y control de sensores</li> <li>• Uso de microcontroladores en experimentación</li> <li>• Trabajo en equipo</li> </ul>		
<b>Criterios de evaluación / Estándares de aprendizaje:</b>		1/1.1, 2/2.1, 3/3.1	
<b>Recursos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material para el docente                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ordenador y proyector o pizarra interactiva</li> </ul> </li> <li>• Material por equipo                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Guion de la actividad</li> <li>▪ Ordenador con software Arduino IDE</li> <li>▪ Acceso a la intranet del centro y a los recursos online</li> <li>▪ Placa Arduino, sensor de luz, sensor de proximidad por ultrasonidos, sensor de línea por infrarrojos, leds, pulsadores, interruptores, cables, servomotores</li> </ul> </li> </ul>		
<b>Espacio:</b>	Aula de tecnología	<b>Agrupamiento:</b>	Grupos de 4 alumnos
<b>Actividad</b>		<b>Competencias</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se expondrá la actividad a realizar explicando los conceptos generales imprescindibles y proporcionando los recursos necesarios.</li> <li>• Los alumnos realizarán una práctica guiada en la que experimentarán con el uso de varios tipos de sensores con Arduino.</li> <li>• Los alumnos deberán ir rellenando un informe sobre las tareas realizadas y los conceptos trabajados.</li> <li>• Al completar la parte guiada, cada grupo decidirá, diseñará e implementará un pequeño proyecto que deberá ser una ampliación de los ejemplos trabajados en la parte guiada. Se deberán usar al menos dos sensores de entre los disponibles y combinarlo con algún elemento de las actividades anteriores. Deberán documentar el proyecto.</li> <li>• Cada grupo mostrarán el funcionamiento de su proyecto y a continuación cada grupo puntuará los proyectos de los demás grupos.</li> <li>• El grupo con mejor puntuación expondrá los detalles del proyecto ante el resto de la clase con el objetivo de compartir los conocimientos adquiridos.</li> <li>• Los alumnos subirán a la intranet del centro la memoria y el código del proyecto.</li> </ul>		<b>CL</b>	X
		<b>CMCT</b>	X
		<b>CD</b>	X
		<b>CAA</b>	X
		<b>CSC</b>	X
		<b>SIEE</b>	X

Fuente: elaboración propia

## Actividad 5: Sensores

Los conceptos trabajados en esta actividad son:

- Conectar sensores a la placa Arduino
- Lectura de señales de los sensores simples
- Uso de librerías para la lectura de sensores complejos
- Control de señales de salida a partir de lecturas de sensores

Tareas guiadas:

- Conectar un sensor de luz a la placa
- Leer el valor del sensor de luz y mostrarlo a través del terminal serie
- Controlar la intensidad de varios leds a partir del sensor de luz
- Conectar un sensor de temperatura y humedad a la placa
- Usar la librería DHT para realizar la lectura de temperatura y humedad
- Verificar la correcta lectura usando una fuente de calor

Tarea libre:

- Desarrollar un proyecto mediante el uso de sensores que amplíe los conocimientos adquiridos en las tareas guiadas. Se debe usar un sensor no trabajado en las tareas guiadas de entre todos los disponibles. Se puede hacer uso de otros elementos trabajados en actividades anteriores.

Recursos online de ayuda para esta actividad:

- <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/Fade>
- <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/Fading>
- <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/ReadAnalogVoltage>
- <https://github.com/adafruit/DHT-sensor-library>

A continuación, en la Figura 4 se muestra un ejemplo de conexión de un sensor de luz y varios leds a la placa de Arduino para realizar un control de intensidad lumínica.



Tabla 9: Actividad 6. Desarrollo de un proyecto

<b>Actividad 6: Desarrollo de un proyecto</b>		<b>Sesión:</b>	9-13
<b>Objetivos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar, planificar y desarrollar un proyecto basado en Arduino</li> <li>• Usar recursos online para complementar los aprendidos en clase</li> <li>• Trabajar en equipo</li> </ul>		
<b>Contenidos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programación con Arduino</li> <li>• Uso de sensores y servomotores</li> <li>• Diseño y desarrollo de sistemas automáticos</li> <li>• Trabajo en equipo</li> </ul>		
<b>Criterios de evaluación / Estándares de aprendizaje:</b>		1/1.1, 2/2.1, 3/3.1	
<b>Recursos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ordenador con software Arduino IDE</li> <li>• Acceso a la intranet del centro y a los recursos online relacionados con la programación con Arduino</li> <li>• Cuaderno para anotar ideas y la evolución del proyecto</li> <li>• Kit de robótica Arduino. Incluye: placa Arduino, estructura modular configurable, servomotores y ruedas, sensores de proximidad por ultrasonidos, sensores de línea por infrarrojos, baterías.</li> <li>• Componentes adicionales: leds, pulsadores, interruptores, cables</li> <li>• Sensores adicionales: brújula, sensor de temperatura, sensor de luz, sensor inercial</li> </ul>		
<b>Espacio:</b>	Aula de tecnología	<b>Agrupamiento:</b>	Grupos de 4 alumnos
<b>Actividad</b>		<b>Competencias</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los alumnos trabajando en grupos desarrollarán un proyecto con Arduino centrado en el ámbito de la robótica. El único requisito será que debe ser móvil, y por lo tanto es un requisito usar los servomotores. Podrán usar todos los elementos que consideren necesarios para su proyecto.</li> <li>• En la primera sesión de la actividad cada grupo realizará una tormenta de ideas y entre todos los miembros del grupo decidirán qué idea escogen. El docente orientará a los alumnos y supervisará las ideas escogidas.</li> <li>• Los alumnos harán uso de recursos online para aprender a utilizar los componentes que no han trabajado en las prácticas guiadas.</li> <li>• Cada grupo diseñará, planificará e implementará el proyecto escogido. El docente supervisará la evolución de los proyectos y resolverá las dudas que surjan.</li> <li>• Los alumnos deberán documentar el proyecto, partiendo de la idea original y documentando la evolución y los reajustes realizados sobre el plan original a medida que avanzan. Será importante documentar las fuentes de las que han obtenido documentación y ejemplos de programación.</li> <li>• Los alumnos deberán entregar un informe donde plasmen los detalles sobre el proyecto y la documentación recogida durante el proceso.</li> </ul>		<b>CL</b>	X
		<b>CMCT</b>	X
		<b>CD</b>	X
		<b>CAA</b>	X
		<b>CSC</b>	X
		<b>SIEE</b>	X

Fuente: elaboración propia

Tabla 10: Actividad 7. Exposición y evaluación del proyecto

<b>Actividad 7: Exposición y evaluación del proyecto</b>		<b>Sesión:</b>	14
<b>Objetivos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentar y defender ante los compañeros el proyecto realizado</li> <li>• Demostrar la originalidad de la idea y el funcionamiento</li> <li>• Evaluar su propio trabajo</li> <li>• Evaluar y puntuar los trabajos de los compañeros</li> </ul>		
<b>Contenidos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expresión en público del trabajo realizado</li> <li>• Evaluación de proyectos</li> </ul>		
<b>Criterios de evaluación / Estándares de aprendizaje:</b>		1/1.1, 2/2.1, 3/3.1	
<b>Recursos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ordenador y proyector o pizarra interactiva</li> <li>• Proyectos desarrollados por los grupos de alumnos</li> <li>• Pista de pruebas para poner a prueba el robot</li> <li>• Formularios de evaluación</li> </ul>		
<b>Espacio:</b>	Aula de tecnología	<b>Agrupamiento:</b>	Grupos de 4 alumnos
<b>Actividad</b>		<b>Competencias</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada grupo expondrá ante el resto de la clase el proyecto que han desarrollado, explicando:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La idea de partida</li> <li>▪ La división del trabajo</li> <li>▪ La estrategia de implementación</li> <li>▪ Los obstáculos encontrados y las soluciones a éstos</li> <li>▪ Los conocimientos más destacables que aprendidos</li> </ul> </li> <li>• Una vez explicado el proyecto, mostrarán el funcionamiento del proyecto ante toda la clase.</li> <li>• Después de la demostración del proyecto el resto de los alumnos podrán realizar preguntas al grupo que expone su trabajo.</li> <li>• Los miembros del grupo evaluarán su propio trabajo y el de cada miembro del mismo. Mientras que el resto de estudiantes evaluarán el proyecto presentado, teniendo en cuenta, la originalidad de la idea, la habilidad para exponer el proyecto, el funcionamiento y la estrategia de implementación.</li> <li>• Los alumnos puntuarán los proyectos de los demás grupos, y finalmente se contabilizarán las puntuaciones para obtener la clasificación de los proyectos.</li> </ul>		<b>CL</b>	X
		<b>CMCT</b>	X
		<b>CD</b>	
		<b>CAA</b>	
		<b>CSC</b>	X
		<b>SIEE</b>	

Fuente: elaboración propia

### 3.3.7 Recursos

La unidad didáctica “Robótica creativa con Arduino” requiere recursos hardware, software y recursos online. Algunos de los recursos son imprescindibles para llevar a cabo las actividades de forma adecuada, mientras que otros pueden considerarse opcionales. Concretamente los módulos electrónicos y sensores disponibles para el desarrollo de los proyectos libres dependerán del material disponible en el centro.

Los recursos requeridos son los siguientes:

- Ordenadores con el entorno de desarrollo Arduino IDE, con acceso a la intranet del centro, y acceso a los recursos online sobre Arduino.
- Kits de robótica para Arduino con estructura modular con soportes para servomotores y ruedas.
- Placas Arduino
- Componentes electrónicos: interruptores, pulsadores, resistencias, potenciómetros, leds, protoboards y cables
- Servomotores
- Sensores: sensores de luz, sensores de temperatura y humedad, sensores de proximidad por ultrasonidos, sensores de línea por infrarrojos, brújulas electrónicas, sensores inerciales.

Respecto al acceso a recursos online, para el correcto desarrollo de las actividades tal y como están planteadas es necesario que los alumnos dispongan de acceso a varios recursos en internet. El recurso más importante es la web de referencias de las funciones del lenguaje Arduino y de las librerías oficiales, además de los tutoriales y ejemplos de uso. A discreción del profesor se pueden proporcionar sitios web adicionales con recursos para el desarrollo con Arduino y el uso de sensores y módulos electrónicos.

Permitir el acceso a internet en el aula puede resultar problemático, y una distracción más que una herramienta para los estudiantes. Para solucionar este problema se puede utilizar algún software que actúe como firewall para restringir el acceso a las páginas webs de recursos permitidas y evitar que los alumnos puedan acceder a cualquier sitio web de internet. Existen multitud de aplicaciones, tanto aplicaciones locales como proxys, que permiten bloquear el acceso a internet exceptuando ciertos dominios.

### 3.3.8 Evaluación

Las actividades 1 y 2 de la unidad didáctica no cuentan con ningún criterio evaluable dado que se trata de actividades puramente teóricas en las cuales se introduce la unidad didáctica y los conceptos fundamentales que se precisan para poder realizar las actividades siguientes.

Las actividades 3, 4 y 5 comparten estructura y metodología, y por lo tanto también comparten criterios de evaluación y rúbricas. Las actividades 6 y 7 se evaluarán conjuntamente ya que conforman el desarrollo y presentación del proyecto.

La calificación correspondiente a las tareas propias de las actividades se complementará con la evaluación de algunos aspectos generales como la actitud en el aula y la participación en el trabajo en equipo. La Tabla 11 muestra el porcentaje asignado a cada actividad y criterio evaluado dentro del conjunto de la unidad didáctica.

La calificación de todas las rúbricas se aplica de forma grupal con la excepción de la rúbrica utilizada para evaluar la participación y la actitud en el aula, y las coevaluaciones realizadas por los alumnos en las que valoran el trabajo de sus compañeros de grupo que se aplicarán a nivel individual.

**Tabla 11: Distribución de la calificación de la unidad didáctica**

<b>Criterio</b>	<b>Porcentaje</b>
Actividad 3	10%
Actividad 4	10%
Actividad 5	10%
Proyecto (Actividades 6 y 7)	60%
Actitud y participación	10%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

Fuente: elaboración propia

A parte de la evaluación realizada por el docente los alumnos rellenarán una evaluación sobre el trabajo de sus compañeros de grupo en cada actividad. De esta forma se complementará la evaluación de la participación en el trabajo grupal realizada por el docente con el punto de vista de los alumnos. En esta evaluación los alumnos puntuarán el nivel de implicación y colaboración en el trabajo grupal en varios aspectos asignando una puntuación de 0 a 3.

La Tabla 12 presenta la rúbrica utilizada para evaluar las actividades 3, 4 y 5. La evaluación de estas actividades se divide en dos partes, por un lado en trabajo práctico y por el otro el informe de la actividad entregado al finalizar la actividad. Respecto al trabajo práctico se evalúa la realización de las tareas guiadas y del proyecto libre. Respecto a las tareas guiadas el docente deberá llevar un control diario del avance de cada grupo.

Las rúbricas contienen cuatro niveles de logro para cada criterio evaluable además del porcentaje que representa cada criterio evaluable sobre la calificación total de la actividad

Tabla 12: Rúbrica para las actividades 3, 4 y 5

Criterio evaluable	Nivel de logro				
	Nivel 1 (0)	Nivel 2 (5)	Nivel 3 (7,5)	Nivel 4 (10)	
Realización de la práctica guiada en el aula	No han realizado la práctica guiada	La calificación será proporcional al número de pasos completados respecto al número total de pasos de la actividad		Han completado correctamente todos los pasos	40%
Realización del proyecto libre	No han realizado ningún proyecto	El proyecto no usa componentes adicionales, no presenta cambios respecto a los ejemplos o presenta errores de funcionamiento graves	El proyecto usa múltiples componentes pero no usa componentes adicionales o presenta algún pequeño error de funcionamiento	El proyecto funciona correctamente combinando múltiples componentes y usando algún componente adicional	40%
<b>Tareas prácticas</b>					<b>80%</b>
Contenido	El documento no se ha entregado o no está relacionado con la actividad	El documento carece de varios apartados y/o contiene información errónea	El documento carece de algún apartado o algunas explicaciones no son correctas	El documento incluye todos los apartados requeridos, las explicaciones son correctas y está bien relacionado	10%
Estructura del informe	El documento no presenta la estructura exigida	El documento cumple con la estructura propuesta con múltiples excepciones	El documento cumple con la estructura propuesta con pocas excepciones	Cumple estrictamente los requisitos de estructura	5%
Ortografía, gramática y redacción	Contiene más de 3 faltas de ortografía y/o gramática.	Contiene alguna falta gramatical pero menos de 3 faltas de ortografía/gramática y la redacción es adecuada	Contiene menos de 3 faltas de ortografía y ningún error gramatical y la redacción es buena	No contiene faltas de ortografía ni de gramática y la redacción es buena	5%
<b>Informe de la actividad</b>					<b>20%</b>
<b>Total</b>					<b>100%</b>

Fuente: elaboración propia

Las tablas siguientes presentan las rúbricas para evaluar las actividades 6 y 7. La rúbrica se presenta en tres partes, la primera es la rúbrica para evaluar la realización práctica del proyecto, la segunda tabla contiene la rúbrica de evaluación del informe del proyecto y finalmente la tercera tabla presenta la rúbrica para la exposición del proyecto ante el resto de los compañeros de clase.

**Tabla 13: Rúbrica del desarrollo del proyecto**

Criterio evaluable	Nivel de logro				
	Nivel 1 (0)	Nivel 2 (5)	Nivel 3 (7,5)	Nivel 4 (10)	
Creatividad	Proyecto propuesto por el docente u obtenido de internet	Algunas modificaciones sobre una idea del docente o de internet	Modificaciones importantes sobre una idea del docente o internet	Idea original de los alumnos o grandes mejoras	5%
Complejidad	No hace uso de ningún elemento ni software ni hardware adicional	Usa al menos 1 dispositivo adicional	Usa múltiples elementos adicionales y alguna librería adicional	Usa múltiples elementos adicionales y técnicas de programación avanzadas	10%
Funcionamiento	El proyecto no funciona	Funciona aunque con considerables fallos	Funciona pero con algún pequeño fallo	Funciona perfectamente cumpliendo todas las especificaciones	30%
Implementación	El código está mal organizado, no está documentado, no se han creado funciones y los algoritmos son poco eficientes	El código presenta varios de los siguientes defectos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• No está documentado</li> <li>• No está bien estructurado</li> <li>• Poco eficiente</li> </ul>	El código presenta 1 de los siguientes defectos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• No está bien documentado</li> <li>• No está bien estructurado</li> <li>• Poco eficiente</li> </ul>	El código está bien estructurado, bien documentado y los algoritmos son eficientes	5%
<b>Realización del proyecto</b>					<b>50%</b>

Fuente: elaboración propia

**Tabla 14: Rúbrica del informe del proyecto**

Criterio evaluable	Nivel de logro				
	Nivel 1 (0)	Nivel 2 (5)	Nivel 3 (7,5)	Nivel 4 (10)	
Contenido	El documento no se ha entregado	El documento carece de múltiples apartados y contiene información errónea	El documento carece de algún apartado o algunas explicaciones no son correctas	El documento cubre detalladamente todos los apartados requeridos, la información es correcta y está bien relacionado	20%
Estructura	El documento no presenta la estructura exigida	El documento cumple con la estructura propuesta con múltiples excepciones	El documento cumple con la estructura propuesta con pocas excepciones	Cumple estrictamente los requisitos de estructura	5%
Ortografía, gramática y redacción	Contiene más de 5 faltas de ortografía y/o gramática.	Contiene alguna falta gramatical pero menos de 5 faltas de ortografía y/o gramática	Contiene menos de 5 faltas de ortografía y ningún error gramatical y buena redacción	No contiene faltas de ortografía ni de gramática y la redacción es buena	5%
Informe del proyecto					30%

Fuente: elaboración propia

**Tabla 15: Rúbrica de la presentación del proyecto**

Criterio evaluable	Nivel de logro				
	Nivel 1 (0)	Nivel 2 (5)	Nivel 3 (7,5)	Nivel 4 (10)	
Contenido	No se ha presentado el proyecto	No se han explicado, o no se ha hecho correctamente varios elementos básicos del proyecto	No se ha explicado correctamente algún elemento del proyecto	Presentación muy detallada y explicando todos los elementos destacables de forma correcta	10%
Organización		La presentación se ha hecho de forma muy desorganizada	La presentación tienen algunos aspectos desorganizados	La presentación está bien organizada	3%
Lenguaje		La terminología no es toda correcta y no se explican con claridad	La terminología no es toda correcta o en algunos casos no se explican con claridad	Usan la terminología correcta y se explican con claridad todos los aspectos	2%
Resolución de dudas de sus compañeros	Son incapaces de contestar las preguntas de sus compañeros	Contestan erróneamente varias preguntas y muestran dudas	Contestan erróneamente alguna pregunta o muestran dudas	Contestan correctamente y sin dudas a las preguntas	5%
<b>Presentación del proyecto</b>					<b>20%</b>

Fuente: elaboración propia

**Tabla 16: Rúbrica de actitud y participación**

Criterio evaluable	Nivel de logro				
	Nivel 1 (0)	Nivel 2 (5)	Nivel 3 (7,5)	Nivel 4 (10)	
Actitud en el aula	No cumple las normas, molesta a los compañeros y daña el material intencionadamente	Incumple las normas y/o molesta a los compañeros y/o daña el material intencionadamente	Incumple alguna norma o molesta a los compañeros o daña intencionadamente el material	Cumple todas las normas del aula, trabaja de forma respetuosa y cuida el material	50%
Participación y trabajo en equipo Evaluado por el docente.	No trabaja ni colabora con sus compañeros	Su colaboración con el resto del grupo es muy escasa	Participa en las tareas de equipo pero no respeta las decisiones del resto del grupo	Trabaja activamente con el grupo, participa de las decisiones y ayuda a sus compañeros en caso necesario	40%
Coevaluación grupal.	Evaluado por los alumnos aplicando la Tabla 17				10%
<b>Total</b>					100%

Fuente: elaboración propia

La Tabla 17 muestra los criterios que cada alumno valorará sobre sus compañeros de grupo y los valores que puede asignar a cada criterio. Los alumnos realizarán esta evaluación para cada uno de sus compañeros de equipo y para cada una de las actividades en las que trabajarán en equipo.

**Tabla 17: Coevaluación del grupo**

Criterio	Puntuación
	0: nada 1: poco 2: bastante 3: mucho
Implicación con el trabajo grupal	
Aporta ideas originales	
Colaboración en las tareas del proyecto	
Respeto a las ideas propuestas por los demás compañeros	
Respeto las normas de trabajo	

Fuente: elaboración propia

### **3.3.9 Atención a la diversidad**

La atención a la diversidad se trabajará principalmente gracias a la formación de grupos de alumnos heterogéneos, mediante los que se buscará un equilibrio de habilidades y el fomento de las relaciones sociales entre los alumnos de la clase. Experiencias previas avalan el uso de trabajo grupal colaborativo como herramienta para trabajar la atención a la diversidad de los estudiantes (Blanco, 1999).

Dado que las actividades planteadas cuentan con una parte de libre desarrollo pueden realizarse adaptaciones específicas en caso necesario. Ya sea ampliando o reduciendo los elementos trabajados y las exigencias a la hora de desarrollar los proyectos libres. Esta flexibilidad en las actividades combinada con el trabajo grupal por proyectos en el cual los alumnos cooperan y se ayudan entre ellos contribuyen a la integración de todos los alumnos en el desarrollo de las actividades.

## **3.4 Evaluación de la propuesta**

En este apartado se realizará una evaluación de la propuesta de intervención diseñada y presentada en este documento, valorando sus puntos fuertes y débiles.

Tabla 18: Matriz DAFO

	<b>Interno</b>	<b>Externo</b>
<b>Negativo</b>	<b>Debilidades</b>	<b>Amenazas</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La cronología puede no ser la adecuada debido a la falta de experiencia previa y que la unidad didáctica no podido ser probada</li> <li>• Se presupone que los alumnos ya cuentas con conocimientos suficientes de programación y electrónica</li> <li>• El número de alumnos por grupo puede no ser el adecuado en función del total de alumnos y los recursos del taller de tecnología</li> <li>• En los grupos de trabajo puede haber alumnos que se desentiendan del trabajo o no colaboren adecuadamente</li> <li>• Falta de conocimientos del tema por parte del docente</li> <li>• Falta o rotura de componentes electrónicos que dificulten completar las tareas o que todos los grupos dispongan del material necesario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La unidad didáctica y su duración puede no encajar en la programación del centro y/o departamento</li> <li>• Falta de inversión por parte del centro para equipar adecuadamente el taller de tecnología</li> <li>• Falta de interés por parte del centro o de los docentes por implantar la estrategia presentada</li> <li>• Falta de interés y compromiso por parte de los alumnos</li> </ul>
<b>Positivo</b>	<b>Fortalezas</b>	<b>Oportunidades</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomenta el trabajo en equipo</li> <li>• Fomenta la habilidad de aprender a aprender</li> <li>• Fomenta la creatividad dado que los alumnos deben realizar proyectos inventados por ellos mismos</li> <li>• Enseñar a otros alumnos como se han solucionado los problemas consigue un aprendizaje más profundo</li> <li>• La competición entre equipos fomenta la motivación y el interés</li> <li>• La unidad didáctica es principalmente práctica y el alumno tienen un papel activo</li> <li>• Bajo coste económico de la plataforma Arduino y gran cantidad de recursos disponibles para ella</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existencia de experiencias previas documentadas del de uso de Arduino en el aula de tecnología con resultados satisfactorios</li> <li>• Gran cantidad de casos documentados de aplicación de ABP en la asignatura de tecnología</li> <li>• Apoya legislativo a las metodologías activas como ABP</li> <li>• Plataforma basada en software y hardware libre con gran cantidad de recursos, tanto hardware como software y una enorme y creciente comunidad de usuarios compartiendo código y experiencias</li> </ul>

Fuente: elaboración propia

## 4 Conclusiones

La electrónica, la robótica y la programación en general tienen cada día más relevancia en este mundo cada día más tecnológico. Por este motivo, resulta cada vez más importante formar a los alumnos en estas tecnologías, y hacerlo de una forma que les resulte divertida y entretenida atrayendo su interés en lugar de provocar temor. En este sentido la robótica resulta ideal, por un lado, combina varias disciplinas como la electrónica y la programación, por otro lado, resulta entretenida y divertida. Trabajar con dispositivos que los estudiantes pueden tocar, montar, modificar y ver cómo actúan atrae más la atención y la motivación que enseñar programación escribiendo código sin una finalidad concreta más allá que aprender las reglas y estrategias de la programación.

Dada la gran velocidad a la que cambian las tecnologías el factor importante es proporcionar a los estudiantes las habilidades y herramientas necesarias para que sean capaces de ampliar los conocimientos por su cuenta, en lugar de proporcionar unos conocimientos estáticos que probablemente queden obsoletos en poco tiempo. Esto se plasma en la competencia aprender a aprender y es uno de los pilares de la denominada educación STEM. En este sentido, la unidad didáctica propuesta se basa en proporcionar a los alumnos los conocimientos fundamentales para entender los recursos disponibles online en lugar de impartir directamente unos conocimientos preestablecidos. En las actividades desarrolladas, se proporciona la información imprescindible y se remite a los estudiantes a referencias y guías en la red. De esta forma los alumnos aprenden a buscar, entender y utilizar la documentación publicada en internet, lo cual les permite ampliar fácilmente sus conocimientos más allá de los elementos básicos impartidos en clases expositivas.

Respecto a la metodología usada para llevar a cabo las actividades planteadas en la unidad didáctica, el aprendizaje basado en proyectos resulta una excelente opción para trabajar materias relacionadas con la tecnología, tal y como avalan multitud de publicaciones que han servido como base teórica de este trabajo a la hora de decidir la metodología didáctica. Concretamente, el uso de ABP en asignaturas de tecnología en educación secundaria ya ha demostrado ser una metodología con buenos resultados. Con esta metodología, por un lado, buscamos que el alumno tenga un papel más activo en su proceso aprendizaje, por otro lado, supone aprender haciendo y por lo tanto resulta una forma de trabajar mucho más entretenida y divertida para los estudiantes que las clásicas clases magistrales donde los estudiantes tienen un papel fundamentalmente pasivo.

El trabajo por proyectos, es habitual en el mundo empresarial en el ámbito de la ingeniería, este es un motivo destacable por el que el uso de ABP en la asignatura de tecnología resulta interesante, ya que no solo es atractivo para el alumno, sino que además aporta al

estudiante una experiencia que puede resultarle útil en su vida laboral si se decanta por un oficio relacionado con la ingeniería.

La metodología ABP se ha complementado con dos estrategias, por un lado, se le ha añadido un componente de gamificación para crear una motivación adicional en los alumnos, buscando que creen soluciones más originales e ingeniosas. La otra estrategia que complementa el ABP consiste en que los alumnos actúen como docentes ante sus compañeros. De esta manera, enseñando lo aprendido se consigue un aprendizaje más significativo.

La unidad didáctica desarrollada, cumple con los objetivos que se habían planteado inicialmente, aunque hay que remarcar que al no haber podido poner en práctica la unidad didáctica no se cuenta con resultados reales que permitan obtener unas conclusiones más precisas. Los objetivos planteados para este trabajo fin de máster se basaban en el desarrollo de una unidad didáctica sobre programación en Arduino mediante ABP y enfocada a fomentar la competencia de aprender a aprender. En este sentido se ha desarrollado una unidad didáctica donde se persigue que sea el alumno el que cree su propio conocimiento y sepa aprender a partir de recursos online, y al emplear la metodología ABP se fomenta el trabajo en equipo, el cual es otro de los objetivos que se planteó. Tal y como se propuso, las actividades que forman la unidad didáctica presentan complejidad incremental, trabajando con elementos individualmente para finalmente converger en un proyecto de mayor envergadura.

Finalmente, las actividades planteadas cuentan con un componente de competición entre los grupos de alumnos, tal y como se había propuesto en los objetivos iniciales. Éste es el objetivo más difícil de valorar sin haber puesto en práctica la unidad didáctica, ya que, aunque existan publicaciones que avalan en uso de estrategias similares resulta complicado evaluar su éxito sin una prueba real en la que se pueda ver la respuesta de los alumnos a este método de motivación.

Para desarrollar esta propuesta de intervención ha tenido un importante peso mi experiencia profesional en el ámbito de la programación, y concretamente el uso de la plataforma Arduino en proyectos reales de desarrollo de sistemas de monitorización y control. Esta experiencia profesional, combinada con los conocimientos sobre metodologías didácticas adquiridos en el máster y ampliados en la fase de documentación de este trabajo ha dado como resultado la presente propuesta de intervención.

## 5 Limitaciones y prospectiva

Respecto al proceso de documentación previo a la elaboración de esta propuesta de intervención, una de las limitaciones ha sido la dificultad para encontrar publicaciones que apoyen el método de competición entre proyectos desarrollados por equipos y valorados por los propios alumnos. En general las publicaciones relacionadas con gamificación en las que se hace uso de una clasificación están relacionadas con otras disciplinas y hacen uso de juegos de los cuales se obtiene una puntuación directa, y objetiva, en lugar de consistir en una valoración por parte del resto de compañeros de clase.

Respecto a la implementación de la propuesta el principal problema es no haber podido aplicarla en un aula real, aunque fuera únicamente una parte de la unidad didáctica. Debido a esto, no se ha podido verificar si la estrategia planteada y el cronograma definido son los más adecuados. El aspecto temporal es un factor relevante ya que resulta complejo estimar si los tiempos establecidos para la realización de las actividades es adecuado para los alumnos. Además, este es un factor que puede variar enormemente de un centro a otro en función de la formación previa de los estudiantes.

Una de las limitaciones más destacables de la unidad didáctica son los requisitos que presentan en cuanto a recursos materiales. Al tratarse de una unidad didáctica fundamentalmente práctica, carecería de sentido intentar aplicarla sin contar con los recursos mínimos necesarios. Si bien, podría ajustarse en caso de disponer sólo de una parte de los componentes electrónicos detallados en las actividades planteadas, siempre y cuando se contará con los elementos imprescindibles.

Respecto a la prospectiva de futuro, el primer punto a sería posibilidad de que la unidad didáctica se implantara en un centro con el objetivo de valorar su viabilidad y ajustarla en caso necesario. A partir de esta experiencia, resultaría interesante valorar la posibilidad de aplicar a otros bloques de contenidos, e incluso a otras materias la estrategia planteada basada en fomentar el componente creativo del alumno a partir de unos conocimientos guiados que sirven como base. Esto combinado con la valoración por parte de los compañeros tanto de la originalidad como del resultado práctico y su funcionamiento.

## 6 Referencias bibliográficas

- Adafruit. (s.f.). *Adafruit Industries, Unique & fun DIY electronics and kits*. Recuperado de <https://www.adafruit.com/>
- Adell, J. y Bernabé, Y. (2007). Software libre en educación. *Tecnología educativa* (pp. 173-195). Madrid: McGraw-Hill.
- Alcaraz, M. (2014). Internet de las Cosas. *Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción*, 2-3. Recuperado de <http://jeuazarru.com/wp-content/uploads/2014/10/Internet-of-Things.pdf>
- Arduino. (s.f.). *Arduino - Introduction*. Recuperado de <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>
- Assaraf, O. B. y Orion, N. (2005). Development of system thinking skills in the context of earth system education. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 42(5), 518-560.
- Barrows, H. S. y Tamblyn, R. M. (1980). *Problem-Based Learning: An Approach to Medical Education*. New York: Springer.
- Blank, W. E. (1997). Promising Practices for Connecting High School to the Real World.
- Blas, D. y Jaén, A. (2018). Experiencia didáctica con Arduino. El aprendizaje basado en proyectos como metodología de trabajo en el aula de secundaria. *Hekademos: revista educativa digital*(25), 73-82.
- Bruning, R. H., Schraw, G. J. y Ronning, R. R. (1999). *Cognitive psychology and instruction*. One Lake Street, Upper Saddle River, NJ 07458: Prentice-Hall, Inc.
- Canca-Ruiz, J. (2016). Aprendizaje Basado en Proyectos: Propuesta para trabajar los Agentes Contaminantes en 4º de ESO mediante un proyecto. (*Trabajo Fin de Máster*).
- Carpena, N., Cataldi, M. y Muñoz, G. (2012). En busca de nuevas metodologías y herramientas aplicables a la educación. Repensando nuestro rol docente en las aulas. *Acta de la conferencia Sigradi 2012. Presentado en el 16º Congreso de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital, Fortaleza, Brasil*. Recuperado de [http://cumincades.scix.net/data/works/att/sigradi2012\\_85.content.pdf](http://cumincades.scix.net/data/works/att/sigradi2012_85.content.pdf)
- Cataldi, Z. y Salgueiro F. (2007). Software libre y código abierto en educación. *Quaderns Digitals*, 48, 01-12.
- Czernik, D. S. (2006). Alfabetos y saberes: la alfabetización digital. *Comunicar: Revista científica iberoamericana de comunicación y educación*, 26, 78-82. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/1985777.pdf>
- Dart, P., Johnston, L. y Schmidt, C. (1996). Enhancing project-based learning: Variations on mentoring. *In Proceedings of 1996 Australian Software Engineering Conference* (págs. 112-117). IEEE.

- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R. y Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: defining gamification. *In Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments* (págs. 9-15). ACM.
- Díez, J., Bañeras, D. y Serra, M. (2017). Experiencia de gamificación en Secundaria en el Aprendizaje de Sistemas Digitales. *Education in the Knowledge Society*, 18(2), 85-105.
- Domenech-Casal, J. (2017). Aprendizaje Basado en Proyectos y Competencia Científica. Experiencias y propuestas para el método de Estudios de Caso. *Enseñanza de las Ciencias(Extra)*, 5177-5184.
- Drew, D. E. (2011). *STEM the tide: Reforming science, technology, engineering, and math education in America*. JHU Press.
- Fisher, D. K. y Gould, P. J. (2012). Open-source hardware is a low-cost alternative for scientific instrumentation and research. *Modern instrumentation*, 1(02), 8-20.
- Free Software Foundation. (2019). *Categories of free and nonfree software*. Recuperado de <https://www.gnu.org/philosophy/categories.en.html#OpenSource>
- Free Software Foundation. (2019). *What is free software?* Recuperado de <https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.en.html>
- García-Saura, C. y González-Gómez, J. (2012). Low cost educational platform for robotics, using open-source 3d printers and open-source hardware. *ICERI2012 proceedings*, 2699-2706.
- González, G., Huerta, A., Iglesias, B., de la Madrid, L. y A., R. (2013). Encuentro de cuentos: reflexiones en torno a una experiencia de trabajo por proyectos en secundaria. *Tendencias pedagógicas*(21), 47-62.
- Kapp, K. M. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education*. San Francisco (USA): John Wiley & Sons.
- Kilpatrick, W. H. (1918). *The Project Method: The Use of the Purposeful Act in the Educative Process*. New York: Columbia University, Teachers College.
- Kokotsaki, D., Menzies, V. y Wiggins, A. (2016). Project-based learning: A review of the literature. *Improving schools*, 19(3), 267-277.
- Larmer, J. y Mergendoller, J. R. (2010). 8 Essentials for project-based learning. *Educational leadership*, 68(1), 34-37.
- Leite, I., McCoy, M., Lohani, M., Ullman, D., Salomons, N., Stokes, C., Rivers, S. y Scassellati, B. (2015). Emotional storytelling in the classroom: Individual versus group interaction between children and robots. *In Proceedings of the Tenth Annual ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, 75-82.
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*, 106, de 4 de mayo de 2006.

- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad. *Boletín Oficial del Estado*, 295, de 10 de diciembre de 2016.
- M., J. (2019). *Lenguajes de programación más usados (2019)*. Recuperado de CodingHub: <https://codinghub.es/lenguajes-de-programacion-mas-usados>
- Márquez, J. E. y Ruiz, J. H. (2014). Robótica educativa aplicada a la enseñanza básica secundaria. *Didáctica, innovación y multimedia*, 30, 1-12.
- Martí, J. A., Heydrich, M., Rojas, M. y Hernández, A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos. *Revista Universidad EAFIT*, 46(158).
- Martín, J. L., Martínez, P., Fernández, G. M. y Bravo, C. (2016). Analizando el desarrollo de las habilidades STEM a través de un proyecto ABP con arduino y su relación con el rendimiento académico. Recuperado de <https://repositorial.cuaed.unam.mx:8443/xmlui/bitstream/handle/20.500.12579/4830/VE16.583.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mastascusa, E. J., Snyder, W. J. y Hoyt, B. S. (2011). *Effective instruction for STEM disciplines: From learning theory to college teaching*. John Wiley & Sons.
- Minovic, M., García, F. J. y Kearney, N. (2016). Gamification ecosystems in engineering education. *The International journal of engineering education*, 32(1), 308-309.
- Mondada, F., Bonani, M., Riedo, F., Briod, M., Pereyre, L., Rétornaz, P. y Magnenat, S. (2017). Bringing robotics to formal education: The thymio open-source hardware robot. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 24(1), 77-85.
- Mora-Correño, A. (2012). ¿Es posible una escuela 100% software libre? (Trabajo Fin de Máster). Universidad Internacional de La Rioja (UNIR). Recuperado de <https://reunir.unir.net/handle/123456789/747>
- Ocaña, G., Romero, I. M., Gil, F. y Codina, A. (2015). Implantación de la nueva asignatura “Robótica” en Enseñanza Secundaria y Bachillerato. *Investigación en la escuela*(87), 65-79.
- OCDE. (2013). *PISA 2015. Draft Science Framework*. Recuperado de <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf>
- OpenCores. (s.f.). OpenCores. Recuperado de <https://opencores.org/>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, Inc.
- Pearce, J. M. (2015). Return on investment for open source scientific hardware development. *Science and Public Policy*, 43(2), 192-195.
- Pearce, J. M. (2017). Emerging business models for open source hardware. *Journal of Open Hardware*, 1(1), 1-14.
- Postman, P. N. y Weingartner, C. (1969). Teaching as a subversive activity. *Delta*.

- Pujol-Cunill, F. (2017). El Aprendizaje Basado en Proyectos y el Aprendizaje por Descubrimiento Guiado como estrategias didácticas en Biología y Geología de 4º de ESO. (*Trabajo Fin de Máster*). Universidad Internacional de La Rioja (UNIR). Recuperado de <https://reunir.unir.net/handle/123456789/6052>.
- Quintanal, F. (2016). Gamificación y la Física–Química de Secundaria. *Education in the Knowledge Society*, 17(3), 13-28.
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Boletín Oficial del Estado, 3, de 3 de enero de 2015.
- Real Decreto 34/2015, de 15 de mayo, pel qual s'estableix el currículum de l'educació secundària. Butlletí Oficial de les Illes Balears, 73, 16 de maig de 2015.
- Reguera, P., García, D., Domínguez, M., Prada, M. A. y Alonso, S. (2015). A low-cost open source hardware in control education. case study: Arduino-feedback ms-150. *IFAC-PapersOnLine*, 48(29), 117-122.
- Sánchez, A. M. (2007). Pensamiento y formación del profesorado de educación secundaria. *Electronic journal of research in educational psychology*, 307-324.
- Sánchez, F. (2015). Gamificación. *Education in the Knowledge Society*, 16(2), 13-15.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 4(69), 20-26.
- Silva-Mauriello, S. V. (2018). *Aprendizaje Basado en Proyectos y Arduino en Tecnología de 4º ESO*. (Trabajo fin de Máster) Universidad Internacional de La Rioja, La Rioja.
- Soriano, A., Marin, L., Valles, M., Valera, A. y Albertos, P. (2014). Low Cost Platform for Automatic Control Education Based on Open Hardware. *IFAC Proceedings Volumes*, 47(3), 9044-9050.
- Stallman, R. (2003). *Por qué las escuelas deben usar exclusivamente software libre*. Recuperado de <https://www.gnu.org/education/edu-schools.es.html>
- Stallman, R. (2015). Free Hardware and Free Hardware Designs. Recuperado de <https://www.gnu.org/philosophy/free-hardware-designs.en.html>
- Stallman, R. M. (1986). What is the Free Software Foundation? *Vol. 1*(No. 1), 8.
- Tippelt, R. y Lindemann, H. (2001). El método de proyectos. San Salvador. Recuperado de <http://cmapspublic.ihmc.us/rid=1KFJWWJ3B-11D27DY-1P5D/metodo%20proyectos.pdf>
- Wiring. (s.f.). *Wiring*. Recuperado de <http://wiring.org.co/>