



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Máster

En Profesorado de E.S.O., F.P. y Enseñanzas
de Idiomas, Artísticas y Deportivas

Especialidad de Tecnología

EL SONIDO DE LA TECNOLOGÍA *The sound of technology*

Autora

Aurora Lezáun Alcalá

Director

Raúl Artero Velilla

FACULTAD DE EDUCACIÓN

2020

Resumen

Este trabajo parte del proyecto de innovación propuesto en la asignatura de “Diseño, Organización y Desarrollo de Actividades para el Aprendizaje de Informática y Tecnología”. Dicho proyecto utiliza la metodología de aprendizaje basado en proyectos (en adelante ABP) y emplea la herramienta Arduino como recurso educativo.

La propuesta consiste en un proyecto interdisciplinar en el que intervendrán las materias de Tecnología, Física y Química y Música para llevar a cabo el diseño y la fabricación de un instrumento musical.

Se pretende que esta nueva perspectiva de aprendizaje (ABP) rompa con la monotonía en el aula diseñando una unidad didáctica que asuma tanto los contenidos curriculares como las necesidades cambiantes del alumnado. Además, se busca fomentar la autonomía y la creatividad del alumnado.

Este proyecto pone de manifiesto la idea de renovación tecnológica constante que conlleva esta asignatura, ya que los avances tecnológicos crecen de forma exponencial en nuestra sociedad actual. En el ámbito educativo debería de introducirse de alguna manera el uso de todos estos avances ya que es una realidad ineludible. Son pocos los entornos de trabajo donde no es imprescindible el uso de las nuevas tecnologías y se debería preparar al alumnado para enfrentarse a ellas.

Palabras clave: aprendizaje basado en proyectos, Arduino, proyecto interdisciplinar, instrumento musical.

Abstract

This work is based on the innovation project proposed in the subject of “Design, Organization and Development of Activities”. This project uses the project-based learning methodology (PBL) and uses Arduino as an educational resource.

The proposal consists of an interdisciplinary project in which the subjects of Technology, Physics and Chemistry and Music will be involved to carry out the design and manufacture of a musical instrument.

This new learning perspective try to break up the monotony of the class planning an teaching unit which includes the contents and the needs of the students. In addition, this project pretends to promote student autonomy and creativity.

This project shows that the subject of Technology needs to be constantly updated, because technological advances are growing in our current society exponentially. In the educational field all these advances that society is suffering should be considered. There are few jobs where the use of new technologies is not essential and we must prepare students to work in these environments.

Keys words: project-based learning methodology, Arduino, interdisciplinary project, musical instrument.

Índice

| | |
|---|----|
| 1. Introducción | 5 |
| 2. Contexto | 6 |
| 2.1. Centro | 6 |
| 2.2. Alumnado | 7 |
| 2.3. Coordinación y personal implicado | 11 |
| 3. Objetivos del proyecto | 13 |
| 3.1. Objetivos curriculares | 14 |
| 3.2. Objetivos específicos | 15 |
| 3.2.1. Objetivos metodológicos | 15 |
| 3.2.2. Objetivos didácticos | 15 |
| 4. Argumentación teórica | 16 |
| 4.1. Programación con Arduino | 17 |
| 4.2. Aprendizaje basado en proyectos | 17 |
| 5. Argumentación práctica | 23 |
| 6. Diseño y desarrollo | 23 |
| 6.1 Metodología | 24 |
| 6.1.1 Orientaciones metodológicas | 24 |
| 6.1.2 Principios metodológicos | 25 |
| 6.2 Temporalización | 26 |
| 6.3 Espacios y recursos materiales y tecnológicos | 29 |
| 6.3.1 Aula-taller | 29 |

| | | |
|-------|--|----|
| 6.3.2 | Materiales y recursos didácticos | 29 |
| 7. | Criterios e instrumentos de evaluación y calificación | 31 |
| 7.1. | Criterios generales de evaluación | 31 |
| 7.2. | Instrumentos de evaluación | 31 |
| 7.3. | Criterios de calificación | 33 |
| 8. | Conclusiones | 34 |
| 8.1. | Innovación | 35 |
| 8.2. | Sostenibilidad y transferencia | 35 |
| 9. | Referencias | 37 |
| 9.1 | Bibliografía | 37 |
| 9.2 | Linkografía | 37 |
| 10. | Anexos | |
| | ANEXO I – ENCUESTA I: EVALUACIÓN DE LA ASIGNATURA DE TECNOLOGÍA POR PARTE DEL ALUMNADO | |
| | ANEXO II – ENCUESTA II: EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA DOCENTE POR PARTE DEL ALUMNADO | |
| | ANEXO III – RÚBRICA DE COEVALUACIÓN DE TRABAJO EN EQUIPO | |
| | ANEXO IV – RÚBRICA DE COEVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN DEL PROYECTO | |
| | ANEXO V – RÚBRICA DE HETEROEVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN DEL PROYECTO | |
| | ANEXO VI – RÚBRICA DE LA MEMORIA DEL PROYECTO | |
| | ANEXO VII – LISTA DE MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DE UNA FLAUTA MIDI | |
| | ANEXO VIII – LISTA DE HERRAMIENTAS PARA LA FABRICACIÓN DE UNA FLAUTA MIDI | |
| | ANEXO IX – HOJA DE PROCESOS PARA LA FABRICACIÓN DE UNA FLAUTA MIDI | |

1. Introducción

El objetivo de este trabajo es plantear un proyecto de innovación como propuesta de mejora en el aprendizaje dentro de la asignatura de Tecnología de 4º de ESO.

La realización de un trabajo de esta envergadura supuso un reto al tratarse de un proyecto interdisciplinar que cuenta con la aportación de conocimientos de distintas ramas. Dicha idea fue propuesta desde la asignatura “Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje de Informática y Tecnología”, por el profesor Miguel García, el cual proponía diseñar y elaborar un instrumento musical utilizando Arduino. Como ejemplo se planteó la realización de una flauta midi, aunque también existen otras soluciones.

A través de la experiencia adquirida en el centro de realización del prácticum, se puso de manifiesto que, en la asignatura de Tecnología, el alumnado se iniciaba en el manejo de Arduino, corroborando así la importancia de esta herramienta en las aulas. Habitualmente el manejo de esta herramienta se centra más en la parte teoría que en la parte práctica. En la parte práctica se tiende a proponer al alumnado la realización de una serie de ejercicios con Arduino, en los que introducir códigos para comprobar su resultado a través de luces o zumbadores piezoeléctricos. Como ejercicios de iniciación pueden resultar útiles, pero no se llega a profundizar ni a dejar libertad para realizar un proyecto diseñado por ellos, debido al carácter pautado de este tipo de tareas. En la mayoría de los casos la asimilación de conceptos puede resultar muy abstracta al no asociarse a un proyecto real y cercano.

De esta manera, el aprendizaje siguió una metodología muy guiada en la que el alumnado no logró desarrollar el pensamiento crítico, ni dar pie a la creatividad. Con esta metodología, el alumnado no es dueño de su proceso de enseñanza-aprendizaje, sino que se limita a seguir instrucciones para resolver el mismo caso práctico, sin aplicar la lógica ni la búsqueda de alternativas.

Con esto en mente, se decidió plantear un proyecto interdisciplinar a través de la metodología ABP, que permitiera relacionar los conocimientos teóricos con una aplicación más atrayente.

2. Contextualización

2.1. Centro

El centro para el que se ha contextualizado este proyecto se trata del IES Luis Buñuel, un instituto público de Zaragoza situado en el barrio de la Almozara, muy próximo al barrio del Actur.



Imagen 1. Edificio principal del IES Luis Buñuel

(Fuente: <https://mapio.net/pic/p-22460179/>)

En referencia al barrio donde se sitúa el centro, cabe decir que la población de la Almozara es de 30.136 habitantes y la edad media de este distrito es de 47,5 años, con una población infantil escasa (Cifras de Zaragoza, 2019)

La población extranjera supone un 13% de la población total del distrito. Rumanía y Marruecos son los países con mayor representación. El resto de extranjeros proceden de Rumania, China, Senegal, Ecuador, Nicaragua, y Colombia. En La Almozara casi el 37% de los residentes no tiene estudios o posee la primaria incompleta, superando la media de la ciudad. El 71,2% de la población de este distrito tiene como máximo la Educación Secundaria Obligatoria-ESO. Este hecho afecta al nivel económico de las rentas familiares, ligeramente por debajo de la media.

En cuanto al instituto, el centro es relativamente nuevo, ya que su nueva sede fue inaugurada en el curso 2002-2003, para recibir a alumnos de primero y segundo de la ESO. Más adelante, se reunificó el alumnado en el nuevo edificio, ampliando la oferta con ciclos formativos. El centro se diseñó para cuatro vías en Secundaria Obligatoria, tres en Bachillerato y cuatro en Ciclos Formativos. Debido al aumento del alumnado tanto en

la ESO como en Ciclos Formativos, el centro se adaptó para poder acoger hasta 20 grupos en la ESO y añadir Ciclos Formativos (Proyecto Educativo de Centro, 2018).

El centro cuenta con unas buenas y modernas instalaciones, principalmente en las áreas en las que se va a desarrollar este proyecto como son el aula de Música y el taller de Tecnología.



Imagen 2. Aula-taller de Tecnología

(Fuente: Elaboración propia)

2.2. Alumnado

El proyecto de innovación educativa propuesto, va dirigido al alumnado de 4º curso de Educación Secundaria Obligatoria que cursa la asignatura de Tecnología.

Con los datos recogidos en el centro durante el segundo semestre del curso 2018/2019, el curso de 4º ESO consta de 4 vías o itinerarios, 3 para enseñanzas académicas y 1 para enseñanzas aplicadas, siendo la asignatura de Tecnología optativa en todos los casos. Para la impartición de dicha asignatura el alumnado se reparte en 3 grupos:

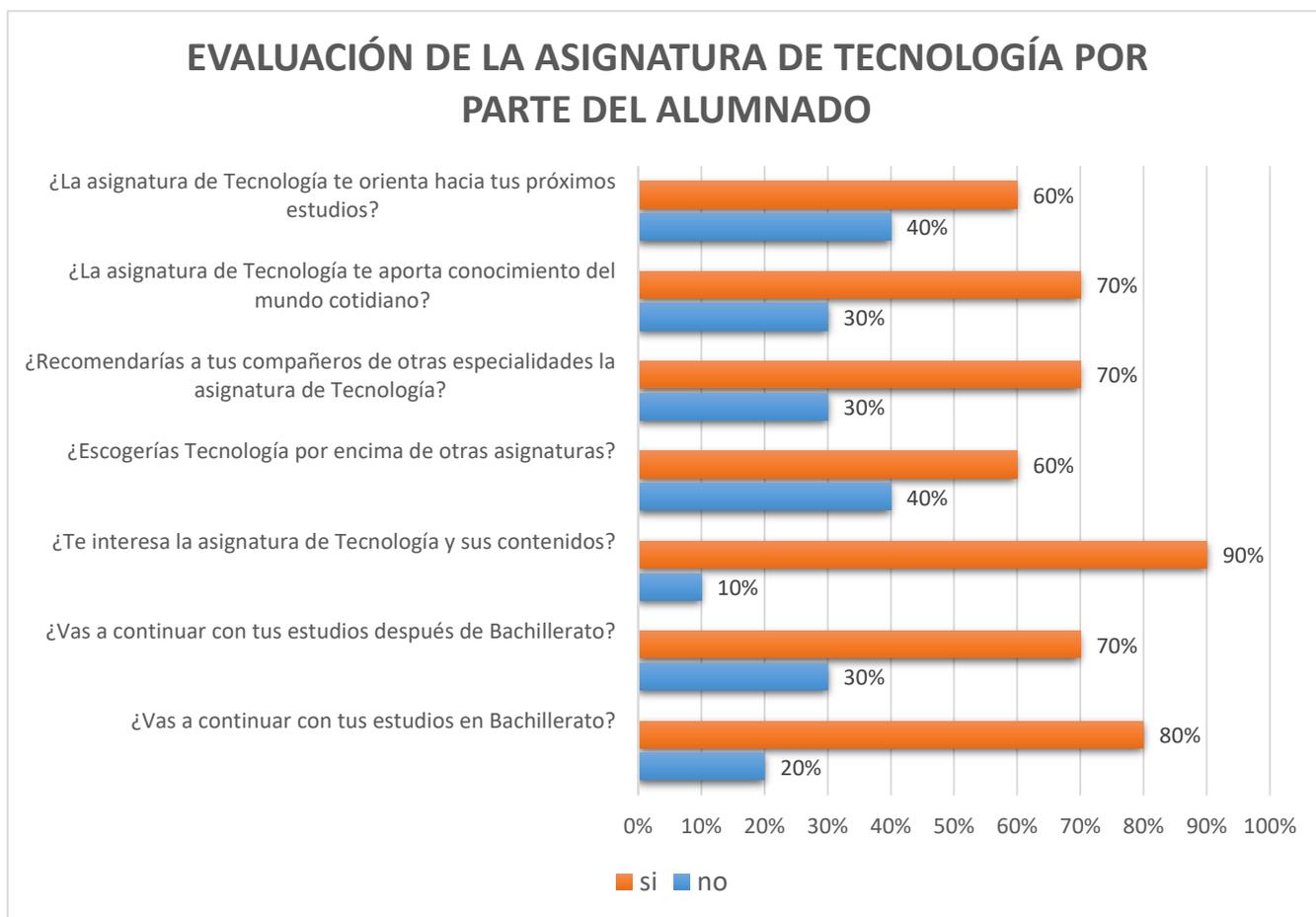
- GRUPO A: Enseñanzas Académicas, 19 personas
- GRUPO B: Enseñanzas Académicas con Programa de Bilingüismo, 21 personas
- GRUPO C: Enseñanzas Aplicadas, 20 personas

Los grupos A y B están formados por alumnado con mayor nivel académico, mientras que el grupo C cuenta con un nivel académico menor, por lo que el proyecto a realizar se tendrá que ajustar a las necesidades de cada grupo.

Este curso mostraba una clara falta de interés, en general, por la asignatura, sin embargo, la mayoría se decantaba por ramas técnicas de cara al futuro. Eran pocos los estudiantes

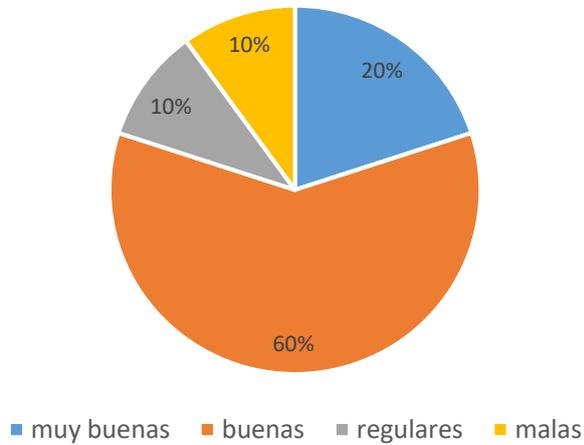
que se implicaban en clase y la motivación por realizar las actividades y los proyectos era escasa.

Para averiguar de dónde nacía esa falta de motivación por parte del alumnado se realizaron dos encuestas (Anexos I Y II). A continuación se muestran los resultados de las dos encuestas realizadas:

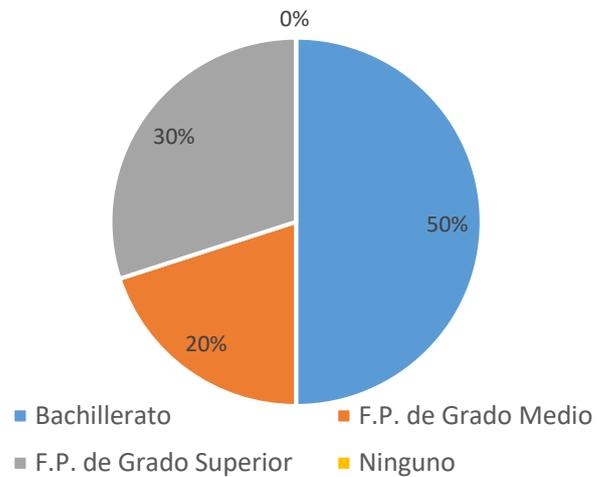


Gráfica 1. Encuesta de evaluación del alumnado (Anexo I)
(Fuente: Elaboración propia)

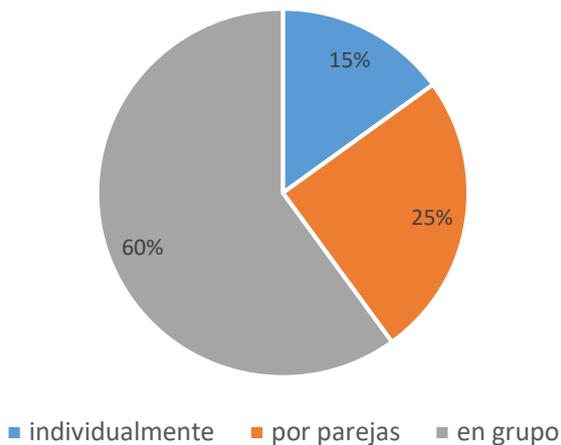
¿Cómo han sido tus notas durante el curso en la asignatura de Tecnología?



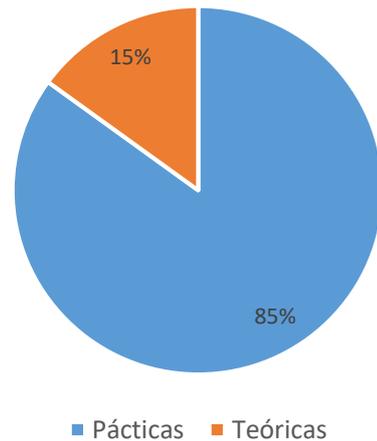
¿Qué estudios piensas continuar?



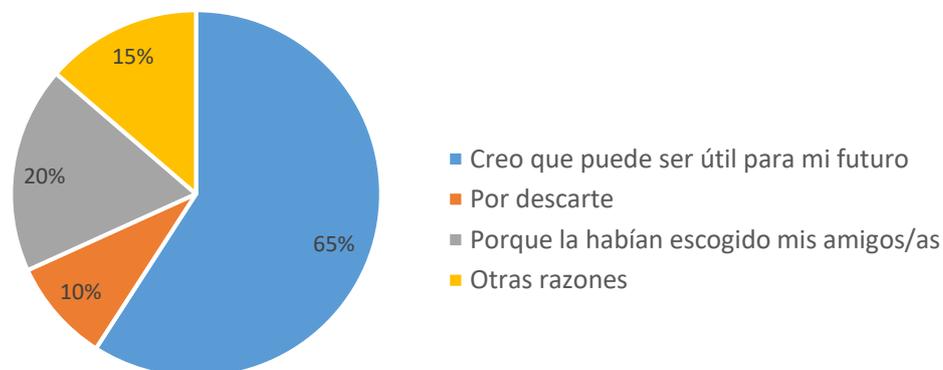
¿Cómo te gusta trabajar en clase?



¿Prefieres clases Prácticas o clases Teóricas?

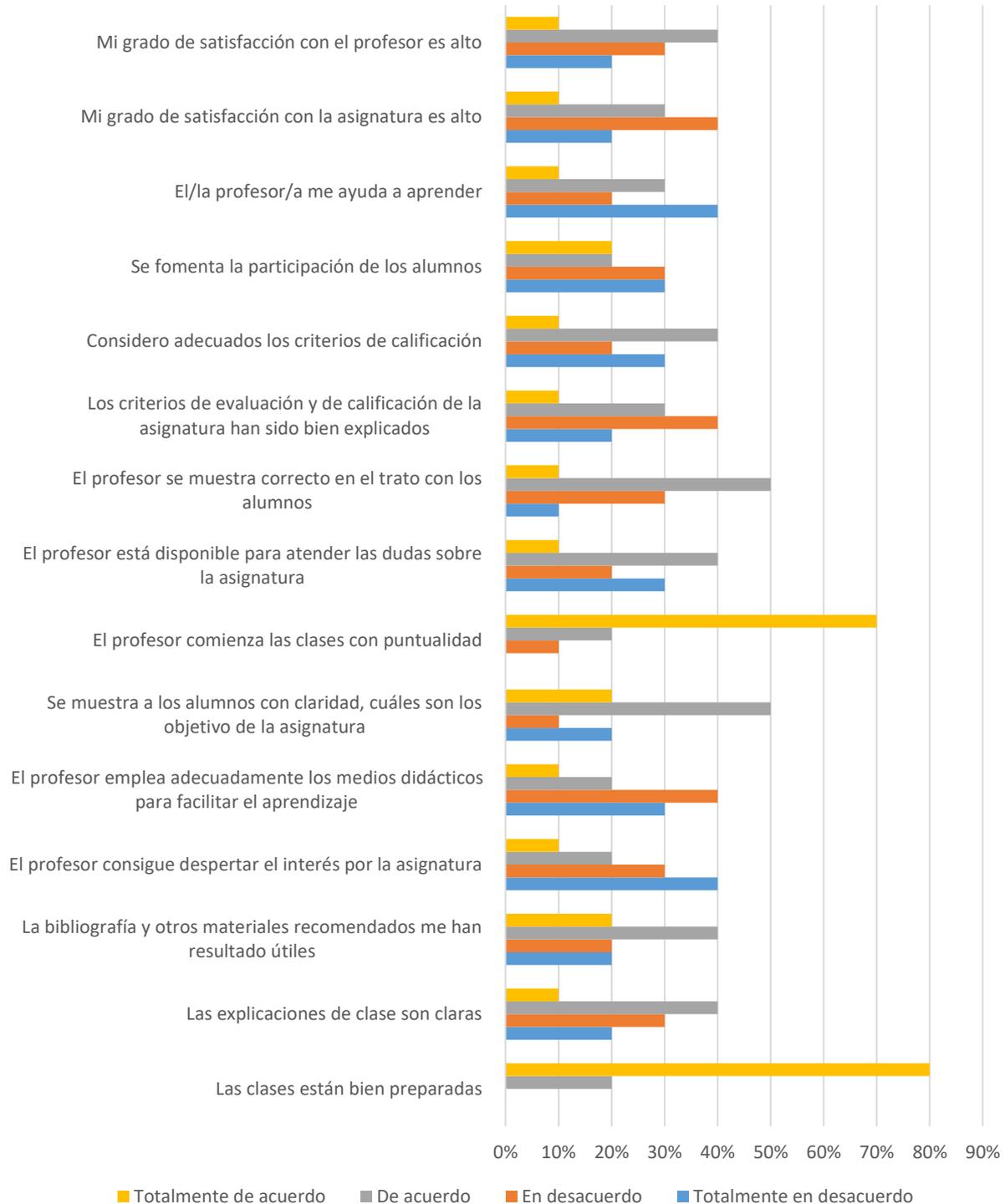


¿Por qué has elegido cursar la asignatura de Tecnología?



Gráfica 2. Resumen de los resultados de la encuesta de evaluación de la asignatura (Anexo I)
(Fuente: Elaboración propia)

EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA DOCENTE POR PARTE DEL ALUMNADO



Gráfica 3. Encuesta de evaluación de la práctica docente (Anexo II)
(Fuente: Elaboración propia)

Respecto a los resultados de las encuestas los aspectos más destacables son los siguientes:

- A pesar de que gran parte del alumnado considera que la asignatura de Tecnología puede ser útil para su futuro laboral, no se corresponde con el interés que muestran hacia la materia. Este hecho puede deberse a la metodología empleada, puesto que en las gráficas se muestra su preferencia por las clases prácticas y trabajos en grupo. Algunos estudiantes comentaron la diferencia en cuanto a la metodología de cursos anteriores en la que sí consideraban que se le daba mayor importancia al trabajo práctico.
- Por otro lado, se puede observar que la asignatura no presenta gran dificultad a la hora de la comprensión y de obtención de buenos resultados. Este hecho puede estar relacionado con el empleo de simuladores y videos que facilitan la asimilación de conceptos. Sin embargo, lo que se pretende conseguir es ir un paso más allá y fomentar la autonomía para que el alumnado sea capaz de aplicar esos conceptos.
- Respecto al grado de satisfacción del alumnado con la asignatura, llama la atención que éste sea tan bajo de manera general. Es posible que teniendo en cuenta que los avances tecnológicos están a su alcance en su vida cotidiana, hace que las expectativas de la asignatura fueran más elevadas. Sin embargo, es necesario afianzar una serie de conceptos teóricos antes de llevar a cabo proyectos de mayor envergadura.

Al ocurrir esto en los tres grupos, de características tan diferentes, se podría pensar que quizás la metodología de las clases estaba fallando en algún aspecto.

Ante esta situación es importante buscar metodologías más atractivas que estimulen al alumnado para aumentar su motivación por la materia y conseguir un mayor rendimiento, así como mejores resultados.

2.3. Coordinación y personal implicado

Con la idea de aumentar el interés y la motivación del alumnado, se pretende cambiar la forma de trabajo en el aula poniendo en práctica el ABP, diseñando un proyecto interdisciplinar en el que varias materias se coordinen para llevar a cabo dicho proyecto.

La temática del ABP es el diseño y la fabricación de un instrumento musical que funcione de forma analógica o digital. Para la realización de este trabajo se relacionarán conocimientos de diferentes materias. Las asignaturas implicadas en el proyecto serán las siguientes:

| | |
|------------|--|
| Música | Lenguaje musical y su interpretación, escalas, posibilidades de las tecnologías en los procesos musicales, parámetros del sonido y su significado, etc. |
| Física | Teoría de ondas, movimiento ondulatorio, el sonido producido por la vibración periódica de un objeto, magnitudes: longitud de onda, amplitud, frecuencia, periodo, etc. |
| Tecnología | Lenguajes básicos de programación, aplicación de tarjetas controladoras en la experimentación con prototipos diseñados, etc. Técnicas de mecanizado, ensamblado, proceso de fabricación, normas de manipulación de máquinas y herramientas, elaboración memoria técnica de un proyecto: planos, croquizado, hoja de procesos, presupuesto, etc. |

Tabla 1. Propuesta de contenidos interdisciplinares
(Fuente: Elaboración propia)

Los responsables del proyecto serán los docentes que impartan las diferentes materias implicadas y se comprometan a participar en el diseño y la ejecución de los proyectos interdisciplinares, el coordinador de innovación y la jefa de estudios.

Todo el equipo se reunirá antes de comenzar el proyecto para poner en común los puntos que se van a tratar y de qué manera se van a abordar los contenidos para así poder llevar a cabo una mejor reorganización de las materias y de la temporalización. También se realizarán reuniones semanales para coordinar la evolución del trabajo.

En las reuniones los temas a tratar serán:

- Diseño y programación del proyecto.
- Seguimiento de la puesta en práctica.
- Valoración de la implementación y los aprendizajes alcanzados por los alumnos.

Durante las reuniones el coordinador de innovación se encargará de concretar las tareas que se tratarán en cada sesión y de estructurar el trabajo, así como de garantizar un clima de trabajo adecuado, en el que todos los miembros del equipo participen de una forma

ordenada. Por último, un miembro del equipo se ocupará de redactar el acta de la reunión y de recopilar todos los documentos que se generan durante la misma.

| | |
|---|--|
| Propuesta | Proyecto Interdisciplinar en la ESO. |
| Centro | Instituto de Educación Secundaria Luis Buñuel |
| Localidad | Zaragoza |
| Etapa/ nivel/ cursos | 4º ESO Enseñanzas académicas y Enseñanzas aplicadas |
| Alumnado | Número de alumnos: 60/ grupos A, B, C |
| Profesorado | profesores que imparten docencia en los diferentes grupos y materias implicadas; coordinador de innovación; jefa de estudios. |
| Espacios donde se lleva a cabo el proyecto | Aulas ordinarias, talleres, biblioteca y otros espacios del instituto. |
| Dispositivos y herramientas TIC | Los alumnos disponen de ordenadores con acceso a la plataforma Moodle, donde dispondrán del material didáctico necesario y las indicaciones de lo que tienen que presentar semanalmente en su blog de trabajo. |
| Foco/s de la innovación | Trabajo colaborativo entre el profesorado, aprendizaje cooperativo entre el alumnado, reflexión sobre el proceso de aprendizaje individual y grupal. |
| Liderazgo | La experiencia ha sido promovida por el equipo directivo y liderada por el coordinador de innovación y la jefa de estudios. |

Tabla 2. Cuadro resumen de la propuesta interdisciplinar
(Fuente: Elaboración propia)

3. Objetivos del proyecto

Uno de los objetivos principales es mejorar el ambiente de trabajo fomentando la participación de la clase. La idea principal es crear un proyecto de interés para el alumnado que haga aumentar su implicación en la materia y se plantee como un reto, con el objetivo de mejorar su rendimiento tanto en el aula como fuera de ella y de fomentar el trabajo en equipo mediante la asignación de roles.

3.1. Objetivos curriculares

Considerándose los objetivos del área de Tecnología en Educación Secundaria Obligatoria, según la Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo, los objetivos generales de este proyecto son:

- Obj.TC.1. Abordar con autonomía y creatividad problemas tecnológicos trabajando de forma ordenada y metódica para estudiar el problema, recopilar y seleccionar información elaborar la documentación pertinente, concebir, diseñar, planificar y construir objetos o sistemas que resuelvan el problema estudiado y evaluar su idoneidad desde distintos puntos de vista.
- Obj.TC.3. Analizar los objetos y sistemas técnicos para comprender su funcionamiento, conocer sus elementos y las funciones que realizan, aprender la mejor forma de usarlos y controlarlos y entender las condiciones fundamentales que han intervenido en su diseño y construcción.
- Obj.TC.5. Adoptar actitudes críticas fundamentadas en el conocimiento tecnológico para analizar cuestiones científicas y tecnológicas y sus repercusiones en la sociedad, en el medio ambiente, en la salud y en el bienestar.
- Obj.TC.7. Asumir y adoptar de forma crítica y activa el avance caracterizado por la presencia de las tecnologías de la información y de la comunicación, incorporándolas al quehacer cotidiano. Potenciar la toma de decisiones que su uso comporta y su contribución a la calidad de los aprendizajes y a la producción del conocimiento.
- Obj.TC.8. Desarrollar actitudes flexibles y responsables en el trabajo en equipo, en la toma de decisiones, ejecución de tareas y búsqueda de soluciones, así como en la toma de iniciativas o acciones emprendedoras, valorando la importancia de trabajar como miembro de un equipo en la resolución de problemas tecnológicos y asumiendo sus responsabilidades individuales en la ejecución de las tareas encomendadas, que permiten participar en actividades de grupo con actitud solidaria y tolerante y utilizando el diálogo y la mediación para abordar los conflictos.
- Obj.TC.9. Conocer las diferentes aportaciones científicas y tecnológicas de la Comunidad Autónoma de Aragón y su contribución al desarrollo actual y futuro a

través de la investigación, el desarrollo y la innovación tecnológica (I+D+I), todo ello en el más amplio contexto de la realidad española y mundial.

3.2. Objetivos específicos

3.2.1. Objetivos metodológicos

- Adquirir los conocimientos necesarios para comprender y desarrollar la actividad tecnológica.
- Analizar los objetos tecnológicos existentes y su posible manipulación y transformación.
- Diseñar proyectos tecnológicos partiendo de conocimientos previos.
- Transmitir y comprender la importancia social y cultural de la tecnología en la vida cotidiana y la adaptación del ser humano a los avances tecnológicos.

3.2.2. Objetivos didácticos

Los objetivos didácticos son aquellos que se pretende que el alumnado alcance tras la realización de este proyecto:

- Conocer qué es Arduino y para qué sirve.
- Comenzar a familiarizarse con el prototipado.
- Saber cómo se prepara la comunicación de la placa Arduino con nuestro ordenador.
- Conocer el lenguaje de programación y ser capaz de realizar funciones básicas con ejemplos sencillos.
- Analizar la estructura de programación de Arduino, que se divide en dos funciones: setup y loop.
- Reconocer la sintaxis de la programación Arduino y sus elementos principales.
- Aprender a programar utilizando entornos gráficos.
- Reconocer los distintos entornos gráficos que se usan en programación.

- Establecer contacto de la placa Arduino con nuestro ordenador.
- Aprender a mandar instrucciones a la placa y verificar si los objetivos que perseguíamos al iniciar el proyecto se han cumplido.
- Entender Arduino como un conjunto, un entramado de conocimientos y aplicaciones que dan sentido a todo el proceso.

4. Argumentación teórica

Desde la infancia hemos aprendido con música. Se han realizado numerosos estudios que demuestran la importancia que tiene la música en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Piaget, 1994; Torres, 2003).

El motivo por el que se ha escogido4 realizar un instrumento musical en lugar de un dispositivo mecánico, como es habitual en el área de tecnología, es porque precisamente la música hace desarrollar una serie de capacidades como el análisis o la creatividad, que estimulan la actividad mental al igual que sucede con el ABP (Torres, 2005). Incluso se podría llegar a buscar analogías entre la producción musical y el pensamiento computacional.

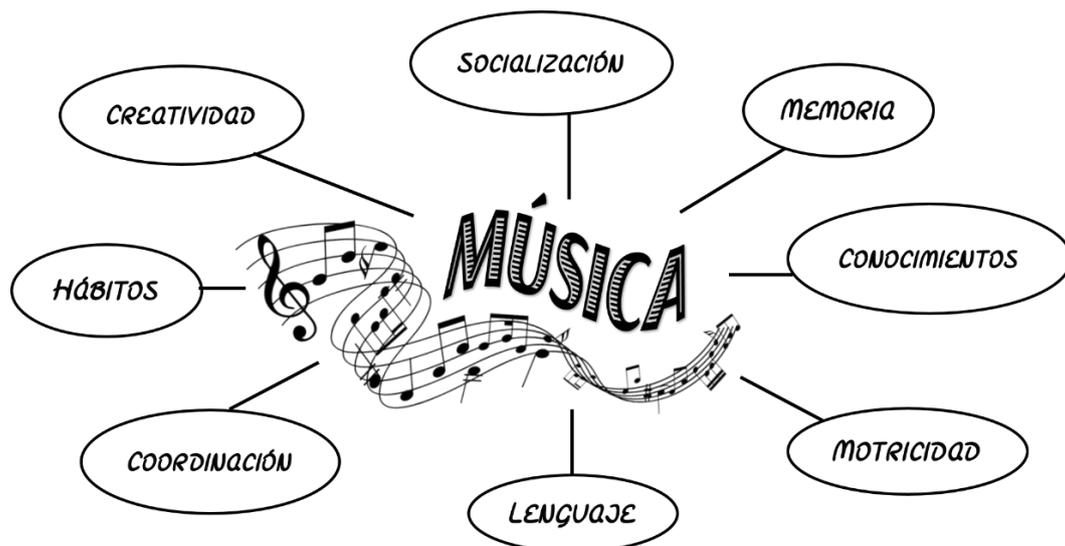


Imagen 3. Habilidades que estimulan música
(Fuente: Elaboración propia)

Los recursos teóricos en los que se fundamenta este proyecto son los siguientes:

4.1. Programación con Arduino

En este trabajo se va a utilizar la programación en el campo de la educación. Para ello se desarrollarán los elementos curriculares básicos y se resaltarán un conjunto de actividades pedagógicas basadas en la placa controladora Arduino, que van a fortalecer y desarrollar el conocimiento y las competencias de los estudiantes, mediante la creación, ensamblaje, programación y puesta en funcionamiento de instrumentos musicales.

Estas herramientas permiten un aprendizaje lúdico y divertido, así como una manera de iniciarse en el mundo de la programación y en las aplicaciones electrónicas.

Según se describe en la página oficial de Arduino (arduino.cl, 2020) se puede definir como una plataforma de hardware y software de código abierto (opensource), basada en una placa con entradas y salidas, tanto analógicas como digitales, en un entorno de desarrollo que está basado en el lenguaje de programación muy similar al C y al Java como es Processing. Este dispositivo, que conecta el mundo analógico con el digital, está diseñado para que de forma fácil podamos construir robots y aparatos electrónicos.

Las ventajas de utilizar Arduino en los institutos son:

- Promover el uso de la programación en el aula.
- Desarrollar un pensamiento computacional.
- Llevar a cabo proyectos interactivos.
- Fomentar la creatividad
- Introducir al alumnado en el mundo de la electrónica y robótica.

4.2. Aprendizaje basado en proyectos

El ABP consiste en una metodología en la que el alumnado, trabajando en pequeños grupos, adquiere conocimientos por sí mismo a través de la investigación que forma parte de un proyecto colectivo o de la resolución de un problema.

El diseño del proyecto por parte del profesorado estará orientado a unos conocimientos concretos vinculados al currículo de la asignatura. El docente en este caso pasa de ser un mero transmisor de conocimiento a desempeñar el rol de mediador o guía.

Se ha demostrado que esta metodología fomenta algunas habilidades como el trabajo en grupo, el aprendizaje autónomo, la capacidad de autoevaluación, la planificación del tiempo o la capacidad de expresión oral y escrita. Además, mejora la motivación del alumno, lo que se traduce en un mejor rendimiento académico y una mayor persistencia en el estudio (Reverte-Bernabeu, 2007).

El uso del ABP en las aulas proporciona una serie de ventajas (Garcés, 2019):

- **Acercar a los estudiantes a su futuro laboral.** Proporciona al alumnado habilidades y competencias útiles para el trabajo en equipo de cara al futuro.
- **Incentivar la motivación.** El alumnado se muestra más colaborativo y se implica más en la clase.
- **Conectar aprendizaje y realidad.** La implicación, el interés y el compromiso del alumnado en el proyecto favorece la adquisición de los conocimientos y el desarrollo de habilidades que fomentan su aprendizaje
- **Compartir conocimiento.** El aprendizaje colaborativo permite que el alumnado ponga en común sus ideas y esté abierto a escuchar las del resto para llegar a soluciones conjuntas.
- Desarrollar **habilidades sociales y comunicativas.**
- Establecer **relaciones entre existentes entre diferentes** disciplinas.
- **Afianzar su autoestima.** El alumnado gana confianza en sí mismo al aumentar sus horizontes y realizar un proyecto que vaya más allá del aula.
- Aprender a hacer un **buen uso de la Tecnología** a través de la práctica.

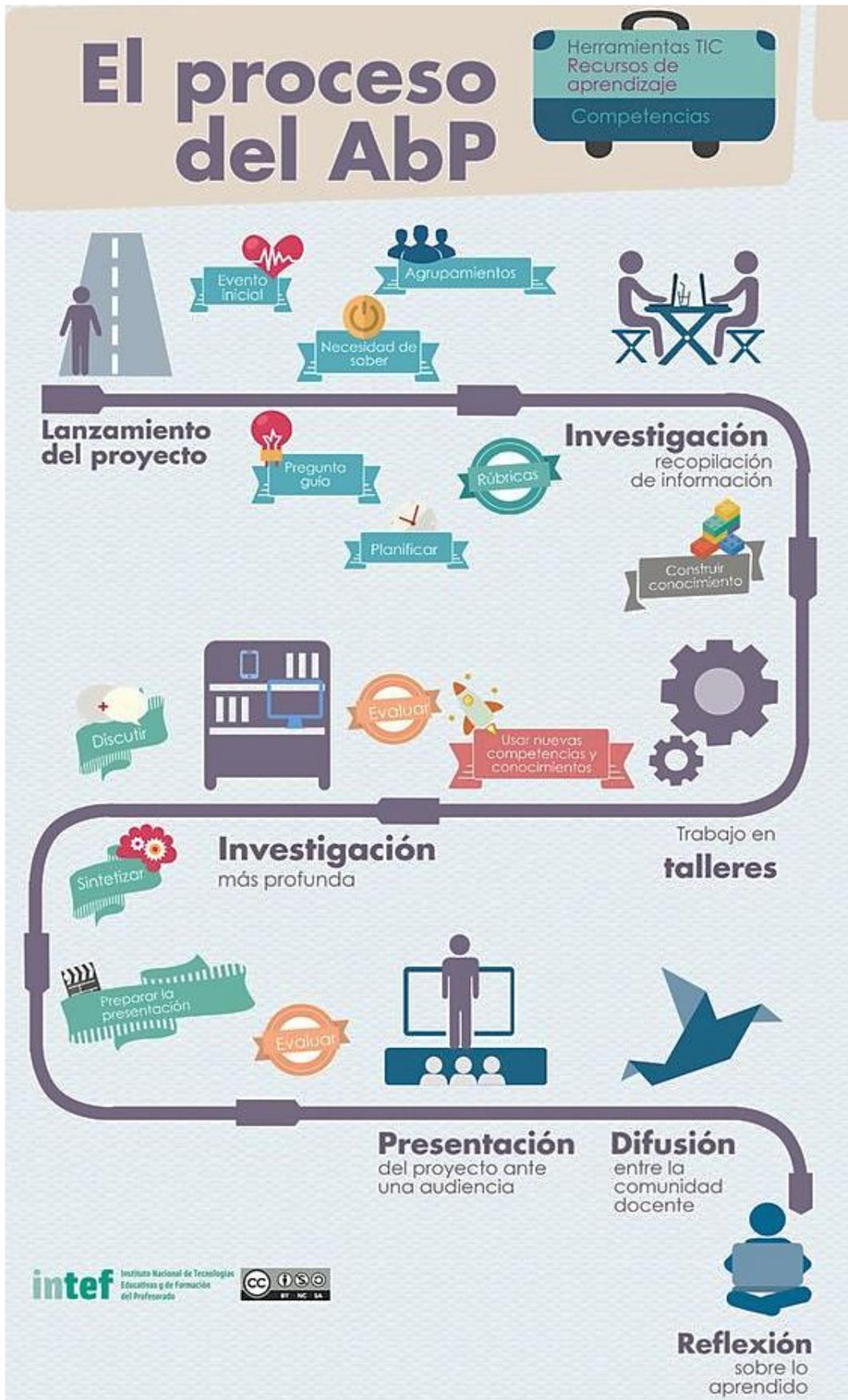


Imagen 4. Esquema del Aprendizaje Basado en Proyectos (Fuente: Intef, 2020)

Para planificar el proyecto se partió de una serie de documentos guía que aparecen En los cursos de formación sobre ABP de Intef, que nos Ayudan a identificar las necesidades a cubrir para plantear un proyecto empleando la metodología ABP en la enseñanza secundaria.

En primer lugar, en este tipo de aprendizaje resulta fundamental plantear una buena pregunta guía para orientar al alumnado en el diseño y el objetivo principal de su proyecto.

Se entiende como una buena pregunta guía “Aquella que es significativa para los alumnos, hace referencia a contenidos relevantes y es lo suficientemente amplia como para permitir a los alumnos desarrollar sus propias preguntas e investigaciones” (Lehman, Ertmer, Keck y Steele, 2001).

En este caso, la pregunta guía elegida para el proyecto fue:

“¿Es posible reciclar materiales para convertirlos en instrumentos musicales programados con tecnología del siglo XXI?”

Esta cuestión servirá como punto de partida para que el alumnado comience a investigar sobre el tema y a discutir posibles soluciones con el resto de su grupo.

En base a esta información, se elaboró el siguiente Canvas.



| COMPETENCIAS CLAVE  | PREGUNTA GUÍA  | RECURSOS  |
|---|--|--|
| CMCT CSC CIEE CAA CCL CD CCEC <i>¿Qué competencias clave se desarrollan?</i> | ¿Es posible reciclar materiales para convertirlos en instrumentos musicales programados con tecnología del siglo XXI? <i>¿Qué problema tenemos?</i> | El profesorado de Tecnología en colaboración con los docentes de las otras materias implicadas, el coordinador de innovación y la jefa de estudios. Se empleará el material del departamento de tecnología (herramientas, máquinas y materias primas), así como material general del centro (ordenadores, libros de consulta). <i>¿Qué personas deben implicarse: docentes del claustro, familias, otros agentes educativos...?</i> <i>¿Qué otros materiales o instalaciones son necesarios?</i> |

CONTENIDOS, ESTANDARES DE APRENDIZAJE Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN



CONTENIDOS: Electrónica analógica. Componentes básicos. Simbología y análisis de circuitos elementales. Montaje de circuitos sencillos.

Electrónica digital. Aplicación del álgebra de Boole a problemas tecnológicos básicos. Puertas lógicas.

Uso de simuladores para analizar el comportamiento de los circuitos electrónicos.

→ *Est.TC.3.1.1.* Describe el funcionamiento de un circuito electrónico formado por componentes elementales.

Criterios de evaluación:

Analizar y describir el funcionamiento y la aplicación de un circuito electrónico y sus componentes elementales.

→ *Est.TC.3.2.1.* Emplea simuladores para el diseño y análisis de circuitos analógicos básicos, empleando simbología adecuada

Criterios de evaluación:

Emplear simuladores que faciliten el diseño y permitan la práctica con la simbología normalizada.

→ *Est.TC.3.3.1.* Realiza el montaje de circuitos electrónicos básicos diseñados previamente.

Criterios de evaluación:

Experimentar con el montaje de circuitos electrónicos elementales y aplicarlos en el proceso tecnológico.

→ *Est.TC.3.6.1.* Analiza sistemas automáticos, describiendo sus componentes.

Criterios de evaluación:

Analizar sistemas electrónicos automáticos, describir sus componentes.

CONTENIDOS: El ordenador como elemento de programación y control. Lenguajes básicos de programación. Aplicación de tarjetas controladoras en la experimentación con prototipos diseñados.

→ *Est.TC.4.3.1.* 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.

Criterios de evaluación:

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

CONTENIDOS: Aprovechamiento de materias primas y recursos naturales. Adquisición de hábitos que potencien el desarrollo sostenible.

→ *Est.TC.6.3.1.* Elabora juicios de valor frente al desarrollo tecnológico a partir del análisis de objetos, relacionando inventos y descubrimientos con el contexto en el que se desarrollan.

Criterios de evaluación:

Conocer y manejar con soltura la simbología necesaria para representar circuitos.

Conocer la evolución tecnológica a lo largo de la historia.

Identificar los principales avances tecnológicos de cada época y sus beneficios.

¿Con qué estándares de aprendizaje del Currículo Oficial podemos relacionar los aprendizajes adquiridos?

| | |
|--|--|
| <p>PRODUCTO FINAL</p>  <p>Instrumento musical programado con Arduino que sea resistente y funcional. Memoria del proyecto y presentación.</p> <p><i>¿Qué queremos conseguir? ¿Qué reto queremos resolver?</i></p> | <p>HERRAMIENTAS TIC</p>  <p>Los alumnos dispondrán de ordenadores con acceso a la plataforma Moodle, donde tendrán a su alcance el material didáctico necesario y las indicaciones de lo que tienen que presentar semanalmente en su blog de trabajo. Programas para difundir los proyectos (videos, Power Point, posters, etc.)</p> <p><i>¿Qué apps o herramientas TIC necesitamos? ¿Qué servicios web vamos a usar? ¿Podemos vincularlas con las tareas?</i></p> |
| <p>TAREAS</p>  <ol style="list-style-type: none"> Documentación y planificación Lluvia de ideas y elección del proyecto Soluciones propuestas Diseño del proyecto Listado de materiales y herramientas Adquisición de materiales Fabricación del objeto Realización del cuerpo del instrumento Construcción del circuito eléctrico Programación Pruebas de sonido Retoque y acabados finales Memoria Exposición del producto final Difusión <p><i>¿Qué tenemos que hacer para alcanzar el proyecto final?</i></p> | <p>AGRUPAMIENTOS/ORGANIZACIÓN</p>  <p>Por grupos HETEROGÉNEOS en su composición y homogéneos entre si elegidos por el profesor de entre 4 o 5 personas.</p> <p><i>¿Cómo se va a agrupar el alumnado? ¿Cómo vamos a organizar el aula?</i></p> |
| <p>PLAN DE EVALUACIÓN</p>  <p>Cuaderno del docente dónde se anotará el control de faltas y el seguimiento del alumnado. Blog de clase donde se registrará lo trabajado en cada sesión. Rúbricas de coevaluación del trabajo en equipo. Evaluación de la memoria y de la exposición del proyecto a través de rúbricas.</p> <p><i>¿Qué herramientas y estrategias innovadoras de evaluación vamos a aplicar?</i></p> | <p>DIFUSIÓN</p>  <p>Exposición ante el resto de los grupos de clase. Exposición en las jornadas de puertas abiertas del centro.</p> <p><i>¿Cómo vamos a difundir nuestro proyecto?</i></p> |

Tabla 3. Cuadro resumen del ABP (Intef, 2020)

5. Argumentación práctica

Analizando los antecedentes metodológicos aparecen varios ejemplos del empleo de ABP en el aula de Tecnología. Sin embargo, el ejemplo Más relevante con respecto a la metodología planteada en este proyecto

propuesto en este trabajo de fin de master es el publicado por Vega-Moreno et. all, (2016) en el que se describe un ABP interdisciplinar entre las asignaturas de Tecnología, Matemáticas, Física y Química, Informática e Inglés. Este proyecto, descrito en el artículo **“Integración de robótica educativa de bajo coste en el ámbito de la educación secundaria para fomentar el aprendizaje por proyectos”** se basa en la construcción de un robot submarino controlado por Arduino y Scratch for Arduino.

El proyecto se llevó a cabo en varias comunidades autónomas, y los resultados obtenidos mostraron un aumento de interés por parte del alumnado, disminuyendo incluso el absentismo escolar en clases conflictivas.



Imagen 5. Escolares trabajando en el aula (Fuente: Cufí, Llinás, Rueda y Vega-Moreno, 2016)

6. Diseño y desarrollo

El proyecto requiere construir un instrumento musical utilizando Arduino. Como ejemplo en el aula se presentará el desarrollo de una flauta dulce, aunque existen soluciones más sencillas como por ejemplo un piano digital.

A cada grupo se le entregará una guía con las siguientes condiciones para realizar el proyecto:

| |
|---|
| <i>Respecto a indicaciones constructivas</i> |
| <ul style="list-style-type: none"> – El instrumento tiene que estar conectado a una placa Arduino. – El instrumento tiene que ser fácil de reparar y tener cierta consistencia. – El instrumento tiene que emitir sonidos a través de un altavoz y accionarse mediante pulsadores mecánicos (botones) o similares. |
| <i>Respecto a las dimensiones</i> |
| Cada grupo contará con un espacio en el aula para almacenaje (caja de folios vacía), por lo que se tendrá en cuenta que el objeto a diseñar no sobrepase las siguientes dimensiones: DIN A3: 420 x 297 x 210 mm |
| <i>Respecto a los materiales</i> |
| El presupuesto para la ejecución del instrumento deberá ser el menor posible, valorando positivamente el uso de materiales reciclados. Se estima que el coste máximo de los materiales no debe exceder en ningún caso los 40 euros. |
| <i>Respecto a las herramientas</i> |
| Las herramientas necesarias para la fabricación no supondrán ningún coste adicional para el alumnado, ya que dispondrá de las necesarias en el aula – taller. Previamente a la realización de los trabajos se procederá a la confección de una lista de herramientas que serán necesarias. |

Tabla 4. Requisitos para la elaboración del proyecto
(Fuente: Elaboración propia)

6.1. Metodología

6.1.1. Orientaciones metodológicas

Las siguientes orientaciones constituyen un instrumento útil en el entorno educativo, siempre que se adapten a las condiciones de trabajo y al contexto del alumnado.

1. Para que la enseñanza sea más dinámica y asimilable deberán confluír todos los ámbitos de conocimiento posible, así como las competencias clave.
2. El método de enseñanza será inclusivo, teniendo en cuenta la diversidad del alumnado y sus posibles ritmos distintos de aprendizaje.
3. Se fomentarán la tolerancia y el respeto entre los compañeros para crear buen un ambiente de trabajo tanto para el alumnado como para el profesorado.
4. Las metodológicas empleadas tendrán como objetivo animar a la participación del alumnado, fomentar un aprendizaje autónomo, y promover hábitos de colaboración y de trabajo en equipo.
5. Se promoverán actividad con el objetivo de aumentar el interés por la lectura y de adquirir capacidades de expresión oral.
6. Se estimulará la reflexión y el pensamiento crítico.
7. Se emplearán metodologías activas que potencien la participación, la experimentación y la motivación del alumnado.
8. La enseñanza se apoyará en las TIC para una mejor comprensión de los contenidos.

6.1.2. Principios metodológicos

1. El proceso de enseñanza se adecuará a los conocimientos previos de los alumnos. Para ello se realizarán al inicio de curso una evaluación inicial con la que el profesorado podrá calibrar el nivel de la clase.
2. Se trasladarán a escenarios tangibles los aspectos fundamentales a enseñar con el fin de despertar el interés del alumnado por la materia.
3. Existirá una continuidad y una progresión de los contenidos que partirá de conocimientos más simples hasta otros más complejos.
4. Se tratará que el alumnado sea capaz de relacionar los contenidos adquiridos con los de otras asignaturas, teniendo en cuenta el carácter interdisciplinar de la Tecnología.
5. Se tendrá en cuenta la diversidad adaptando los ritmos de aprendizaje a las capacidades de los alumnos.

6. Se fomentará el trabajo en grupo con el fin de que el alumnado asuma el reparto de funciones y responsabilidades y desarrollen las capacidades de cooperación.

6.2. Temporalización

El proyecto está diseñado para llevarse a la práctica al inicio del tercer trimestre porque los contenidos que se tratan coinciden con las fechas propuestas en la programación.

La legislación establece una carga horaria de 3 horas semanales para la asignatura de Tecnología. Estas 3 horas semanales son sesiones de 50 minutos.

La temporalización orientativa se detalla en el siguiente cuadro:

| Tareas realizadas / Temporalización (Sesiones) | 1º | 2º | 3º | 4º | 5º | 6º | 7º | 8º | 9º | 10º |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Visita a Etopia | ■ | | | | | | | | | |
| Documentación y planificación | | ■ | | | | | | | | |
| Lluvia de ideas y elección del proyecto | | | ■ | | | | | | | |
| Soluciones propuestas | | | ■ | | | | | | | |
| Diseño del proyecto | | | | ■ | ■ | | | | | |
| Listado de materiales y herramientas | | | | | ■ | | | | | |
| Realización del proyecto | | | | | | | | | | |
| Adquisición de materiales | | | | | ■ | ■ | | | | |
| Realización del cuerpo de la flauta | | | | | | ■ | | | | |
| Construcción del circuito eléctrico | | | | | | | ■ | | | |
| Programación | | | | | | | ■ | ■ | | |
| Pruebas de sonido | | | | | | | | | ■ | |
| Retoque y acabados finales | | | | | | | | | ■ | |
| Producto final | | | | | | | | | ■ | |
| Memoria | | | | | | | | | ■ | ■ |
| Exposición | | | | | | | | | | ■ |

Tabla 5. Temporalización por sesiones del proyecto
(Fuente: Elaboración propia)

[Sesión previa 1-](#) Visita a Etopia con el alumnado. El centro de Arte y Tecnología celebra todos los años unas jornadas donde se pueden visitar diferentes stands con proyectos realizados con Arduino, además de realizar charlas y talleres para todas las edades. Esta visita servirá para que el alumnado recoja ideas y se motiven con todas las posibilidades que ofrecen este tipo de proyectos realizados con Arduino.

La jornada será aprovechada para visitar el resto de instalaciones del centro que cuenta con ocho laboratorios: de fabricación, prototipado digital, sensorización, visualización, audio, biología (Wetlab), computación y robótica.

Los estudiantes recibirán formación acerca de impresoras 3D, cortadoras láser, fresadoras CNC entre otras máquinas.

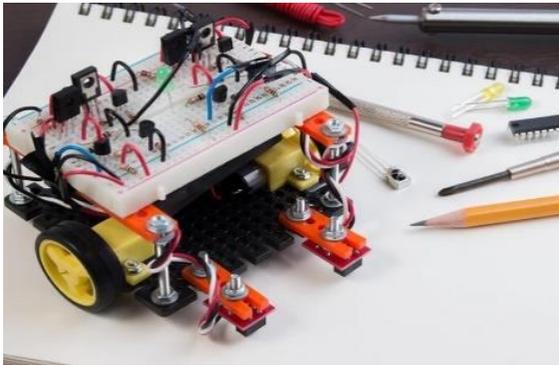


Imagen 5. Arduino Day, Centro Etopia
(Fuente: AraInfo, 2020)



Imagen 6. Arduino Day, Centro Etopia
(Fuente AraInfo, 2020)

[Sesión 2-](#) Formación grupos de prácticas, elección y asignación de proyectos.

[Sesión 3-](#) Búsqueda de información para obtener una visión más global del proyecto que se va a realizar. La consulta de diferentes páginas web aporta una primera idea sobre los posibles temas a tratar, los materiales, la duración aproximada del proyecto, las diferentes opciones de realización, etc. Con toda la información recopilada se entregará un breve resumen que tendrá que ser aprobado por el profesor para continuar con el proyecto.

[Sesión 4-](#) Realización de planos y bocetos que servirían para crear el producto final.

[Sesión 5-](#) Entrega de la hoja de listado de materiales para que el alumnado la complete con los materiales que van a necesitar.

[Sesión 6-](#) Preparación del cuerpo del instrumento: corte y ensamblaje de los materiales.

Sesión 7/8- Construcción del circuito eléctrico, creación del código y subida a la placa.

Se facilitará al alumnado un código ya diseñado que tendrán que volcar en la placa Arduino. Su tarea será la de comprobar que los cables están correctamente soldados y cada nota musical funciona.

Sesión 9- Finalización de la memoria dónde se detallarán los procesos realizados durante las sesiones anteriores.

Sesión 10- En la última sesión el alumnado defenderá sus proyectos demostrando, en este caso, el funcionamiento del instrumento elegido. Contarán con un tiempo de exposición de 10 minutos en el que además presentarán un video en el que se mostrará el correcto funcionamiento del proyecto.

La documentación que debe entregar el alumnado es la siguiente:

Anteproyecto

Se entregará uno por grupo. Los documentos a entregar serán los siguientes:

- Bocetos y croquis finales elegidos por todo el grupo.
- Croquis del circuito eléctrico y mecánico del trabajo.
- Listado de materiales y herramientas cumplimentado.

Tareas del blog

Todas las semanas el alumnado entregará una serie de tareas planteadas. Además, tendrá que rellenar semanalmente la hoja de procesos con la distribución de las tareas y un apartado con las posibles incidencias que surjan.

Memoria

Se entregará una sola memoria por grupo en formato digital en la que deberá aparecer:

- Enunciado de la propuesta de trabajo.
- Bocetos de todos los componentes y boceto final elegido.
- Croquis del circuito eléctrico y mecánico, con sus correspondientes cálculos justificados.
- Presupuesto.
- Planos de conjunto y de despiece del cuerpo del instrumento

Presentación del proyecto

Demostración del resultado final del proyecto donde se comprueba que el instrumento funciona correctamente.

Presentación Power Point y/o poster con un resumen de la memoria.

6.3. Espacios y recursos materiales y tecnológicos

6.3.1 Aula-taller

El centro dispone de dos aulas destinadas al área de Tecnología, una para cada ciclo de la ESO. Las dos tienen una zona de aula con pupitres y otra zona de taller con seis bancos de trabajo cada una y las máquinas, herramientas y materiales necesarios para trabajar.

Un aula se encuentra en la planta baja y la otra en la primera planta.

6.3.2 Materiales y recursos didácticos

El material que se dispone en el aula-taller son las mesas de trabajo con banquetas, taladros eléctricos de columna, panel de herramientas de bricolaje, pistola termo-plástica, soldadores de estaño, material de electrónica, proyector, pizarra, armarios para almacenar, alimentación eléctrica, utensilios de limpieza, toma de agua en forma de pila, elementos de protección, extintores y botiquín.

También se dispondrá, como recursos didácticos, de los libros de texto de Tecnología para consultar dudas sirviendo como guía para las aplicaciones tecnológicas que se imparten en la materia de Tecnología. Como recursos tradicionales, se podrá utilizar la pizarra. También están disponibles las pizarras electrónicas y los proyectores para poder utilizar tanto medios interactivos como audiovisuales, con la posibilidad de exponer presentaciones y videos.

En relación con las nuevas tecnologías, el instituto cuenta con conexión a internet y sus ordenadores están dotados de los programas correspondientes, que se emplearán según nuestras necesidades. También se podrán utilizar los recursos del centro entre los que cabe destacar la Plataforma Moodle o carros de portátiles.

En internet existen una gran variedad de tutoriales sobre Arduino, proyectos, videos, como programar con ensambladores de bloques y a todos los niveles desde iniciación hasta niveles avanzados. Materiales específicos que deberemos disponer en el aula taller para esta programación será la placa controladora Arduino.

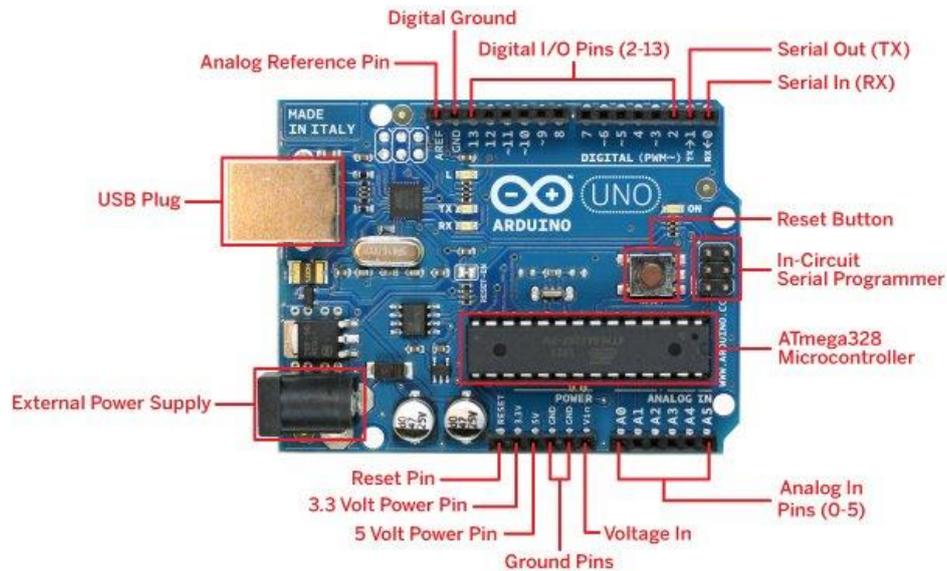


Imagen 7. Placa Arduino
(Fuente: Aprendiendo Arduino, 2020)

Otros materiales son los resistores, potenciómetros, capacitores, ledes de diferentes colores, protoboard, pantalla LCD, pulsadores, diodos, transistores, fotoresistores, sensor de temperatura, sensor de inclinación, optoacopladores, sensor piezoeléctrico, baterías de 9 V, motores de continua, servos, etc.



Imagen 8. Kit escolar para Arduino
(Fuente: Elegoo, 2020)

7. Criterios e instrumentos de evaluación y calificación

7.1 Criterios generales de evaluación

Crit.TC.3.1. Analizar y describir el funcionamiento y la aplicación de un circuito electrónico y sus componentes elementales.

Crit.TC.3.2. Emplear simuladores que faciliten el diseño y permitan la práctica con la simbología normalizada.

Crit.TC.3.3. Experimentar con el montaje de circuitos electrónicos elementales y aplicarlos en el proceso tecnológico.

Crit.TC.3.6. Analizar sistemas electrónicos automáticos, describir sus componentes.

Crit.TC.4.3. Desarrollar un programa para controlar un sistema automático o un robot y su funcionamiento de forma autónoma.

Crit.TC.6.3. Conocer y manejar con soltura la simbología necesaria para representar circuitos.

7.2 Instrumentos de evaluación

Los instrumentos de evaluación para el proyecto utilizados en este proyecto serán los siguientes:

Observación

Se trata de una valoración sobre la adquisición de contenidos, dominio de procedimientos o manifestación de conductas, que se ve a través de:

- Cuaderno del docente dónde se anotará el control de faltas y el seguimiento del alumnado, así como el comportamiento en el aula-taller, el respeto hacia el mobiliario y el uso correcto de los materiales y las herramientas.
- Actitud tolerante y de respeto con los iguales y el profesor, saber resolver conflictos y llegar a acuerdos.

Control semanal a través del blog

En el blog redactarán una serie de informes de manera tanto individual como colectiva, donde los estudiantes tendrán que reflejar la evolución del proyecto. En él se tendrán en cuenta los siguientes puntos:

- Contestar a diferentes cuestiones planteadas.
- Analizar si la propuesta resulta eficaz y económica.
- Anotar los procesos de fabricación que realicen, así como las dificultades y los problemas que hayan surgido durante su elaboración.

Memoria del proyecto

Es el medio en el que el grupo refleja los pasos que ha seguido en el proceso tecnológico. Consta de:

- Anteproyecto. Diseños iniciales, planificación, distribución de tareas, lista de materiales y herramientas.
- Proyecto. Planos, despieces, esquemas eléctricos, etc.

Para la evaluación de la memoria se empleará una rúbrica específica (ANEXO VI).

Trabajo en equipo

Para realizar la coevaluación del trabajo en equipo se facilitará a cada uno de los miembros del grupo una rúbrica, que se rellenará de forma anónima (ANEXO III).

Proyecto construido y exposición

Se tendrá en cuenta el grado de cumplimiento de las condiciones impuestas, el grado de adecuación entre el problema y la solución dada, el funcionamiento, la solidez de su construcción, operadores que la componen, originalidad del diseño, acabado y estética del conjunto.

Para su evaluación se emplearán:

- Rúbricas de coevaluación (ANEXO IV).
- Rúbricas de heteroevaluación (ANEXO V)

7.3 Criterios de calificación

| | |
|-----|--|
| 30% | Memoria presentada del Proyecto en grupo |
| 30% | Blog |
| 20% | Presentación del Proyecto |
| 10% | Funcionamiento del Proyecto |
| 10% | Cuaderno de Observación del Docente |

Tabla 6. Desglose de los criterios de calificación
(Fuente: Elaboración propia)

8. Conclusiones

La realización de este trabajo de fin de master me ha servido para ser consciente de las posibilidades que ofrece por un lado la metodología empleada (ABP), como el empleo de Arduino en el mundo académico.

La elaboración del proyecto de innovación ha despertado mi interés por este tipo de metodología y confío en poder poner en práctica proyectos similares en el aula para analizar los resultados en el alumnado.

Como ya se han ido comentando a lo largo del proyecto las ventajas de la utilización de metodologías activas en el aula, en el siguiente cuadro se resumen las principales conclusiones:



Tabla 6. Análisis DAFO
(Fuente: Elaboración propia)

8.1. Innovación

Aplicar esta propuesta de innovación en el centro donde realicé las prácticas supondría una serie de cambios respecto a la metodología empleada habitualmente en el aula de Tecnología.

Por un lado, sería necesario llevar a cabo una serie de reuniones previas entre el profesorado de las distintas materias implicadas, para el diseño y la coordinación del proyecto. Como pude observar, la interdisciplinariedad no era algo habitual en esta área y considero que puede ser muy beneficiosa.

Por otro lado, considero interesante los cambios de roles que ofrece este tipo de metodología. Respecto al docente, éste pasa de tener un papel transmisor a ser el guía que acompañe a los alumnos durante su proceso de aprendizaje. Mientras que el alumnado adquiere los conocimientos del diseñador o investigador del proyecto.

También, resulta interesante destacar el empleo de herramientas con las que están familiarizadas (blog) para registrar su progreso en el proyecto e intercambiar opiniones.

Para concluir, aunque el empleo de Arduino ya es una herramienta extendida en los centros, en este proyecto la propuesta se centra más en diseñar el objeto donde se albergará el circuito que en la programación en sí.

Cuando diseñamos un objeto hay que tener en cuenta su funcionalidad, pero en este caso no estamos diseñando instrumentos musicales convencionales, sino instrumentos que, en lugar de funcionar con percusión, cuerda, o viento, simulan sonidos a través de un circuito electrónico. Por lo tanto, el diseño se centrará en su adaptabilidad y accesibilidad a los componentes del circuito, tanto para su montaje como para su posterior reparación, en el caso de que fuera necesario.

8.2. Sostenibilidad y transferencia

La temática propuesta en este proyecto de innovación puede ser altamente motivadora y la metodología activa en la que se basa (ABP) puede promover el dinamismo para lograr aprendizajes significativos.

Al ser un proyecto interdisciplinar y haberse planteado una serie de reuniones de coordinación docente, la dificultad de ejecución del mismo, a la par que la riqueza, aumentan.

En este sentido, se deberá contar con la implicación de la dirección del centro para poder utilizar esas horas de coordinación, liberando al profesorado, durante las semanas de ejecución, de otras tareas.

Para ello, este proyecto de innovación deberá presentarse en la correspondiente convocatoria del Departamento de Educación.

Lo que parece más conveniente es plantear la ejecución de este proyecto para un curso lectivo y, tras el análisis de las evaluaciones planteadas, realizar las modificaciones organizativas necesarias para lograr una transferencia adecuada a los siguientes cursos académicos.

Por otro lado, para una correcta ejecución del proyecto con los diferentes grupos en los que se ha planteado, será conveniente analizar la situación de partida de cada grupo de alumnos/as y adaptar la secuenciación y/o la metodología a cada caso concreto.

Como ya se ha comentado en el análisis DAFO, este proyecto sería viable siempre que tengamos presentes las posibles debilidades y amenazas que pudieran producirse.

9. Referencias

9.1 Bibliografía

- Alejandro V. (2015). Metodologías de enseñanza en la asignatura de tecnología en 2ºESO. Aplicaciones y posibles efectos en el rendimiento académico. (Trabajo Fin de Máster). Universidad Internacional de La Rioja, La Rioja.
- Consejo Escolar (2018). Proyecto Educativo de Centro, IES Luis Buñuel, Zaragoza, pp. 8-11. Recuperado el 13 de enero de 2020 de: https://ieslbuza.es/wp-content/uploads/2015/07/17-18-PEC_revisado.pdf
- Garcés, M., (2019). Organización, gestión y desarrollo de actividades para el aprendizaje de Tecnología. Recuperado el 26 de enero de 2020 de: https://moodle.unizar.es/add/pluginfile.php/2135130/mod_resource/content/1/68563%20%20Recursos%20para%20el%20dise%C3%B1o%20actividades%20de%20tecnolog%C3%ADa.pdf
- Gobierno de Andalucía (14 de junio de 2016). Decreto 111/2016, de 14 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía. Recuperado el 26 de enero de 2020 de: https://www.juntadeandalucia.es/eboja/2016/122/BOJA16-122-00019-11633-01_00094130.pdf
- Gobierno de Aragón (26 de mayo de 2016). ORDEN ECD/489/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón. BOA núm. 105. Zaragoza, 26 de mayo de 2016. Recuperado de <http://www.boa.aragon.es/cgi-bin/EBOA/BRSCGI?CMD=VEROBJ&MLKOB=910768820909>
- Lehman, J., Ertmer, P., Keck, K., & Steele, K. (2001). In-service teacher development for fostering problem-based integration of technology. In *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (Vol. 2001, No. 1, pp. 935-940).

Cifras de Zaragoza (2019). Análisis de las Juntas Municipales. En Observatorio Municipal de Estadística. Recuperado el 10 de enero de 2020 de: <http://demografia.zaragoza.es/>

Pardina, A. Práctica tutelada lógica programada con Arduino. EINAR

Piaget, J. (1994). La formación del símbolo en el niño. FCE, Colombia.

Reverte-Bernabeu, J. R., Gallego-Sánchez, A. J., Molina-Carmona, R., Satorre-Cuerda, R. (2007) El Aprendizaje Basado en Proyectos como modelo docente. Experiencia interdisciplinar y herramientas Groupware. *XIII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática, JENUI'07*, Teruel, España. Libro de actas, Madrid: Thomson Paraninfo, 2007. ISBN 978-84-9732-620-9

Torres, P. (2003). El arte de educar. Una concepción integradora de la educación musical. Ed. Santillana, colección Aula XXI, México.

Vega-Moreno, D., Cufí, X., Rueda, M^a. J, y Llinás, D. (2016). Integración de robótica educativa de bajo coste en el ámbito de la educación secundaria para fomentar el aprendizaje por proyectos. *International Journal of Educational Research and Innovation*. 6, 162-175

9.2 Linkografía

Arainfo Redacción (2018). Etopia celebra el 7 de abril una nueva edición del evento internacional Arduino Day. Recuperado de: <https://arainfo.org/etopia-celebra-el-7-de-abril-una-nueva-edicion-del-evento-internacional-arduino-day/>

Arduino (2020). ¿Qué es Arduino? Recuperado de: <https://arduino.cl/que-es-arduino/>

Crespo, E. (2020). Aprendiendo Arduino. Recuperado de: <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2018/05/06/arduino-en-la-educacion/>

Torres, P. (2005). Aprendiendo con la música. Recuperado de: <http://www.waece.org/textosmorelia/ponencias/torres.htm>

Intef (2020). El Aprendizaje Basado en Proyectos. Recuperado de <https://intef.es/>

10. ANEXOS

ANEXO I – ENCUESTA I: EVALUACIÓN DE LA ASIGNATURA DE TECNOLOGÍA POR PARTE DEL ALUMNADO

¿Cómo han sido tus notas durante el curso en la asignatura de Tecnología?

- Muy buenas
- Buenas
- Regulares
- Malas

¿Vas a continuar con tus estudios en Bachillerato?

- Si
- No
- No sé

¿Vas a continuar con tus estudios después de Bachillerato?

- Si
- No
- No sé

¿Qué estudios piensas continuar?

- Bachillerato
- F.P. de Grado Medio
- F.P. de Grado Superior
- Ninguno

¿Te interesa la asignatura de Tecnología y sus contenidos?

- Si
- No

¿Por qué has elegido cursar la asignatura de Tecnología?

- Creo que puede ser útil para mi futuro
- Por descarte
- Porque la habían escogido mis amigos/as
- Otras razones

¿Escogerías Tecnología por encima de otras asignaturas?

- Si
- No

¿Recomendarías a tus compañeros de otras especialidades la asignatura de Tecnología?

- Si
- No

¿La asignatura de Tecnología te aporta conocimiento del mundo cotidiano?

- Si
- No

¿La asignatura de Tecnología te orienta hacia tus próximos estudios?

- Si
- No

¿Consideras que la asignatura de Tecnología se debería impartir desde 1ºESO o antes?

- Si
- No

¿Prefieres clases Prácticas o clases Teóricas?

- Prácticas
- Teóricas

¿Cómo te gusta trabajar en clase?

- Individualmente
- Por parejas
- En grupo

¿Cuáles son tus tres asignaturas preferidas?

¿Por qué?

ANEXO II – ENCUESTA II: EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA DOCENTE POR PARTE DEL ALUMNADO

1: Totalmente en desacuerdo 2: En desacuerdo 3: De acuerdo 4: Totalmente de acuerdo

| | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|
| 1 | Las clases están bien preparadas | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 2 | Las explicaciones de clase son claras | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 3 | La bibliografía y otros materiales recomendados me han resultado útiles | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 4 | El profesor consigue despertar el interés por la asignatura | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5 | El profesor emplea adecuadamente los medios didácticos para facilitar el aprendizaje | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 6 | Se muestra a los alumnos con claridad, cuáles son los objetivo de la asignatura | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 7 | El profesor comienza las clases con puntualidad | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 8 | El profesor está disponible para atender las dudas sobre la asignatura | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 9 | El profesor se muestra correcto en el trato con los alumnos | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 10 | Los criterios de evaluación y de calificación de la asignatura han sido bien explicados | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 11 | Considero adecuados los criterios de calificación | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 12 | Se fomenta la participación de los alumnos | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 13 | El profesor/a me ayuda a aprender | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 14 | Mi grado de satisfacción con la asignatura es alto | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 15 | Mi grado de satisfacción con el profesor es alto | 1 | 2 | 3 | 4 |

ANEXO III – RÚBRICA DE COEVALUACIÓN DE TRABAJO EN EQUIPO

| CRITERIOS | 1 | 2 | 3 | 4 |
|------------------------------|---|---|--|--|
| Contribución / Participación | Nunca ofrece ideas para realizar el trabajo, ni propone sugerencias para su mejora. En ocasiones dificulta las propuestas de otros para alcanzar los objetivos del grupo. | Algunas veces ofrece ideas para realizar el trabajo, pero nunca propone sugerencias para su mejora. Acepta las propuestas de otros para alcanzar los objetivos del grupo. | Ofrece ideas para realizar el trabajo, aunque pocas veces propone sugerencias para su mejora. Se esfuerza para alcanzar los objetivos del grupo. | Siempre ofrece ideas para realizar el trabajo y propone sugerencias para su mejora. Se esfuerza para alcanzar los objetivos del grupo. |
| Actitud | Muy pocas veces escucha y comparte las ideas de sus compañeros. No ayuda a mantener la unión en el grupo. | A veces escucha las ideas de sus compañeros y acepta integrarlas. No le preocupa la unión en el grupo. | Suele escuchar y compartir las ideas de sus compañeros, pero no ofrece cómo integrarlas. Colabora en mantener la unión en el grupo. | Siempre escucha y comparte las ideas de sus compañeros e intenta integrarlas. Busca cómo mantener la unión en el grupo. |
| Responsabilidad | Nunca entrega su trabajo a tiempo y el grupo debe modificar sus fechas o plazos. | Muchas veces se retrasa en la entrega de su trabajo, y el grupo tiene que modificar a veces sus fechas o plazos. | En ocasiones se retrasa en la entrega de su trabajo, aunque el grupo no tiene que modificar sus fechas o plazos. | Siempre entrega su trabajo. |
| Asistencia y puntualidad | Asistió como máximo al 60% de las reuniones y siempre llegó tarde. | Asistió de un 61 a un 74 % de las reuniones y no siempre fue puntual. | Asistió de un 75% a un 90% de las reuniones y siempre fue puntual. | Asistió siempre a las reuniones del grupo y fue puntual. |
| Resolución de conflictos | En situaciones de desacuerdo o conflicto, no escucha otras opiniones o acepta sugerencias. No propone alternativas y le cuesta aceptar el consenso o la solución. | En situaciones de desacuerdo o conflicto, pocas veces escucha otras opiniones o acepta sugerencias. No propone alternativas para el consenso, pero las acepta. | En situaciones de desacuerdo o conflicto, casi siempre escucha otras opiniones y acepta sugerencias. A veces propone alternativas para el consenso o solución. | En situaciones de desacuerdo o conflicto, siempre escucha otras opiniones y acepta sugerencias. Siempre propone alternativas para el consenso o la solución. |

(Chica, E. Escuela abierta ISSN: 1138-6908. 2011. P. 75)

ANEXO IV – RÚBRICA DE COEVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN DEL PROYECTO

**REA Elementos de Geometría en colaboración. Proyecto EDIA.
Matemáticas. Secundaria**



RÚBRICA PARA LA COEVALUACIÓN DE UNA EXPOSICIÓN ORAL

Nombre del alumno o alumnos: _____

| CATEGORÍA | 4 EXCELENTE | 3 SATISFACTORIO | 2 MEJORABLE | 1 INSUFICIENTE |
|---|---|---|---|---|
| HABLA | Habla despacio y con gran claridad. | La mayoría del tiempo, habla despacio y con claridad. | Unas veces habla despacio y con claridad, pero otras se acelera y se le entiende mal. | Habla rápido o se detiene demasiado a la hora de hablar. Además su pronunciación no es buena. |
| VOCABULARIO | Usa vocabulario apropiado para la audiencia. Aumenta el vocabulario de la audiencia definiendo las palabras que podrían ser nuevas para ésta. | Usa vocabulario apropiado para la audiencia. Incluye 1-2 palabras que podrían ser nuevas para la mayor parte de la audiencia, pero no las define. | Usa vocabulario apropiado para la audiencia. No incluye vocabulario que podría ser nuevo para la audiencia. | Usa varias (5 o más) palabras o frases que no son entendidas por la audiencia. |
| VOLUMEN | El volumen es lo suficientemente alto para ser escuchado por todos los miembros de la audiencia a través de toda la presentación. | El volumen es lo suficientemente alto para ser escuchado por todos los miembros de la audiencia al menos 90% del tiempo. | El volumen es lo suficientemente alto para ser escuchado por todos los miembros de la audiencia al menos el 80% del tiempo. | El volumen con frecuencia es muy débil para ser escuchado por todos los miembros de la audiencia. |
| COMPRENSIÓN | El estudiante puede con precisión contestar casi todas las preguntas planteadas sobre el tema por sus compañeros de clase. | El estudiante puede con precisión contestar la mayoría de las preguntas planteadas sobre el tema por sus compañeros de clase. | El estudiante puede con precisión contestar unas pocas preguntas planteadas sobre el tema por sus compañeros de clase. | El estudiante no puede contestar las preguntas planteadas sobre el tema por sus compañeros de clase. |
| POSTURA DEL CUERPO Y CONTACTO VISUAL | A la hora de hablar, la postura y el gesto son muy adecuados. Mira a todos los compañeros con total naturalidad. | La mayoría del tiempo la postura y el gesto son adecuados y casi siempre mira a los compañeros mientras habla. | Algunas veces, mantiene la postura y el gesto adecuados, y otras no. En ocasiones mira a sus compañeros. | No mantiene la postura y gesto propios de una exposición oral y, la mayoría de las veces, no mira a sus compañeros. |
| CONTENIDO | Demuestra un completo entendimiento del tema. | Demuestra un buen entendimiento del tema. | Demuestra un buen entendimiento de partes del tema. | No parece entender muy bien el tema. |



"Rubrica para la coevaluación de una exposición oral" de Cedec se encuentra bajo una Licencia CC BY - SA 4.0 España.

ANEXO V – RÚBRICA DE HETEROEVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN DEL PROYECTO

| CRITERIO | 2 | 1,50 | 1 | 0,50 | PUNTOS |
|-------------------------------------|---|--|---|---|--------|
| TRABAJO EN EQUIPO | Es muy notorio el trabajo en equipo realizado por todos los integrantes. | Se observa conexión entre algunos integrantes del grupo. | Un solo integrante lidera al equipo. | Los integrantes del grupo han trabajado por separado cada tema o subtema. | |
| DOMINIO DEL TEMA | Se expresa excelentemente. Muestra total seguridad en sí mismo. Evidencia una absoluta comprensión del tema. Utiliza ejemplos y relaciona los contenidos que expone con el resto del trabajo. | Se expresa correcta y claramente. Muestra seguridad en sí mismo. Evidencia una buena comprensión del tema. Utiliza algunos ejemplos. | Se expresa de forma poco correcta y precisa. Muestra poca seguridad en sí mismo. Evidencia poca comprensión del tema. Utiliza pocos ejemplos. | Es difícil entender el desarrollo del tema. Muestra una total inseguridad en sí mismo. Evidencia incomprensión del tema. No utiliza ejemplos. | |
| CAPTA Y MANTIENE LA ATENCIÓN | Establece un óptimo nivel de atención y participa activamente aportando ideas. | Establece muy buen nivel de atención y participa aportando ideas. | Establece poco nivel de atención y participa de vez en cuando aportando ideas. | No logra establecer la atención y no participa. | |
| CONTESTA PREGUNTAS | Contesta con precisión a todas las preguntas planteadas sobre el tema. | Contesta con claridad a la mayoría de las preguntas planteadas sobre el tema. | Contesta con poca precisión e inseguridad las preguntas planteadas sobre el tema. | No contesta las preguntas planteadas sobre el tema. | |
| MANEJO DE RECURSOS | Utiliza muchos materiales adecuados, ya sean visuales y/o tecnológicos para enriquecer su presentación. Utiliza muchos recursos creativos. | Utiliza algunos materiales adecuados, ya sean visuales y/o tecnológicos para enriquecer su presentación. Utiliza algunos recursos creativos. | Utiliza pocos materiales adecuados, ya sean visuales y/o tecnológicos para enriquecer su presentación. Utiliza pocos recursos creativos. | No utiliza materiales adecuados, ya sean visuales y/o tecnológicos para enriquecer su presentación. No utiliza recursos creativos. | |

ANEXO VI – RÚBRICA PARA LA EVALUACIÓN DE LA MEMORIA DEL PROYECTO

RÚBRICA PARA LA EVALUACIÓN DE LA MEMORIA DEL PROYECTO

Licencia Creative Commons.
Reconocimiento-NoComercial-
CompartirIgual 4.0 Internacional (CC
BY-NC-SA 4.0)

@vilanchelo

|  | Porcentaje | 0 | 2 (negativa) | 4 (incorrecta) | 5 (correcta) | 7 (perfecta) | 9 (excelente) |
|---|------------|---------------|--|--|--|---|--|
| Presentación | 20 | No entregado. | Mala letra o tipografía inadecuada, casi ininteligible | Entrega fuera de plazo. Mala letra o tipografía inadecuada y no respeta márgenes, espacios, interlineado, sin grapar, nombre de archivo no adecuado. | Presentación mínima adecuada, respeta la mayoría de normas de estilo explicadas (encabezado, pie de página, numeración, estilos, etc.) | Respeto todas las normas de estilo, tiene una buena presencia | Está perfectamente acabado e incluye tipografía original, buena maquetación, invita a ser leído. |
| Expresión escrita | 10 | No entregado. | No se entienden las frases, mala sintaxis, datos inconexos, multitud de faltas de ortografía. | Se expresa de forma incorrecta y tan resumida que no expresa críticas ni opiniones, hay faltas de ortografía. | Se expresa bien y manifiesta con claridad sus ideas, y no hay faltas que un procesador de textos pueda detectar. | Además de una expresión correcta y ausencia de faltas, manifiesta críticas y opiniones. | Contribuye con críticas que permiten mejorar los futuros procesos de enseñanza-aprendizaje. |
| Contenidos | 50 | No entregado. | Faltan gran cantidad de apartados por rellenar. | Faltan contenidos mínimos requeridos o los apartados del proyecto no están debidamente cumplimentados. | Contenidos mínimos requeridos. Todos los apartados debidamente cumplimentados. | Contenidos apropiados para el proyecto. Demuestra que se han realizado aprendizajes significativos. | Además de lo anterior, se incluyen valiosos datos adicionales. |
| Dibujos / Planos / Fotografías | 20 | No entregado. | Faltan gran cantidad de planos, y los que se incluyen están mal presentados, sin regla, sin acotaciones, sin escala. | Faltan planos mínimos requeridos, acotación sin respetar las normas, líneas no paralelas, no respeta las escalas. | Planos mínimos requeridos. | Planos apropiados, realizados con regla, acotación según norma, sin errores. | Además de lo anterior, en los planos se aportan datos adicionales que mejoran la comprensión. |

Observación 100

** Las calificaciones se multiplicarán por 10/9 para puntuar sobre 10*

*** Rúbrica basada en <https://elblogdelprofesordetecnologia.blogspot.com/2015/12/rubricas-para-la-evaluacion-en.html>*

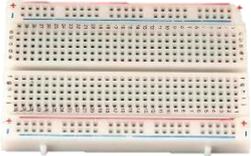
Recuperado de <https://musicaenmiboda.es/zonamagica/2019/08/27/rubrica-para-evaluar-la-memoria-del-proyecto-tecnico-en-la-asignatura-detecnologia/> el 08/01/2020

ANEXO VII – LISTA DE MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DE UNA FLAUTA MIDI

| Material | Cantidad | Imagen |
|------------------------|------------------------------|---|
| Placa Arduino UNO R3 | 1 |  |
| Cable eléctrico | 5 metros (0,22mm sección) |  |
| Bobina estaño | 1 |  |
| Kit conectores Arduino | 1 |  |
| Pila 9V | 1 |  |
| Altavoz | 1 |  |

| | | |
|--------------------------|---|---|
| Conector Arduino Pila 9V | 1 |  |
| Caña común | 1 |  |
| Pulsadores | 8 |  |

ANEXO VIII – LISTA DE HERRAMIENTAS PARA LA FABRICACIÓN DE UNA FLAUTA MIDI

| Herramientas | Uso | Imagen |
|------------------------|--|---|
| Pinza pelacables | Se utilizó para cortar y pelar los cables |  |
| Soldador de estaño | Se utilizó para darle un punto de soldadura a los cables de la placa |  |
| Papel de lija | Suavizar acabados |  |
| Sierra | Corte de la caña |  |
| Taladro | Realización de los orificios |  |
| Placa de entrenamiento | Montaje de circuitos |  |

ANEXO VIII – HOJA DE PROCESOS PARA LA FABRICACIÓN DE UNA FLAUTA MIDI

Paso 1. Realización de los bocetos y definición del diseño

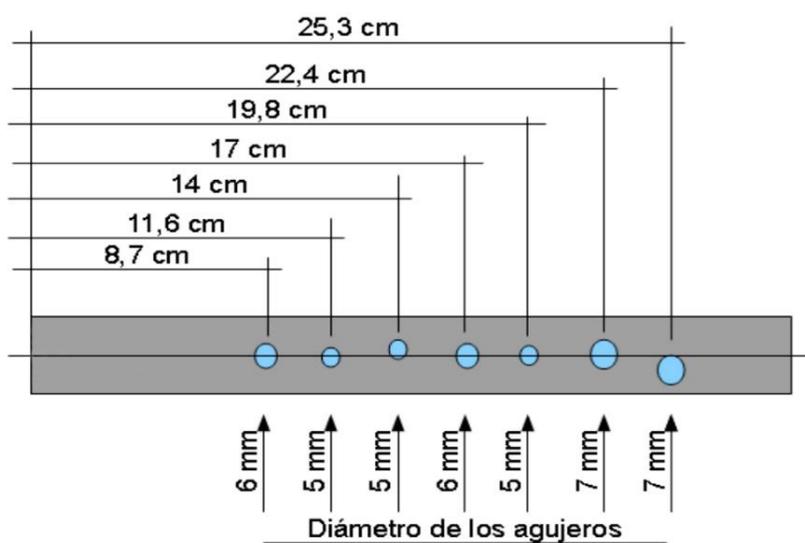
En esta primera parte del proceso, se concretará el producto que se desee diseñar. Una vez claro el proyecto, se realizarán los planos y bocetos que sirvan para crear el instrumento.

Paso 2. Preparación del cuerpo de la flauta

2.1.- Corte de la caña según medidas, preferiblemente entre nodos.



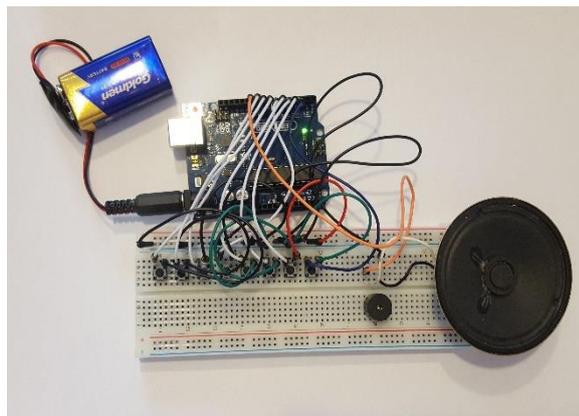
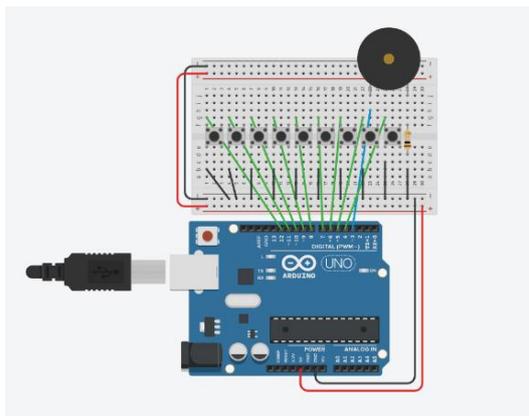
2.2.- Perforado de los agujeros atendiendo a las medidas de estipuladas

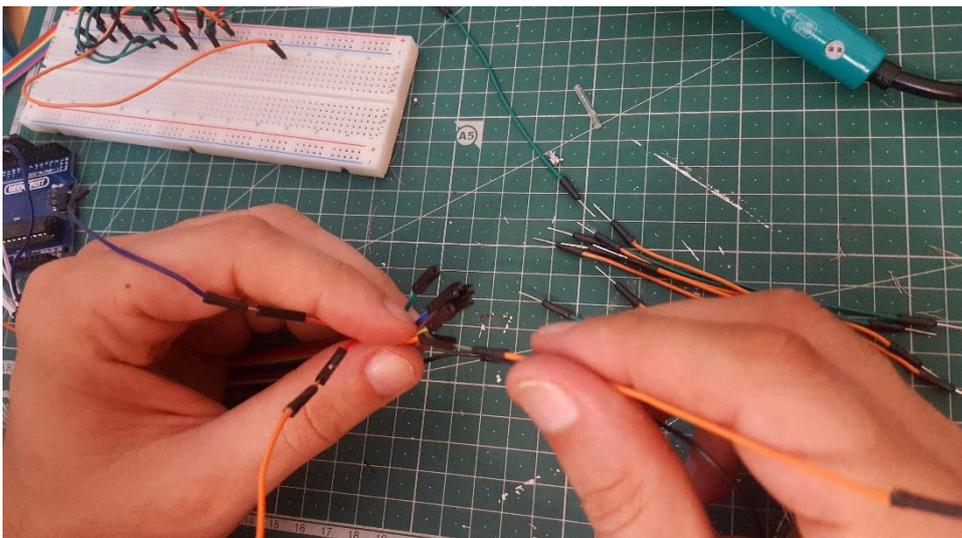


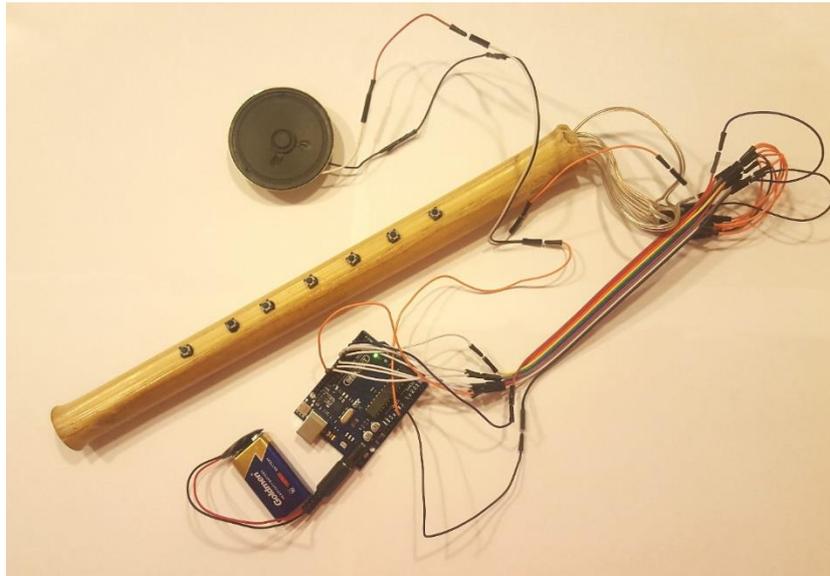


Paso 3. Conexión de cables

Siguiendo el esquema simulado del Tinkercad se replicará en la placa de entrenamiento.







Paso 4. Creación del Código y subida a la placa

Mediante el software correspondiente se desarrollará la funcionalidad especificada.

Se recomiendan softwares de bloques como Tinkercad o Scratch en los que resulta más sencillo el desarrollo.

A continuación, aparece uno de los bloques de ejemplo que hay que generar para producir una de las notas, en el que se configura qué sonido ha de producirse (mediante la librería note).

```
void loop()
{
// Do
while((digitalRead(BUTTON_BACK) == ACTIVATED)
and (digitalRead(BUTTON_ONE) == ACTIVATED)
and (digitalRead(BUTTON_TWO) == ACTIVATED)
and(digitalRead(BUTTON_THREE) == ACTIVATED)
and(digitalRead(BUTTON_FOUR) == ACTIVATED)
and(digitalRead(BUTTON_FIVE) == ACTIVATED)
and (digitalRead(BUTTON_SIX) == ACTIVATED)
and(digitalRead(BUTTON_SEVEN) == ACTIVATED))
{
tone(PIEZO,NOTE_C4);
digitalWrite(LED,HIGH);
}
.....
```