



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Máster

Proyecto de innovación docente Innova 3D

Innova 3D teaching innovation project

Autor/es

Eudald Samarra Ros

Director/es

Miguel Ángel Navarro

FACULTAD DE EDUCACIÓN  
Año 2020

<b>Índice del proyecto</b>	
1. Introducción.....	5
2. Características del centro.....	6
2.1. Ubicación .....	6
2.2 Porcentaje de alumnado implicado en el proyecto de innovación educativa.....	6
2.3 Porcentaje de grupos implicados en el proyecto de innovación educativa.....	6
2.4 Porcentaje de profesorado implicado en el proyecto de innovación educativa .	6
2.5 Fecha de inicio del proyecto de innovación educativa .....	6
3. Objetivos del proyecto.....	7
2.1 Objetivo general.....	7
2.2 Objetivos específicos del proyecto .....	7
4. Argumentación .....	8
5. Diseño y desarrollo del proyecto .....	16
5.1. Definición del proyecto.....	16
5.2. Objetivos curriculares .....	16
5.3. Competencias Clave.....	17
5.4. Actividades .....	18
Actividades de realización-desarrollo .....	18
Actividades de finalización .....	18
5.5. Metodología y temporalización .....	19
5.5.1. Cronograma de trabajo .....	20
5.6. Recursos necesarios .....	24
6. Criterios e instrumentos de evaluación del nivel de logro de los objetivos del proyecto .....	27
7. Conclusiones.....	28
8. Referencias .....	30
9. Annexo I .....	33

### Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Impresora 3D propuesta para el proyecto modelo XYZ Davinci Color...	24
Ilustración 2. Ejemplo de un MakerSpace educativo .....	25
Ilustración 3. Ejemplo de motor mediante el diseño asistido por ordenador con el software FreeCAD.....	26

### Índice de tablas

Tabla 1. Objetivos y competencias clave trabajadas en cada actividad. ....	18
Tabla 2. Temporalización propuesta para el desarrollo del proyecto de innovación .....	23
Tabla 3. Tabla resumen de los instrumentos de evaluación de los objetivos de aprendizaje.	
.....	23

## Resumen

El presente Trabajo de Final de Máster consiste en la realización de un proyecto de innovación educativa en la asignatura de Tecnología del tercer curso de la ESO. Con la aplicación de la innovación propuesta, se pretende dar solución al problema de desmotivación que se observó durante la realización del prácticum del Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria mediante el uso de la impresión 3D como recurso educativo en el aprendizaje basado en proyectos y así lograr una mejora del proceso de enseñanza aprendizaje del alumnado. Para lograrlo, en primer lugar, se han analizado las bases teóricas que posicionan la impresión 3D junto con el aprendizaje basado en proyectos y el trabajo colaborativo como una metodología que potencie la motivación del alumno y su aprendizaje significativo y, en segundo lugar, se ha realizado una propuesta metodológica incluyendo todos los aspectos necesarios para poder llevar a cabo un proyecto de estas características en el aula.

## Abstract

This Master's Degree Final Project consists of developing an educational innovation project in the subject of Technology in the 3rd of ESO. The objective of the proposed innovation, is to solve the problem of demotivation that was observed during the practicum of the Master's Degree in Secondary Education through the use of 3D printing as an educational resource in project-based learning and thus achieve an improvement of the teaching-learning process of the students. To achieve this, first were analysed the theoretical bases that positions the 3D printing along with project-based learning and collaborative work as a methodology that enhances student motivation and meaningful learning and, secondly, a methodological proposal including all the necessary aspects to implement a project of these characteristics in the classroom.

## 1. Introducción

La motivación para la creación de este proyecto de innovación educativa surgió durante la realización del prácticum del Máster de Profesorado en Educación Secundaria en el que se observó que en la asignatura de tecnología los alumnos presentaban dificultades para entender los conceptos prácticos relacionados con el funcionamiento de mecanismos, lo que posteriormente derivó en una falta de motivación por parte de los alumnos dificultando de esta forma el proceso de enseñanza-aprendizaje. En concreto, se apreció que a los alumnos de 3º de la ESO les resultaba muy complicado entender el funcionamiento de los mecanismos más comunes, incluyendo el funcionamiento de los motores de combustión interna de 2t y 4t a pesar de que el docente se apoyaba en las TIC para facilitar su compresión. En este sentido, se les mostraban videos en los que podían visualizar el funcionamiento de los mecanismos más comunes, pero a pesar de que en un principio parecía que lo entendían, cuando posteriormente se les pedía que lo explicaran con sus propias palabras, la mayoría de ellos no lo sabían expresar con claridad y por este motivo el docente tenía que emplear más tiempo del inicialmente previsto para que los estudiantes adquirieran todos los conocimientos y competencias planificadas.

En este proyecto se pretende solucionar el problema expuesto con anterioridad utilizando la impresión 3D como recurso educativo en el aprendizaje basado en proyectos. La impresión 3D constituye una técnica innovadora en auge que está ganando mucho peso en los institutos y que, actualmente se está estudiando su implantación en el centro objeto de la intervención. El uso de esta técnica innovadora junto a una metodología activa como es el aprendizaje basado en proyectos, le permite al alumnado una mayor participación en el aula, pudiendo incluso convertirse en gestores de su propio aprendizaje mediante la utilización de técnicas de aprendizaje colectivo como Jigsaw II, facilitando de esta forma el proceso de enseñanza aprendizaje tal y como se expone a lo largo del presente proyecto de innovación educativa.

## 2. Características del centro

### 2.1. Ubicación

El centro en el que se desarrollará el proyecto de innovación educativa se encuentra ubicado en el municipio leridense de Tárrega (Cataluña). Éste constituye la capital de la comarca de l'Urgell, con una población de 16.795 habitantes (INE 2018) y con una extensión de 88 km<sup>2</sup>. Es la segunda ciudad en términos de extensión en la provincia de Lérida. El sector de los servicios es la principal actividad económica de la ciudad, donde predominan las pequeñas y medianas empresas. La ubicación geográfica de la ciudad con las vías de comunicación que confluyen ha posibilitado que Tárrega sea uno de los núcleos comerciales de referencia de la llanura de Lérida

**2.2 Porcentaje de alumnado implicado en el proyecto de innovación educativa**  
El centro es un centro de largo recorrido que engloba todas las etapas educativas: Parvulario, Educación Infantil, Educación Primaria, Educación Secundaria, Bachillerato y un Ciclo Formativo de Grado Medio. El total del alumnado del centro es de 730 estudiantes, de los cuales participarán en el proyecto de innovación los 2 grupos de 3º de la ESO compuestos por 20 y 24 alumnos cada grupo, representando un 6.16% del total de los estudiantes del centro.

**2.3 Porcentaje de grupos implicados en el proyecto de innovación educativa**  
Debido a que no existen experiencias previas similares al presente proyecto, se ha optado por llevarlo a cabo involucrando un bajo porcentaje tanto de profesorado como de alumnado, facilitando de este modo tanto la implementación del proyecto en el aula como la recogida de datos y evaluación de las experiencias. En este sentido, los alumnos y profesores implicados en este proyecto serán únicamente los de la asignatura de Tecnología de 3º de la ESO.

### 2.4 Porcentaje de profesorado implicado en el proyecto de innovación educativa

El profesorado implicado en este proyecto será de forma directa el responsable de la asignatura de tecnología de 3º de la ESO con el apoyo, autorización y supervisión de toda la comunidad educativa, en especial del equipo directivo del centro y del departamento de tecnología.

### 2.5 Fecha de inicio del proyecto de innovación educativa

El proyecto de innovación se desarrollará durante el curso académico 2020-2021.

### 3. Objetivos del proyecto

En el presente trabajo, se pretende diseñar un proyecto de innovación docente para la mejora del aprendizaje de los alumnos a través de la utilización de las impresoras 3D como recurso educativo en el aprendizaje basado en proyectos y así lograr una mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje dando solución de esta forma al problema expuesto en el apartado anterior.

#### 2.1 Objetivo general

Por ende, el objetivo principal de este proyecto es el diseño de una propuesta metodológica, mediante la utilización del aprendizaje basado en proyectos usando como recurso educativo las impresoras 3D, que consiga mejorar la experiencia de enseñanza-aprendizaje e incrementar de esta forma la motivación del alumnado.

#### 2.2 Objetivos específicos del proyecto

Los objetivos específicos que se derivan del objetivo principal constituyen cada uno de los elementos del proyecto. A continuación, aparecen ordenados en función de la importancia que tienen en el desarrollo de este:

- Augmentar la motivación del alumnado.
- Realizar un cambio metodológico aplicando metodologías activas.
- Despertar el interés del alumnado por las nuevas tecnologías.
- Trabajar las competencias STEAM.
- Mejorar la cohesión del grupo.

Para lograr el éxito de este proyecto de innovación educativa y consecuentemente lograr los objetivos planteados, se ha dividido el proyecto de innovación en 3 partes claramente diferenciadas. En primer lugar, se va a realizar una revisión de las principales fuentes en el campo de la motivación, el aprendizaje basado en proyectos y la impresión 3D como recurso educativo en el aula analizando además algunas experiencias similares que se hayan implementado en algún centro español. En segundo lugar y en base a todo lo expuesto, se va a diseñar una propuesta metodológica que permita tanto la consecución de los objetivos planteados como la adquisición por parte del alumnado de todas las competencias y contenidos planificados para esta etapa. En tercer y último lugar, se llevará un análisis global del proyecto mencionando los resultados esperados en una futura implementación y las limitaciones que tiene en cuanto a transferibilidad, adaptación a otros centros educativos o extrapolación del proyecto a distintos tipos de materias.

#### 4. Argumentación

Nuestro entorno social, cultural y económico evoluciona constantemente a una velocidad estrepitosa, siendo la tecnología la pieza clave que ha impulsado el cambio en las últimas décadas. Teniendo en cuenta lo anterior, resulta imprescindible que la educación avance en el mismo sentido, motivo por el cual se considera necesario ofrecer herramientas a los alumnos para que puedan adaptarse y ofrecer respuestas eficaces e innovadoras a su entorno actual y futuro. Así pues, los cambios que ha experimentado y experimentará la sociedad con el paso del tiempo obligan a plantearse lo que se entiende en nuestros días por “aprender” y “saber”, dado que el significado de ambos términos se ha ido transformando con el curso de los años.

Tradicionalmente, el currículo se sustentaba en una concepción tecnocrática de conformidad con la cual éste se consideraba un producto predeterminado por las instituciones educativas externas a los centros docentes, y la finalidad de la realización de las actividades y la evaluación de las mismas por parte del profesorado era única y exclusivamente la obtención de una calificación numérica para determinar el éxito o fracaso escolares de los alumnos. Asimismo, éstos se consideraban sujetos pasivos sin capacidad alguna para adquirir autonomía en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

No obstante, y en buena medida en agradecimiento a la decisión europea de implementar la educación basada en competencias<sup>1</sup> a la que el Estado Español se adhirió y adaptó su Ordenamiento Jurídico con la finalidad de hacerla efectiva<sup>2</sup>, la mayoría de los centros educativos han cambiado la visión del currículo hacia una concepción práctica en la cual el alumno es la piedra angular del proceso de enseñanza-aprendizaje, adquiriendo un rol

---

<sup>1</sup> La enseñanza por competencias tiene su fundamento en el informe Delors (1996) “La educación encierra un tesoro” requerido por la UNESCO, en el cual se considera la educación a lo largo de la vida un elemento imprescindible para enfocar correctamente el sistema educativo del siglo XXI. En concreto, este se basa en cuatro pilares: aprender a conocer, a hacer, a vivir juntos y a ser. Es el aprender a hacer el que nos remite al concepto de competencia. Posteriormente, esta concepción se recoge y comparte por diversos organismos y instituciones, destacando la Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre del 2006, sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente. En esta se definen 8 competencias clave con la consiguiente descripción de los conocimientos y capacidades que las integran (comunicación en lengua materna, comunicación en lenguas extranjeras, competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología, competencia digital, aprender a aprender, competencias sociales y cívicas, sentido de la iniciativa y espíritu de empresa y conciencia y expresión culturales).

<sup>2</sup> La educación por Competencias se introduce en España por medio de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE) modificada Posteriormente por la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la calidad Educativa (LOMCE).

totalmente activo y protagonista en el mismo. En lo que concierne al aprendizaje, la asunción de nuevos conocimientos de forma significativa se abre paso frente al tradicional aprendizaje memorístico.

Este cambio en la noción del currículum se fundamenta en el constructivismo, una corriente pisco-pedagógica que entiende que, para ser eficaz, el aprendizaje debe ser fruto de la construcción de los conocimientos por parte de los estudiantes, y esta construcción ha de ser lo más cooperativa posible. En este sentido, el constructivismo sostiene que la persona no es un producto exclusivamente del ambiente o de sus características internas, sino una construcción propia que se va elaborando progresivamente como resultado de la interacción entre las disposiciones internas del individuo y su entorno.

De conformidad con Abbott y Ryan (2001), cada alumno estructura su conocimiento del mundo a través de un patrón único, conectando cada nuevo suceso o experiencia con una estructura previa que crece de forma subjetiva y que le lleva a establecer relaciones racionales y significativas con el mundo. El psicopedagogo Ausubel (1976), principal exponente de las ideas constructivistas, defendía que la educación respaldada en el constructivismo implica la experimentación y la resolución de problemas, y, de la misma forma, consideraba los errores la base de todo aprendizaje.

Por lo tanto, el enfoque práctico de los currículos evidencia que, tal y como exponen los autores Sanmartí y Alimenti (2004), “cuando se hace referencia al aprendizaje se alude a aquellos sentimientos, pensamientos, reflexiones y habilidades que son apropiadas a los sujetos para sus vidas personales, profesionales, familiares, afectivas, religiosas, económicas y sociales, porque de este modo encuentran sentido y sentimiento de pertenencia a aquello que quieren ser, hacer y conocer” (p.120). Por esta razón, los centros educativos deben ofrecer una respuesta al contexto actual y facilitar un aprendizaje activo de sus alumnos basado no tanto en la cantidad como en la calidad de su educación.

Esta nueva concepción basada en el ensalzamiento de la figura del estudiante trae consigo el incremento de la motivación del mismo, la cual se considera el factor clave del aprendizaje. Ligado a lo anterior, pueden distinguirse dos clases de motivación: la motivación extrínseca y la intrínseca. La primera es aquella que tiene su origen en fuentes externas al estudiante, mientras que la segunda se caracteriza por el hecho de que el placer o interés por las actividades se origina en el propio alumno. Aunque tradicionalmente los investigadores han señalado la importancia que tienen ambos tipos de motivación en el

aprendizaje, las averiguaciones más recientes, de entre las cuales destaca el autor Kéller (2009) consideran que las actividades realizadas bajo la primera clase de motivación son herramientas orientadas hacia una finalidad más que una finalidad en sí mismas, de modo que otorgan mayor importancia al estímulo de la motivación intrínseca de los alumnos en las escuelas (Baeten, Dochy y Struyven, 2013).

Una aplicación constructivista que propicia un mayor protagonismo e integración del alumnado es el aprendizaje cooperativo, que consiste en la división de los alumnos del aula en pequeños grupos de trabajo con el objetivo de maximizar el aprendizaje de cada uno de sus miembros, constituyendo de este modo el complemento perfecto al trabajo individual (Collazos et al., 2001). Johnson, Johnson y Holubec (1999), citados en la obra de Pujolàs (2010), sostienen que el trabajo cooperativo puede definirse como “el uso didáctico de equipos reducidos de alumnos, generalmente heterogéneos en rendimientos y capacidades, utilizando una estructura que asegure al máximo la participación equitativa y potencie al máximo la interacción entre ellos, con la finalidad de que todos los miembros de un equipo aprendan los contenidos propuestos, y, además, trabajen en equipo (p.17)”. No obstante, los tres autores anteriores también alertan que disponer a los alumnos juntos resulta insuficiente para que exista una colaboración y aprendizaje efectivos, ya que para que tenga lugar lo segundo resulta imprescindible que exista la necesidad de compartir información y conocimiento de forma explícita entre los integrantes del grupo, cuyos roles han de ser complementarios. Numerosos estudios han demostrado que dividir la clase en grupos tiene grandes ventajas, destacando la afectividad señalada por Dörney (2001), que en sus investigaciones acerca de la motivación y la ansiedad observa que trabajar en grupos estimula la interacción y la negociación del significado respetando los distintos estilos de aprendizaje, siendo una de las ventajas principales el aumento del tiempo de habla de los alumnos, la interdependencia positiva y la responsabilidad individual, ya que los estudiantes reparan en que lo que hace o afecta a un miembro del grupo les afecta a todos y el éxito del equipo depende del aprendizaje individual de cada uno de los miembros, motivo por el cual su implicación en el trabajo incrementa exponencialmente.

Una técnica de trabajo cooperativo especialmente útil en aquellas asignaturas en las que los contenidos son susceptibles de ser fragmentados en diferentes partes es método *JigSaw* también conocido como “Rompecabezas”, ya que como si de un rompecabezas se tratara, cada alumno (que simboliza una pieza del puzzle) es indispensable para la

terminación y comprensión completa del producto final. Si la pieza que aporta cada estudiante es esencial, cada estudiante también lo es, y eso es lo que confiere la eficacia a esta técnica (Aronson y Patnoe, 1997).

Tal y como sintetiza Clarke (1994), en este enfoque los estudiantes trabajan conjuntamente en pequeños grupos cuyo pilar fundamental es la confianza, ya que cada miembro del grupo se especializa en un aspecto concreto del proyecto y posee en exclusiva información crítica para contribuir a aquella aportada por parte del resto de los compañeros.

Ha de señalarse que existe una variante de la técnica de trabajo cooperativo anteriormente mencionada que se denomina Jigsaw II. Esta conlleva un mayor desarrollo del trabajo cooperativo y de las habilidades comunicativas, ya que después de estudiar, informarse e investigar su parte, los alumnos de las distintas agrupaciones a los que el profesor les ha facilitado el mismo contenido se separan momentáneamente de sus respectivos grupos para crear los “grupos de expertos”, en los cuales tratan en profundidad los temas asignados, debaten, plantean y responden dudas comentando el contenido que les ha sido facilitado. Es importante tener en cuenta que la técnica del Rompecabezas ha sido implementada con resultados positivos en grupos de distintos niveles y estilos de aprendizaje, ya que se ha demostrado que incrementa la motivación, el rendimiento académico, los niveles de autoeficacia, las relaciones grupales y se desarrollan habilidades sociales y comunicativas (Martínez y Gómez, 2010).

La nueva metodología innovadora donde los alumnos trabajan en grupos cooperativos elegida en el presente proyecto de innovación es el aprendizaje basado en proyectos. Según Thomas (2000), el trabajo por proyectos lo constituyen aquellas tareas complejas que surgen del planteamiento de problemas o preguntas desafiantes, que implican a los alumnos en actividades de diseño, resolución de problemas, investigación y toma de decisiones, culminando siempre en una presentación o producto real. Por su parte, Bergadà (2015) considera que para que un aprendizaje se considere basado en proyectos resulta imprescindible que fomente la autonomía de los alumnos sobre un tema que realmente sea significativo para ellos y esté relacionado con su entorno y realidad, guiándose por una pregunta u orden marco que los induzca a iniciar una investigación en aplicación del método científico. En el empleo de esta metodología no puede dejarse de lado el uso de las nuevas tecnologías, y se aconseja que se desarrolle a través de un

aprendizaje cooperativo que fomente las competencias de aprender a pensar y a vivir juntos.

De conformidad con Zabala (2015), existen dos motivos de peso que justifican el aprendizaje basado en proyectos: la sociedad plural, compleja y en continuo cambio en la que vivimos, la cual trae consigo la necesidad de formar a los estudiantes en el desarrollo de sus competencias para la vida (capacidad de organizarse, creatividad, saber interpretar, entender y asimilar críticamente la realidad valorando la veracidad de la gran cantidad de información que se recibe, etc.). En este sentido, el aprendizaje basado en proyectos favorece la práctica en la toma de decisiones, en la búsqueda y tratamiento de la información, en la tolerancia y la autoevaluación para determinar el nivel de conocimientos y planteamiento de los objetivos, entre otras. El segundo motivo lo constituyen los nuevos descubrimientos en el campo de la neurociencia, puede afirmarse que trabajar por proyectos es beneficioso para el estudiante porque el aprendizaje resulta vital des del momento del nacimiento, pero para que se dé de forma natural debe ser significativo y funcional, además de en sociedad y compartido. Así pues, el aprendizaje basado en proyectos impulsa el autoaprendizaje, la autonomía personal y el trabajo en equipo, los cuales son aspectos indispensables para potenciar las capacidades personales y habilidades para la vida en que tanto insiste la enseñanza en competencias. En la misma línea, Torreguitart y Carballo (2016) defienden que nuestro cerebro es eminentemente social y la combinación del aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje cooperativo promueven la necesidad de relación y evolución de conductas como el diálogo, la empatía, tolerancia, respeto, colaboración y escucha, entre otras.

En cuanto al rol del profesor, en esta metodología este asume el papel de guía y dirige la clase acompañando y ayudando a los alumnos cuando es necesario, resolviendo las dudas a medida que se le van planteando además de proporcionar recursos y materiales con contenidos relevantes específicamente elaborados para dar soporte a los estudiantes a lo largo de la ejecución de su proyecto.

Por lo que corresponde a la evaluación del aprendizaje basado en proyectos, hay que tener en cuenta que deben evaluarse tanto el proceso de aprendizaje como el producto final. En este sentido, mediante rúbricas de evaluación se establecen los criterios que se aplicarán en la misma, y se observa y detalla el grado de consecución de los objetivos expuestos al inicio del proyecto por parte de los alumnos. Es importante tener en cuenta que se advierte un incremento en la motivación de los estudiantes en los casos en que se descentraliza el

sujeto evaluador, esto es, que adicionalmente a la heteroevaluación del proyecto por parte del profesor, éste también es evaluado por los autores (autoevaluación) y sus compañeros (evaluación entre iguales). En este sentido, las investigaciones demuestran que son los propios estudiantes quienes consideran que resulta imprescindible integrar procesos evaluativos de distintas clases con la finalidad de ayudar a relativizar y enriquecer las valoraciones y procesos de evaluación, y la mayoría de estos, una vez han participado activamente en experiencias evaluativas de este tipo, valoran muy positivamente el trabajo grupal y la participación en evaluaciones entre iguales y autoevaluaciones (Sivan, 2000).

El aprendizaje basado en proyectos y las nuevas tecnologías de la información deberían ir siempre ligados de la mano. El uso de las tecnologías de la información y la comunicación como medio para conseguir un producto final es un recurso que confiere un elevado grado de motivación al alumnado, el cual aún incrementa más si en los distintos proyectos se hace uso de los más novedosos y especializados artilugios tecnológicos como es el caso de las impresoras 3D.

La impresión 3D ha venido para quedarse, ya que ha supuesto y seguirá suponiendo una revolución, aumentando cada día su presencia en sectores más y más diversos no únicamente de la rama industrial, sino también del conocimiento. Ésta consiste en un conjunto de tecnologías de fabricación por adición por medio de las cuales se crean objetos tridimensionales en base a la superposición de capas sucesivas de material. Así pues, la impresión 3D permite acercar al alumnado a la fabricación digital, ya que éste pasa de ser un consumidor pasivo a un creador activo de contenidos, productos y conocimientos a través de metodologías basadas en la resolución de problemas o creación de proyectos.

La impresión 3D es muy versátil y resulta fácil integrarla en los currículos de la mayoría de asignaturas, especialmente en el caso de Tecnología, ya que permite a los alumnos el dibujo, diseño e impresión de sus propios objetos en 3D. En cuanto al *software*, los programas de diseño de piezas se adaptan a las distintas capacidades de los usuarios y los estudiantes aprenden de forma rápida e intuitiva el proceso de creación de las piezas, tomando a su vez conciencia de la tecnología utilizada y de la existencia, funcionalidad y modo de empleo de sus componentes. Sin duda alguna, los alumnos dan rienda suelta a su creatividad y transforman su concepto o idea en un producto 3D. El error forma parte

del proceso, teniendo en cuenta que el coste de un rediseño y una nueva impresión es muy bajo.

En virtud de lo anterior, puede afirmarse que la impresión 3D cautiva la atención de los adolescentes y provoca en ellos la voluntad de crear, ya que tras la impresión reciben como recompensa una pieza totalmente terminada cuya autoría les pertenece. De hecho, Pastor (2019) afirma que en la actualidad el estudio de la ingeniería se debe abordar desde las nuevas tecnologías, y más aún si pueden ser utilizadas como herramientas didácticas con enfoques industriales, que permite a los alumnos familiarizarse con las prácticas más innovadoras en este sector. No obstante, debe recordarse nuevamente que la impresión 3D no se reduce únicamente al campo de la ingeniería, sino que la fabricación aditiva alcanza otros sectores como la medicina, la arquitectura, el transporte, el arte y el diseño. De hecho, el informe *Horizon Report: 2016 K-12 Edition*, publicado por New Media Consortium (NMC) y Consortium for School Networking (CoSN) identifica, analiza y describe las seis tecnologías emergentes llamadas a tener un impacto significativo en la Enseñanza Primaria y Secundaria durante el período 2016-2020. En una de ellas alude a los *Makerspaces*, talleres informales que pueden emplazarse en instituciones educativas en los cuales sujetos de todas profesiones y edades a quienes les gusta crear objetos se reúnen para diseñar y concebir productos en un contexto en el que abunda la colaboración. Uno de los equipamientos que pueden encontrarse en estos talleres son las impresoras 3D, a las cuales se ofrece un acceso comunitario y cooperativo.

A su vez, el uso de impresoras 3D en las aulas potencia el STEAM, acrónimo inglés que corresponde a las asignaturas españolas de Ciencias Naturales, Tecnología y Matemáticas, que constituye una prioridad y objetivo fundamental en los currículos de Estados Unidos, Reino Unido y Finlandia, además de la Unión Europea y diversos organismos internacionales. Por esa razón, se cree que en los próximos años las impresoras 3D pasarán a ser tan imprescindibles como el mobiliario en las aulas.

Por lo que respecta a las ventajas del uso de las impresoras en los centros, hay que tener en cuenta que son numerosas, ya que esta tecnología estimula la creatividad, la capacidad de resolver problemas (en el proceso de transformación de la idea en un producto final los alumnos deberán equivocarse y rectificar), se genera un ambiente muy participativo en el aula (los alumnos exploran la impresión 3D de manera lúdica y conjunta), se produce un aumento de su motivación, se promueve el trabajo interdisciplinar (muchos de los procesos de impresión se prestan a la realización de actividades donde intervienen varias

materias), facilita el papel del docente (en las asignaturas de tecnología, ciencias, y matemáticas la impresión 3D actúa como medio para hacer llegar de una forma más “tangible” o “llana” los conceptos abstractos y complejos de entender), así como también promueve el trabajo cooperativo y por proyectos.

Considerando los beneficios anteriormente expuestos, muchos centros docentes han adquirido impresoras 3D para introducirlas en asignaturas diversas de sus currículos. Por ende, existen numerosos proyectos realizados en el Estado Español que se basan en esta nueva manifestación del progreso tecnológico. Ejemplos de lo anterior son el proyecto “Dando forma al medievo”, de los alumnos de 4º de ESO del Colegio San José de Reinosa, en Reinosa, en el cual se les facilitó un listado donde constaban los elementos arquitectónicos para diseñar en 3D, el proyecto solidario “Ayudando en 3 dimensiones” del CEIP Nuestra Señora de Piedad, en Herrera de Pisuerga, en el que los alumnos construyeron e imprimieron prótesis en 3D para personas sin recursos en Kenia, y el proyecto “Robomatic” del Colegio San Gregorio, en Palencia, donde lograron construir un coche aplicando el diseño 3D. De igual modo, existen muchos otros proyectos basados en la aplicación de la impresión 3D en las distintas áreas o materias de conocimiento, como por ejemplo la construcción de las distintas partes de un volcán, mapas con relieve, puzzles de municipios, etc. en el ámbito de la geografía e historia; los cuerpos geométricos o el diseño de viviendas unifamiliares en base a los planos del catastro en el campo de las matemáticas y el dibujo técnico; la pirámide de alimentación, la estructura del ADN, modelos de aerogeneradores, maquetas donde se aprecien las distintas capas de la tierra, del sistema solar o incluso de las diferentes etapas del embrión tras la fecundación en el ámbito científico y tecnológico; hasta la creación de instrumentos de viento o arpas para estudiar el sonido en el campo musical.

En conclusión, todo lo expuesto con anterioridad evidencia la necesidad de aprovechar las oportunidades que ofrece la impresión 3D en el universo educativo y poder destruir, de este modo, la invisible frontera pedagógica que existe entre las impresoras 3D y las aulas. El hecho de mostrar y familiarizar a los alumnos con las mismas es una apuesta segura para prepararlos para el futuro, de modo que los docentes no deben mostrarse dubitativos, reacios o indecisos en cuanto al aprendizaje, dominio, uso y aplicación de esta nueva tecnología en sus materias.

## 5. Diseño y desarrollo del proyecto

### 5.1. Definición del proyecto

El proyecto de innovación educativa consistirá en la aplicación de la impresión 3D en el aprendizaje basado en proyectos con el objetivo de incrementar la motivación en el alumnado y facilitarles la comprensión de los distintos tipos de mecanismos mejorando de esta forma el proceso de enseñanza y aprendizaje. El proyecto de innovación se va a desarrollar dentro del bloque 4 Estructuras, sistemas mecánicos y eléctricos de la asignatura de Tecnología en el 3er curso de la ESO. Se van a trabajar los contenidos referentes a máquinas i movimientos trabajando los mecanismos de transmisión compuesta y transformación de movimiento, teniendo que incorporar algún pequeño sistema eléctrico.

### 5.2. Objetivos curriculares

Los objetivos de etapa que se van a trabajar específicamente en el desarrollo del proyecto son:

- Obj.TC.1. Abordar con autonomía y creatividad, individualmente y en grupo, problemas tecnológicos trabajando de forma ordenada y metódica para estudiar, recopilar y seleccionar información procedente de distintas fuentes, elaborar la documentación pertinente, concebir, diseñar, planificar y construir objetos o sistemas que resuelvan el problema estudiado y evaluar su idoneidad.
- 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.6. Transmitir con precisión conocimientos e ideas sobre procesos o productos tecnológicos concretos, utilizando e interpretando adecuadamente vocabulario, símbolos y formas de expresión propias del lenguaje tecnológico.
- Obj.TC.7. Actuar con autonomía, confianza y seguridad y utilizar los protocolos de actuación apropiados al inspeccionar, manipular e intervenir en máquinas, sistemas y procesos técnicos para comprender su funcionamiento, sensibilizando al alumnado de la importancia de la identificación de los riesgos para la seguridad y la salud en el trabajo.
- Obj.TC.8. Buscar, seleccionar, comprender y relacionar la información obtenida de fuentes diversas, incluida la que proporciona el entorno físico y social, los medios de comunicación y las Tecnologías de la Información y la Comunicación, tratarla de acuerdo con el fin perseguido y comunicarla a los demás, de forma oral y escrita, de manera organizada e inteligible.

- Obj.TC.9. Potenciar actitudes flexibles y responsables en el trabajo en equipo y de relación interpersonal, en la toma de decisiones, ejecución de tareas, búsqueda de soluciones y toma de iniciativas o acciones emprendedoras, valorando la importancia de trabajar como miembro de un equipo en la resolución de problemas tecnológicos, asumiendo responsabilidades individuales en la ejecución de las tareas encomendadas con actitud de cooperación, tolerancia y solidaridad.

### 5.3. Competencias Clave

Mediante las diferentes actividades y metodologías empleadas, se van a trabajar las competencias clave de:

- Competencia en comunicación lingüística

Mediante la planificación de debates, exposiciones orales, trabajo cooperativo y realización de una memoria escrita se va a preparar al alumnado para expresar ideas e interactuar con otras personas de forma clara y ordenada, tanto de forma oral como escrita.

- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología

Mediante la aplicación de la metodología de trabajo por proyectos se va a conducir al alumnado hacia la aplicación del razonamiento matemático para resolver problemas cotidianos aplicando los conocimientos necesarios para dar respuesta a las necesidades humanas.

- Competencia digital

El uso de las TIC es la base fundamental de este proyecto. Se va a guiar al alumnado hacia el buen uso de estas tecnologías desde dos enfoques distintos, en primer lugar, será el docente quien les va a inculcar el pensamiento crítico necesario para la selección de la información web disponible, y en segundo lugar mediante la utilización de la metodología Jigsaw 2 serán ellos mismos los que tengan la oportunidad de aprender entre iguales.

- Competencia Aprender a aprender

Esta es una de las principales competencias a las que da importancia la LOMCE ya que será el alumno el que desarrolle su capacidad para iniciar el aprendizaje, organizar sus tareas y tiempo trabajando tanto de forma individual como colaborativa para conseguir el objetivo de su proyecto, crear un mecanismo.

- Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor

Esta competencia implica las habilidades necesarias para convertir las ideas en actos, como la creatividad o las capacidades para planificar y gestionar proyectos.

#### 5.4. Actividades

Para la adquisición de todos los objetivos y competencias curriculares necesarias en el bloque 4 Estructuras, sistemas mecánicos y eléctricos de la asignatura de Tecnología en el 3er curso de la ESO se han diseñado un conjunto de actividades, categorizadas según actividades de iniciación, actividades de desarrollo y actividades de terminación. A continuación, se muestra una tabla resumen de las competencias clave y los objetivos de etapa que se pretenden trabajar en cada actividad:

Tipo de actividad	Actividades propuestas	Competencias clave	Objetivos de etapa
Actividades de preparación-iniciación	Búsqueda de información	CD-CAA	Obj.TC.8 Obj.TC.3.
	Debate entre expertos	CCL	Obj.TC.8. Obj.TC.9.
	Presentación individual	CAA-CD-SIE	Obj.TC.8. Obj.TC.6.
Actividades de realización-desarrollo	Selección y diseño del mecanismo	CCL-CAA-CD-CMCT	Obj.TC.1. Obj.TC.3. Obj.TC.9.
	Fabricación del mecanismo	CCL-CAA-CD-CMCT-SIE	Obj.TC.1. Obj.TC.7. Obj.TC.3. Obj.TC.9.
Actividades de finalización	Elaboración de la memoria	CD-CCL	Obj.TC.6- Obj.TC.1. Obj.TC.3. Obj.TC.9.
	Presentación grupal	CD-CCL	Obj.TC.6 Obj.TC.9.

Tabla 1. Objetivos y competencias clave trabajadas en cada actividad.

### 5.5. Metodología y temporalización

La presente propuesta metodológica se va a desarrollar en el último trimestre, concretamente después de la realización de la unidad didáctica de estructuras y se pretende que a través de la utilización de las impresoras 3D y el aprendizaje basado en proyectos se incremente la motivación de los alumnos y mejorar de esta forma el proceso de enseñanza-aprendizaje mostrando a los estudiantes que de manera colaborativa y partiendo de unos conocimientos iniciales básicos se puede llegar la consecución de un proyecto colaborativo. La metodología que se va a emplear en el proyecto de innovación estará fundamentada en el aprendizaje basado en proyectos aplicando la metodología Jigsaw II y las competencias STEAM, haciendo uso de las tecnologías de la información y la comunicación y de la impresión 3D.

A cada grupo se le va a encomendar la fabricación de un mecanismo en base a tres requisitos:

- Que una de las partes que compongan el mecanismo este fabricada mediante la impresión 3D.
- Que se usen 3 materiales distintos y reciclados en el mecanismo.
- Que el mecanismo incorpore algún componente eléctrico (Motor, luz led, sensor...).

Para facilitar-les la tarea, se propondrán distintos ejemplos de mecanismos que han sido creados con anterioridad mediante la impresión 3D y se les mostrara su funcionamiento.

En primer lugar, se formarán grupos de 4 alumnos en los que habrá expertos, un experto en mecanismos, un experto en materiales, un experto en impresión 3D y un último experto en electricidad. En las primeras sesiones los alumnos deberán buscar individualmente información sobre su área encomendada partiendo de unos conocimientos iniciales que se les proporcionaran y, posteriormente la comentaran con el resto de compañeros que también son expertos en la materia, pudiendo de esta forma tener un feedback de si la información que han encontrado es similar a la que han obtenido sus compañeros. A continuación, cada experto deberá preparar una pequeña presentación para compartir con el resto de compañeros del grupo de trabajo los conocimientos que han obtenido, pudiendo de esta forma decidir conjuntamente el tipo de mecanismo que se va a fabricar, con que materiales se va a fabricar y que componente eléctrico se va a incorporar en el diseño. Para esto se propondrán además distintos roles a cada miembro del grupo como por ejemplo, un estudiante será el encargado de regular los turnos de palabra (Rol de moderador), otro será el encargado de recopilar todo lo que se vaya comentando en el

debate (Rol de apuntador), otro estudiante puede ser el portavoz del grupo para hacer las preguntas al profesor a lo largo de todo el proyecto (Rol de portavoz) y por último habrá un estudiante encargado de la gestión del tiempo y planificación de las actividades (Rol de organizador).

De esta forma, cada estudiante asume dos tipos de responsabilidad, la primera derivada de la aplicación de la metodología Jigsaw 2 convirtiéndose en experto sobre un área concreta, y en segundo lugar asume un rol dentro del grupo de trabajo durante todo el proyecto.

Una vez tengan decididos todos los aspectos de su mecanismo se procederá a su construcción en el taller de tecnología del centro donde dispondrán de distintos materiales reciclados (maderas, cartones, plásticos, latas de aluminio...). Para el diseño de la pieza que se va a imprimir en 3D se reservará una sesión mediante la cual el docente les mostrará los aspectos básicos del diseño en 3D mediante el software FreeCad y les ayudará individualmente en el diseño de su pieza.

Una vez finalizada la construcción, los grupos deberán elaborar una memoria de máximo 10 páginas, explicando el mecanismo que han fabricado, que materiales han usado y una breve explicación de los problemas que se han ido encontrando en el desarrollo del proyecto y como los han solucionado incorporando algún plano o esquema representativo del mecanismo. Por último, realizaran una pequeña presentación frente a todos los grupos en la que se expongan todos los aspectos detallados en la memoria y se deberá mostrar el funcionamiento del mecanismo fabricado.

#### 5.5.1. Cronograma de trabajo

Sesiones	Actividades	Metodología	Distribución del alumnado	Instrumentos de evaluación
1ª Sesión (45 min)	Explicación del proyecto que deberán llevar a cabo. (15 min)  Formación de los grupos de trabajo	Breve introducción a la impresión 3D y explicación del proyecto que deben llevar a cabo detallando los instrumentos y mecanismos de la evaluación.  El docente formara grupos de 4 personas y los alumnos deberán	Desarrollo de la clase de forma conjunta.	Observaciones en el aula y anotaciones.

	y asignación de expertos. (5 min)	elegir ser expertos en una de las cuatro temáticas planteadas.		
	Búsqueda de información. (25 min)	Los alumnos deberán realizar una búsqueda de información sobre la temática que han escogido.	Trabajo individual	
2ª Sesión (45 min)	Búsqueda de información (10 min)	Los alumnos deberán finalizar la búsqueda de información.	Trabajo individual	
	Agrupación por expertos e intercambio de información, debate. (15 min)	El alumnado se agrupará por expertos y compartirán y debatirán entre iguales la información que han encontrado.	Trabajo cooperativo en grupos de expertos.	Observaciones en el aula y anotaciones.
	Preparación de la presentación de cada experto. (20 min)	Cada alumno preparará una pequeña presentación para explicar a su grupo la información que ha encontrado sobre su temática.	Trabajo individual	
3ª Sesión (45 min)	Finalización de la preparación de la presentación de cada experto. (10 min)	Los alumnos deberán finalizar la preparación de la exposición.	Trabajo individual	Observaciones en el aula y anotaciones.
	Exposición por expertos de la presentación en el grupo del proyecto. (35 min).	Cada experto explicará a los compañeros del grupo la información que ha encontrado, basándose en la presentación que ha realizado con anterioridad.	Trabajo cooperativo en grupos de trabajo,	Puntuación de la presentación realizada y observaciones en el aula y anotaciones.
4ª Sesión (45 min)	Selección del mecanismo por parte de los grupos.	Los grupos deberán debatir sobre el mecanismo que van a fabricar, con qué materiales van a hacerlo y qué elemento eléctrico van a incorporar en su diseño.	Trabajo cooperativo en grupos de trabajo.	Observaciones en el aula y anotaciones.
5ª Sesión (90 min)	Fabricación del mecanismo.	Desarrollo de la sesión en el taller de tecnología. Los alumnos empezaran la	Trabajo cooperativo en grupos de trabajo.	Observaciones en el aula y anotaciones.

		fabricación de su mecanismo.		
6ª Sesión (90 min)	Introducción al software de diseño 3D FreeCAD. (40 min)	Desarrollo de la sesión en el aula de informática donde el docente les explicará las funciones principales del software, trabajando conjuntamente en algún ejemplo.	Desarrollo de la clase de forma conjunta. En esta actividad cada alumno dispondrá de un ordenador.	Entrega individual de la pieza ejemplo realizada conjuntamente con la ayuda del docente.
	Diseño de la pieza del mecanismo que va a ser impresa en 3D. (50 min)	Los grupos del proyecto realizarán el diseño de la pieza del mecanismo mediante el software FreeCAD.	Trabajo cooperativo en grupos trabajo.	Observaciones en el aula y anotaciones.
7ª Sesión (90 min)	Experimentación con la impresión 3D.	El docente les mostrará el funcionamiento de la impresora 3D, y se empezará la impresión de las distintas piezas de los mecanismos	Desarrollo de la clase de forma conjunta.	Observaciones en el aula y anotaciones.
	Finalización del mecanismo.	Desarrollo de la sesión en el taller de tecnología. Los alumnos finalizaran la fabricación de su mecanismo.	Trabajo cooperativo en grupos de trabajo.	
8ª Sesión (90 min)	Elaboración de la memoria del proyecto.	Los grupos deberán trabajar cooperativamente para elaborar la memoria del proyecto.	Trabajo cooperativo en grupos de trabajo.	Observaciones en el aula y anotaciones. Rúbrica de evaluación de la memoria del proyecto.
9ª Sesión (45 min)	Presentación del proyecto.	Los grupos de trabajo expondrán su proyecto frente a sus compañeros.	Desarrollo de la clase de forma conjunta.	Rúbrica de evaluación de la presentación del proyecto. Rúbrica de evaluación del mecanismo.

*Tabla 2. Temporalización propuesta para el desarrollo del proyecto de innovación*

Tal y como se ha detallado en el cronograma de trabajo expuesto, se han planificado un conjunto de actividades siguiendo en todo momento el marco teórico expuesto y de esta forma poder lograr los objetivos definidos para este proyecto de innovación educativa. Para la evaluación del nivel de logro de los objetivos de aprendizaje se van a emplear tres mecanismos de evaluación: la autoevaluación, la evaluación entre iguales y la heteroevaluación.

La memoria que va a realizar cada grupo será evaluada por el profesor mediante la rúbrica de evaluación de la memoria del proyecto. La presentación del proyecto y la evaluación del mecanismo va a ser evaluada por el profesor (heteroevaluación), entre iguales y se va a realizar también una autoevaluación mediante la rúbrica de evaluación de la presentación del proyecto (La misma rúbrica para los tres tipos de evaluación propuestas) y la rúbrica de evaluación del mecanismo. (La misma rúbrica para los tres tipos de evaluación propuestas) respectivamente. Los instrumentos de evaluación propuestos se resumen en la siguiente tabla resumen:

Instrumento de evaluación	Agente implicado en el proceso de evaluación	Ponderación	
Seguimiento del proyecto	Heteroevaluación	10%	
Rúbrica de evaluación del proyecto.	Heteroevaluación	30%	
Rúbrica de evaluación de la presentación del proyecto	Autoevaluación	5%	30%
	Evaluación entre iguales	10%	
	Heteroevaluación	15%	
Rúbrica de evaluación del mecanismo	Autoevaluación	10%	30%
	Evaluación entre iguales	5%	
	Heteroevaluación	15%	

*Tabla 3. Tabla resumen de los instrumentos de evaluación de los objetivos de aprendizaje.*

Las rúbricas de evaluación se pueden consultar en el anexo I del proyecto.

Tal y como se ha expuesto con anterioridad el uso de este tipo de evaluación junto con la innovación educativa propuesta pretendía incrementar la motivación del alumnado y que en consecuencia se mejorase el proceso de enseñanza y aprendizaje al hacerle tanto gestor de su propio aprendizaje como partícipe en el proceso de evaluación. Es necesario

destacar que, aunque el alumnado asuma esta responsabilidad es el docente quien no deba actuar únicamente como un elemento transmisor de conocimiento, sino que debe convertirse en un elemento facilitador y planificador del aprendizaje estimulando y acompañando al alumnado en todo este proceso.

### 5.6. Recursos necesarios

En este apartado se estudiarán todos los recursos necesarios para la implementación del proyecto de innovación educativa en el centro, detallando el coste económico que supondría adquirir todos los que actualmente no están disponibles en el centro.

#### 1- Impresora 3D (3400€)

En la actualidad existen muchas gamas de impresoras 3D las cuales se diferencian principalmente por su relación precio-calidad de impresión. Teniendo en cuenta que la impresora no va a ser usada únicamente por el personal docente y haciendo un análisis de su implantación global en el centro, se ha optado por la impresora *XYZ DaVinci Color* debido a su perímetro de seguridad, el cual impedirá que el alumnado sufra algún tipo de daño (quemaduras, cortes, atrapamiento) y a su buena relación calidad-precio.



Ilustración 1. Impresora 3D propuesta para el proyecto modelo *XYZ DaVinci Color*

Fuente: <https://www.xyzprinting.com>

#### 2- Filamento de impresión 3D (2x40€=80€)

El filamento de impresión es el material que se utiliza en la impresora 3D para la fabricación de piezas. El material más utilizado es el plástico PLA debido a su bajo punto de fusión y baja producción de gases tóxicos.

#### 3- Proyector

Se trata de un recurso material del cual el centro dispone en la actualidad, ya que constituye un apoyo fundamental para los docentes facilitando el uso de las TIC en el aula.

#### 4- Taller de tecnología

El taller de tecnología es el espacio donde se va a desarrollar la mayor parte del proyecto en el cual los alumnos dispondrán de todas las herramientas y espacios necesarios para la realización de su mecanismo de forma tangible. Debido a la rápida aparición de nuevas tecnologías en la actualidad muchos centros están experimentando nuevos modelos de formación y nuevas opciones para aprender de una forma mucho más interactiva, entre las cuales destaca la implementación de la cultura Maker en la educación que permite a los centros impulsar un aprendizaje activo y práctico en el aula fomentando el pensamiento lógico y la experimentación en el alumnado.

Un ejemplo de esto es la aparición de los Makerspaces educativos que se constituyen como espacios físicos en los que los alumnos se reúnen para compartir recursos y conocimientos colaborando con la finalidad de elaborar productos. Se trata de un espacio multidisciplinar que también sería útil para la implementación de este proyecto de innovación educativa, ya que la tecnología de impresión 3D se encuentra ampliamente extendida en este tipo de espacios.

En la actualidad el centro dispone de un taller de tecnología con todas las herramientas necesarias para este proyecto, pero en un futuro se ha planteado la posibilidad de transformar una parte de este en un MakerSpace, hecho que no impediría la implementación de este proyecto.



*Ilustración 2. Ejemplo de un MakerSpace educativo.*

Fuente: <https://universoabierto.org/2017/09/13/planificacion-y-diseno-de-un-makerspace/>

## 5- Materiales reciclados

Los materiales reciclados que se les proporcionara al alumnado para la realización del proyecto provendrán de los resididos de las pequeñas industrias y comercios de

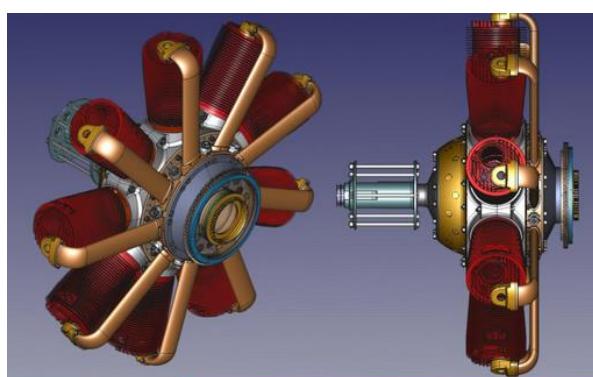
proximidad al centro reduciendo de esta forma el coste económico del proyecto y fomentando la cultura ecológica de las tres R's (Reducir, Reutilizar, Reciclar).

#### 6- Aula de informática

El aula de informática será un espacio necesario para la realización del diseño de la parte del mecanismo que va a imprimirse en 3D mediante un software de diseño paramétrico. El número de ordenadores necesarios para la correcta evolución de este proyecto debería ser igual al número de alumnos implicados en el proyecto. En caso que esto no pudiera ser posible se podría adaptar la metodología para que únicamente fuera necesario un ordenador por grupo de trabajo, ampliando eso si la temporalización prevista en este espacio y así garantir la adquisición de todos los conocimientos i aptitudes planificadas para esta parte del proyecto.

#### 7- Software de diseño paramétrico en 3D (FreeCAD)

El software de diseño paramétrico en 3D se constituye como uno de los mecanismos que proporcionaran al alumnado la posibilidad de transformar una idea a un objeto tangible mediante la impresión 3D. Actualmente existen una gran variedad de programas de diseño paramétrico y se ha optado por el software FreeCAD debido a que permite la realización de gran variedad de geometrías de forma bastante intuitiva constituyéndose como un software gratuito, hecho que permitiría al alumnado descargarse-lo en su ordenador personal y en caso que les gustase el diseño en 3D poder-lo usar por su cuenta en un futuro.



*Ilustración 3. Ejemplo de motor mediante el diseño asistido por ordenador con el software FreeCAD.*

En definitiva, la implementación del proyecto de innovación educativa en el centro tendría un coste total de implantación de 3480€. Cabe destacar que el centro actualmente está valorando la adquisición de una impresora 3D, de modo que si llegase a

materializarse dicha adquisición el coste de la implementación del proyecto descendería a 80€.

## 6. Criterios e instrumentos de evaluación del nivel de logro de los objetivos del proyecto

La evaluación del proyecto constará de dos valoraciones. En primer lugar, el propio docente a cargo evaluará los efectos de la implementación del mismo mediante la comparativa de las calificaciones obtenidas por los estudiantes en la misma unidad didáctica en el curso anterior con las obtenidas en el presente curso tras la realización del proyecto. Simultáneamente la observación sistemática también le permitirá enumerar las mejoras a realizar en vista a las futuras implantaciones de este proyecto en distintos cursos. En segundo lugar, los alumnos también manifestarán la opinión que les ha merecido la experiencia de realizar un proyecto multidisciplinar mediante el uso de distintos materiales, así como una valoración sobre la experiencia en la utilización de la impresora 3D en el aula como herramienta útil para la comprensión de los distintos tipos de mecanismos y su aplicación en la vida cotidiana.

Para llevar a cabo ambas valoraciones, se utilizarán dos rubricas, una para el alumnado participante en el proyecto de innovación y otra para la evaluación docente, pudiéndose consultar en el anexo I del presente proyecto.

## 7. Conclusiones

A lo largo del proyecto de innovación educativa propuesto se ha tratado de encontrar una solución al problema más común que afecta a las aulas de Secundaria, la falta de motivación y perdida de interés por parte de los alumnos mediante la aplicación de una metodología activa en la que el alumno se convierte tanto en autogestor de su aprendizaje como un elemento indispensable en el proceso de evaluación. Concretamente se han diseñado un conjunto de actividades y metodologías basadas en un marco de referencia sólido, analizando además experiencias similares que se han llevado a cabo en otros centros educativos.

Para la consecución de los objetivos planteados se ha programado un aprendizaje basado en proyectos mediante el uso de la metodología JigSaw II la cual permite obtener un mayor desarrollo del trabajo cooperativo y de las habilidades comunicativas. Es importante tener en cuenta que esta técnica ha sido implementada con resultados positivos en grupos de distintos niveles y estilos de aprendizaje, ya que se ha demostrado que incrementa la motivación, el rendimiento académico, los niveles de autoeficacia, las relaciones grupales y se desarrollan habilidades sociales y comunicativas (Martínez y Gómez, 2010). Cómo elemento de apoyo a esta metodología se ha utilizado una herramienta innovadora que permite acercar al alumnado a las nuevas tecnologías, fomentando aprendizajes significativos en base a la experimentación, aumentando su motivación y haciéndoles mejorar sus resultados educativos a la vez que se divierten, experimentan y aprenden, generando en ellos un deseo de seguir adquiriendo conocimientos que ellos mismos saben que les van a servir, ya no solo para la actualidad, sino para un futuro próximo tanto personal como laboral. (Sánchez et al., 2016).

Siendo consciente de que para poder evaluar el éxito del proyecto es necesario poner en práctica la metodología propuesta y en base a todo lo expuesto con anterioridad, se está en condiciones de afirmar que el uso del aprendizaje basado en proyectos apoyado por la impresión 3D como recurso educativo, podrá brindar una oportunidad de innovar y de ofrecer una gran variedad de metodologías y actividades, pudiendo incrementar de esta forma el interés y motivación de los estudiantes, despertándoles el interés por las nuevas tecnologías a la vez que se mejora la cohesión grupal entre iguales.

Por último, también se hace necesario exponer las limitaciones que existen en la implementación de este proyecto en el aula. Estas han sido agrupadas en dos categorías: Económicas y Docentes.

Las limitaciones económicas en la implementación de este proyecto radican principalmente en la impresión 3D. Tal y como se ha detallado en el apartado 4.6 Recursos y Materiales necesarios, el coste de la impresión 3D es en la actualidad elevado hecho que dificulta su implantación en los centros con menor presupuesto. Como propuesta de solución a esta problemática se propone la organización de una salida a una industria que use esta técnica de fabricación, mediante la cual los estudiantes puedan observar su funcionamiento y, además, en caso que sea posible se podrían mandar a fabricar las partes del mecanismo impreso en 3D a un organismo externo, ya que tal y como se ha expuesto, el coste de fabricación de pequeñas unidades no es muy elevado. En lo referente a las limitaciones docentes que se observan, estas se deben a que no todos los docentes conocen en detalle el funcionamiento de la impresión 3D y deberían formarse previa realización del proyecto dificultando de esta forma su puesta en práctica, al requerirle al docente un esfuerzo extra.

A pesar de estos dos factores, la impresión 3D se está incorporando progresivamente en los centros educativos y se prevé que, en un futuro próximo, la mayoría de centros incorporen esta técnica innovadora, lo que permitiría tanto la puesta en práctica de este proyecto como el desarrollo de futuros con el objetivo de mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje del alumnado mediante el uso de metodologías activas y el fomento del aprender haciendo.

## 8. Referencias

- Abbott, J., Ryan, T. (2001). Constructing knowledge and shaping brains. *HOW Journal*, 9(1), 9-13.
- Aronson, E., Patnoe, S. (1997). The Jigsaw Classroom: building cooperation in the classroom. Editorial Longman.
- Ausubel, D. (1976). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Editorial Trillas.
- Baeten, M., Dochy, F., y Struyven, K. (2013). The effects of different learning environments on students' motivation for learning and their achievement. *British Journal of Educational Psychology*, 83(3), 484–501. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.2012.02076.x>
- Becker, A., Freeman, A., Hall, C., Cummins, M. y Yuhnke, B. (2016). *NMC/CoSN horizon report: 2016*. The New Media Consortium. 1-52.
- Bergadà, N. (2015). 15 avantatges indiscutibles de treballar per projectes. Sant Julià de Vilatorta, Osona, Cataluña. <https://natibergada.cat/treball-per-projectes/>
- Clarke, J. (1994). *Pieces of the puzzle: The jigsaw method*. Editorial Greenwood Press.
- Collazos, C., Guerrero, L., y Vergara, A. (2001). Aprendizaje Colaborativo: un cambio en el rol del profesor. *Proceedings of the 3rd Workshop on Education on Computing*.
- Delors, J. (1996). Educación: hay un tesoro escondido dentro. Informe para la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la educación en el Siglo XXI. Ediciones UNESCO. Web de la UNESCO: <http://unescocat.org/2018/10/10/educacio-hi-ha-un-tresor-amagat-a-dins-1996/>
- Dornyei, Z. (2001). Motivational Strategies in the Language Classroom. Cambridge University Press: <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9780511667343>
- Johnson, D. W., Johnson, R. T. y Holubec, E. J. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Editorial Paidós.
- Keller, J. M. (2009). *Motivational design for learning and performance: The ARCS model approach*. Editorial Springer.
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de maig, de Educación (LOE). Boletín Oficial del Estado.

Madrid, 4 de mayo de 2006, núm. 106, pp. 17158- 17207

Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE). Boletín Oficial del Estado. Madrid, 10 de diciembre de 2013, núm. 295, pp. 97858- 97921

Martínez, J., Gómez, F. (2010). La técnica puzzle de Aronson: descripción y desarrollo. En Arnaiz, P.; Hurtado, Mª.D. y Soto, F.J. (Coords.) *25 Años de Integración Escolar en España: Tecnología e Inclusión en el ámbito educativo, laboral y comunitario*.

Pastor, R. (2019). 3D Printing Curricula Accelerate the Next Generation of Innovators. Ed Tech Magazine. <https://edtechmagazine.com/higher/article/2019/05/3d-printing-curricula-accelerate-next-generation-innovators>

Pujolàs, P. (2008). La calidad en los equipos de aprendizaje cooperativo. Algunas consideraciones para el cálculo del grado de cooperatividad. *Revista española de educación* nº349. *Portal español de Educación y FP* <http://www.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:5f193af2-b80c-4161-86f41bf2cf9d8d13/re34911-pdf.pdf>

Sanmartí, N., Alimenti, G. (2004). La evaluación refleja el modelo didáctico: análisis de las actividades de evaluación planteadas en las clases de química. *Revista Educación Química* 15(2), 120- 128. Pontificia Universidad Católica de Chile: [http://www7.uc.cl/sw\\_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/linea\\_investigacion/Evaluacion\\_IEV/IEV\\_002.pdf](http://www7.uc.cl/sw_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/linea_investigacion/Evaluacion_IEV/IEV_002.pdf)

Sivan, A. (2000). The Implementation of Peer Assessment: An action research. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice* 7(2). <https://doi.org/10.1080/713613328>

Thomas, J.W. (2000) A review of research on project-based learning. *The Autodesk Foundation*.

Torreguitart, L., Carballo-Marquez, A. (2016). Aprenent fent. *Monogràfic Neuroeducació* (86), 15-18.

Zabala, A. La pedagogía de proyectos. *Aula de innovación educativa*, (247), 12-18.

Sánchez, L., Ferrero, R., Conde, M. Á., Alfonso, J., (2016). Experiencia de aprendizaje basado en la implementación colaborativa de proyectos para el desarrollo de

competencias emprendedoras. En *XVIII Simposio Internacional de Informática Educativa SIIE 2016*, 109-114.

## 9. Annexo I

### Rubrica evaluación de la innovación por parte del alumnado

Objetivos	Deficiente	Suficiente	Correcto	Excelente	Observaciones
La utilización de la impresión 3D me ha facilitado la compresión de los distintos tipos de mecanismos.	Hubiera preferido leer únicamente el temario del libro y no realizar ningún proyecto.	Creo que la construcción del mecanismo no me ha ayudado a entender el funcionamiento del mecanismo. Un video me hubiera servido para entender cómo funciona el mecanismo.	El hecho de construir el mecanismo me ha ayudado mucho a entender el funcionamiento de estos. La impresión 3D no resultaba esencial, ya que no me ha motivado	El hecho de construir el mecanismo me ha ayudado mucho a entender el funcionamiento de estos. La impresión 3D me ha motivado en el proyecto	
Las actividades realizadas son acordes a la temporalización prevista	Hay muy poco tiempo para la realización de las distintas actividades planteadas.	En algunas actividades el tiempo de realización es demasiado corto	En la mayoría de actividades se ha podido realizar a tiempo lo que se pedía.	Hemos podido realizar lo que se pedía en todas las actividades con tiempo suficiente y sin prisa.	
Me gustaría que la impresión 3D tuviera mayor relevancia en la asignatura de tecnología	Creo que la impresión 3D distrae más que ayuda.	Creo que la impresión 3D resulta útil pero no necesaria en la asignatura.	Creo que la impresión 3D resultaría útil en la asignatura de tecnología	Creo que la impresión 3D terminará siendo lo que en la actualidad lo es un proyector.	
La evaluación que he realizado a mis compañeros se ciñe a lo observado en la presentación	He valorado a mis compañeros en función de si me caen bien o mal.	He valorado a mis compañeros de forma objetiva, pero si lo hacían mal les puntuaba bien igual.	He valorado a mis compañeros de forma objetiva, y si lo hacían mal les ponía menos nota, pero no la que se merecían.	He sido objetivo en la evaluación de mis compañeros	
La distribución de roles en el grupo ha ayudado a la organización del proyecto	No ha ayudado.	Nos ha ayudado pero lo hemos usado poco.	Nos ha costado respetar siempre los roles y a veces no lo hacíamos.	Hemos empleado los roles y respetando las distintas tareas asignadas.	
¿Qué opinas sobre la aplicación de la impresión 3D en el aula? ¿Qué aspectos mejorarías o cambiarías?					

### Rubrica evaluación de la innovación por parte del docente a cargo

Objetivos	Deficiente	Suficiente	Correcto	Excelente	Observaciones
He tenido dificultad para utilizar la impresión 3D	Me ha costado usar la impresión 3D en el aula y no todo ha salido según lo esperado.	He tenido dificultad para usar la impresión 3D en el aula, pero al final todo ha salido según lo esperado.	No me ha costado usar la impresión 3D en el aula. No todo ha salido según lo esperado.	No me ha costado usar la impresión 3D en el aula. Todo ha salido según lo esperado.	
Los alumnos han tenido dificultad para la construcción del mecanismo	Parte del alumnado no ha sido capaz de construir un mecanismo.	Al alumnado le ha costado construir el mecanismo más tiempo del inicialmente previsto	Se ha percibido alguna dificultad para la construcción del mecanismo	No se ha percibido ninguna dificultad para la construcción del mecanismo	
Los alumnos han estado motivados en todas las actividades desarrolladas	El alumnado no ha participado activamente en las actividades realizadas.	Parte del alumnado participaba activamente en las actividades realizadas.	El alumnado participaba activamente en parte de las actividades realizadas.	El alumnado participaba activamente en las actividades realizadas.	
Los alumnos han demostrado comprensión de los distintos tipos de mecanismos	No se han entendido los principales tipos de mecanismo.	Una pequeña parte del alumnado ha demostrado comprensión de los distintos tipos de mecanismos.	La mayoría de alumnado ha demostrado comprensión de los distintos tipos de mecanismos.	El alumnado ha demostrado comprensión de los distintos tipos de mecanismos.	
Las actividades realizadas son acordes a la temporalización prevista	Hay muy poco tiempo para la realización de las distintas actividades planteadas.	En algunas actividades el tiempo de realización es demasiado corto	En la mayoría de actividades se ha podido realizar a tiempo lo que se pedía.	Se ha podido realizar lo que se pedía en todas las actividades con tiempo suficiente y sin prisa.	
¿Cómo ha ido el proyecto? ¿Qué otros aspectos mejorarías o cambiarías?					

### Rubrica evaluación de la exposición del proyecto

Categoría	1 Insuficiente	2 Aprobado	3 Notable	4 Excelente	Observaciones
Contenido	Rectifica continuamente. El contenido expuesto es mínimo y no demuestra un conocimiento del tema.	Ha realizado algunas rectificaciones y en ocasiones duda. No demuestra un dominio del tema	Demuestra un buen entendimiento de partes del tema. Exposición fluida, comete pocos errores	Se nota un buen dominio del tema, no comete errores y no duda	
Organización de la información	La información es dispersa y contradictoria.	Se aprecia cierta dispersión en la organización de la información	La mayor parte de la información se organiza de forma clara y lógica.	La información está bien organizada de forma clara y ordenada.	
Exposición	Apenas usa recursos para mantener el interés del público.	Le cuesta conseguir o mantener el interés del público	Al principio resulta interesante pero luego se convierte en monótono. Tono de voz constante y sin interacción con el público.	Atrae la atención del público y se mantiene el interés durante toda la exposición	
Comunicación no verbal	Tiene mala postura y no establece contacto visual con los presentes. Muestra gran inseguridad.	Le cuesta mantener una buena postura y muestra inseguridad.	Tiene buena postura a lo largo de la presentación, pero en ocasiones se muestra inseguro.	Postura correcta demostrando seguridad en sí mismo.	
Tiempo	Excesivamente largo o insuficiente para desarrollar correctamente el tema.	Tiempo no ajustado al previsto. Exposición excesivamente corta.	Tiempo ajustado al previsto, pero con un final precipitado o alargado por falta de control de tiempo.	Tiempo ajustado al previsto con un final que retoma las principales ideas y redondea la exposición.	

Trabajo en equipo	Presentación demasiado individualista. No se aprecia la colaboración entre miembros. No todos los miembros exponen	La exposición muestra cierta planificación entre los miembros. Todos participan, pero no al mismo nivel.	Todos los miembros demuestran conocer la materia, pero hay diferentes tiempos de participación.	La exposición muestra planificación y trabajo en equipo en el cual todos han colaborado.	
-------------------	--	--	---	--	--

### Rubrica evaluación de la memoria del proyecto

Categoría	1 Insuficiente	2 Aprobado	3 Notable	4 Excelente	Observaciones
Portada e introducción	El proyecto no incluye ni una portada ni una introducción	El proyecto incluye una portada con todos los datos que requiere un trabajo, pero sin introducción	El proyecto incluye una portada con todos los datos que requiere el proyecto y tiene una breve introducción, pero no está escrita de forma clara y precisa.	El proyecto incluye una portada con todos los datos que requiere el proyecto y tiene una breve introducción escrita de forma clara y precisa.	
Contenido	El contenido expuesto es mínimo y no demuestra un conocimiento del tema.	No se demuestra un dominio del tema, pero incorpora todos los aspectos que se pedían.	Demuestra un buen entendimiento de partes del tema incorporando todos los aspectos que se pedían.	Se nota un buen dominio del tema. Incorpora planos y detalles técnicos del proyecto.	
Organización de la información	La información es dispersa y contradictoria.	Se aprecia cierta dispersión en la organización de la información	La mayor parte de la información se organiza de forma clara y lógica.	La información está bien organizada de forma clara y ordenada.	
Trabajo en equipo	No se hace mención a los problemas durante la realización del mecanismo.	Se menciona algún problema en la fabricación del proyecto de forma un poco despectiva.	Se mencionan los distintos problemas que han tenido en el proyecto. Se aprecia que todos los alumnos han participado en el.	Se mencionan los problemas que han tenido de forma detallada, y se expone de forma clara la solución que han encontrado.	

Rubrica evaluación del mecanismo

Categoría	1 Insuficiente	2 Aprobado	3 Notable	4 Excelente	Observaciones
Funcionamiento	El mecanismo no se ha podido terminar, por ende, no se ha podido observar su funcionamiento.	El mecanismo ha podido ser terminado pero no funciona correctamente.	El mecanismo ha podido ser terminado y funciona correctamente.	El mecanismo ha podido ser terminado y funciona correctamente. Se han expuesto ejemplos de elementos que incorporan este mecanismo	
Materiales utilizados	No se han utilizado los materiales requeridos para este proyecto.	Se han utilizado los materiales necesarios para este proyecto pero no son reciclables.	Se han utilizado los materiales necesarios para este proyecto y son reciclables.	Han empleado una gran variedad de materiales en este proyecto. Más allá de los mínimos que se pedían.	
Planos	No se han aportado planos.	Los planos que se han aportado reflejan el mecanismo pero sin mucho detalle.	Los planos que se han aportado reflejan el mecanismo con cierto detalle.	Los planos que se han aportado reflejan el mecanismo de forma precisa.	