



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Título

Proyecto Intercentros de Formación Profesional: célula robótica para impresión 3D dentro del ámbito de la Industria 4.0

Autor/es

Marcos Pascual Martínez

Director/es

JAVIER BRETÓN RODRÍGUEZ

Facultad

Escuela de Máster y Doctorado de la Universidad de La Rioja

Titulación

Máster Universitario de Profesorado, especialidad Tecnología

Departamento

INGENIERÍA MECÁNICA

Curso académico

2022-23



Proyecto Intercentros de Formación Profesional: célula robótica para impresión 3D dentro del ámbito de la Industria 4.0, de Marcos Pascual Martínez (publicada por la Universidad de La Rioja) se difunde bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported. Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los titulares del copyright.

Trabajo de Fin de Máster

**Proyecto intercentros de Formación Profesional:
célula robótica para impresión 3D dentro del
ámbito de la Industria 4.0**

**Inter-School Vocational Training Project: Robotic
Cell for 3D Printing within the Scope of Industry
4.0.**

Autor : *Pascual Martínez Marcos*

Tutor: Bretón Rodríguez Javier

**MÁSTER:
Profesorado, Tecnología**

Escuela de Máster y Doctorado



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

AÑO ACADÉMICO: 2022/2023

ÍNDICE

1.	Resumen.....	1
2.	Introducción y justificación:	3
3.	Objetivos	5
4.	Marco teórico	7
4.1	Proyectos intercentros	7
4.2	Entornos multidisciplinares	8
4.3	Aprendizaje basado en proyectos. ABP.....	9
5.	Estado de la cuestión	13
5.1	Ciclos formativos.....	13
5.2	Proyectos intercentros:	18
5.3	Industria 4.0	19
6.	Propuesta de intervención didáctica.....	21
6.1	Contextualización de la unidad de programación	21
6.2	Marco curricular Descripción del ciclo.....	22
6.2.1	Competencias generales.....	22
6.2.2	Competencias profesionales, sociales y personales	22
6.3	Objetivos	23
6.4	Resultados de aprendizaje y Criterios de evaluación:	23
6.4.1	Técnicas de Fabricación Mecánica	23
6.4.2	Automatización de la Fabricación.....	24
6.5	Enunciado y documentación	25
6.6	Contenidos.....	26

6.6.1	Impresión 3D	26
6.6.2	Actuadores y montaje.....	29
6.7	Temporalización.....	30
6.7.1	Técnicas de fabricación mecánica	30
6.7.2	Automatización de la fabricación.....	31
6.7.3	Proyecto intercentros.....	35
6.8	Evaluación	37
7.	DISCUSIÓN	41
8.	CONCLUSIONES.....	43
9.	Referencias	45

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1: Evolución del alumnado matriculado en enseñanzas de Formación Profesional. (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2023)..... 14

Figura 2: Distribución porcentual del alumnado matriculado en Formación Profesional según sexo, por familia profesional. Curso 2021-2022..... 15

Figura 3: Distribución porcentual del alumnado evaluado en 5 y más módulos según el número de módulos superado, por enseñanza y sexo. Curso 2020-2021 (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2023) 16

Figura 4: Evolución de la tasa de desempleo por nivel educativo y sexo. (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2022) 17

Figura 5: Evolución de los ingresos laborales medios por nivel de formación (índice de ingresos con nivel de Educación Secundaria segunda etapa = 100) (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2022) 18

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Evolución del gasto medio por alumno según los niveles de la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (CINE). En euros y en

relación al PIB por habitante. (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2022)	16
Tabla 2: Rúbrica del grupo multidisciplinar	38
Tabla 3: Rúbrica del grupo del ciclo formativo de Programación de la Producción en Fabricación Mecánica.....	39
Tabla 4: Rúbrica del trabajo en equipo. (CEDEC Centro Nacional de Desarrollo Curricular en Sistemas No Propietarios)	40
Tabla 5: Rúbrica individual de cada alumno	40

1. RESUMEN

El siguiente Trabajo Fin de Máster presenta una propuesta de innovación educativa dentro del ámbito de la Industria 4.0 para el alumnado de Formación Profesional de ciclo superior. En el se propondrá un proyecto a realizar entre distintos ciclos formativos de diferentes centros educativos. De esta manera, se pretenden crear equipos interdisciplinares, que aproximen lo máximo posible a los alumnos al trabajo por proyectos de su futuro laboral. A estos grupos se les propondrá proyectar y realizar una célula robótica que se encargue de extraer la placa de impresión de una impresora 3D ubicada en el IES Comercio y que pueda ser controlada de manera remota desde cualquier otro centro participante. La metodología de trabajo en la que se basará este trabajo será el Aprendizaje Basado en Proyectos, ABP.

The following Master's degree Dissertation provides an educative innovation proposal within the Industry 4.0 field oriented towards the students of Vocational Training. In this dissertation a project to be implemented with students of different Vocational Training courses in different schools is presented. The aim of this is to create interdisciplinary teams that bring students close to task based learning within their work future as much as possible. These groups will be proposed to protect and make a robotic cell that extracts printing plates of the 3D printer located in Comercio Secondary School and that can be controlled remotely from any other school participating in the project. The work methodology of this project will be Task Based Learning.

2. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN:

Los últimos acontecimientos globales como la guerra de Ucrania, la pandemia del COVID-19 o la crisis por falta de componentes y materias primas ha provocado un replanteamiento de la reindustrialización por parte de la Unión Europea. Esta industrialización integra nuevos procesos y tecnologías como la robótica, impresión 3D y la interconectividad; todo ello lo podemos englobar dentro de la industria 4.0. Esto, añadido a los últimos cambios sociales, tecnológicos y económicos han provocado un cambio en la educación de manera que se adapte a todas estas situaciones. Así, es necesaria una educación que no se limite a la transmisión de conocimiento, sino que tenga como objetivo fomentar un enfoque crítico y facilitar el desarrollo de competencias como “aprender a aprender” tanto en alumnos como profesores. Estos han de ser capaces de adaptarse a los constantes cambios que acaecen y de orientarse profesional y personalmente en un mundo cambiante. Además, es imperativo que la educación se adapte a entornos multidisciplinares tal y como ocurre en el mundo laboral. De esta manera los alumnos podrán colaborar entre ellos para conseguir un objetivo común, analizar problemas desde distintos puntos de vista, respetar diferentes ideas y enfoques diversos y trabajar en equipo.

La motivación para la elección de este tema está plenamente relacionada con las prácticas del Máster de Formación del Profesorado y mi experiencia profesional. Realicé las prácticas en un centro de Educación Secundaria, Bachillerato y Formación Profesional y en él pude observar dos carencias de las que surge esta propuesta. Se trataba del ciclo formativo Técnico Superior en Desarrollo de Aplicaciones Multiplataforma y el módulo de Sistemas Informáticos donde no se impartían temas relacionados con la industria 4.0 y la interconectividad que ella exige. Además, en el instituto disponían de un aula ATECA (Aulas de Tecnología Aplicada) equipada con una impresora 3D, gafas de realidad virtual, kit Arduino y un robot educativo; no obstante, este aula estaba en desuso

Así, el presente trabajo se enmarca en la modalidad uno, propuesta de innovación educativa. Esta consiste en la creación de un proyecto intercentros de Formación Profesional, donde colaboren tres ciclos formativos superiores. Se

propone el diseño y puesta en marcha de una célula robótica, similar a las utilizadas en centros de mecanizado, en la que un brazo robótico extraiga una pieza impresa de una impresora 3D.

El trabajo se dividirá de la siguiente manera entre los ciclos formativos:

- En primer lugar, en el Grado superior en Programación de la Producción en Fabricación Mecánica se realizarán la pieza a extraer y la garra necesaria para extraer la pieza;
- el Grado superior en Automatización y robótica, por su parte, será el encargado del diseño y puesta en marcha del proceso de extracción con el brazo robótico y los elementos auxiliares que sean necesarios;
- por último, en el Grado superior en Administración de Sistemas Informáticos en Red se llevará a cabo la conectividad de los diferentes elementos como impresora, robot y de los equipos informáticos de los otros centros para controlar estas maquinarias de manera remota.

Para el desarrollo de la unidad didáctica me centraré, por una parte, los aspectos curriculares de la parte del grado de Programación de la Producción en Fabricación Mecánica en los módulos de Representación Gráfica en Fabricación Mecánica y Diseño de productos mecánicos. Por otra parte, se presentará el diseño de las dinámicas en grupo con el resto de los ciclos formativos para la consecución del proyecto.

3. OBJETIVOS

Con el desarrollo del presente trabajo se pretende satisfacer una serie de objetivos específicos y generales centrados en el alumno y en la mejora del sistema educativo. Todos ellos se encuentran enfocados al ámbito de la Formación Profesional y de la Industria 4.0., tratando de adaptar al alumnado y al sistema a los nuevos retos que enfrenta esta Industria 4.0.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Diseñar, configurar, montar y poner en marcha una célula de trabajo robótica, muy similar a la que se podrán encontrar los alumnos al finalizar sus estudios dentro del paradigma de la industria 4.0.
- Aprender, conocer y trabajar con tecnologías innovadoras.
- Desarrollar un proyecto llave en mano.

Los objetivos generales serían:

- Relación profesional de los alumnos en entornos multidisciplinares como los que se encontrarán en su entorno laboral en manera de diferentes departamentos.
- Mejora en la motivación de los alumnos con un proyecto práctico.
- Práctica del trabajo en equipo: compartiendo diferentes perspectivas, colaborando, mediando en conflictos, contribuyendo a un ambiente agradable con respeto y tolerancia.
- Fomento de la creatividad al tratarse de un proyecto sin una solución única.
- Creación de una red escolar entre centros de formación profesional.
- Fomento de los proyectos intercentros y multidisciplinares.
- Acercar la industria 4.0 a los estudiantes y a los centros escolares.
- Acercar a los alumnos a la realidad profesional y al entorno industrial.
- Comprender la complejidad y el amplio campo que abarcan los diferentes problemas y proyectos industriales abarcando diferentes campos técnicos.
- Enseñar a aprender a aprender.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 Proyectos intercentros

El eje central de este trabajo será la realización de un proyecto intercentros. Entendemos por “proyecto intercentros” aquel en el que participan diferentes centros educativos colaborando para conseguir un objetivo común. En nuestro caso, participarán alumnos de diferentes ramas de ciclos formativos, pero del mismo nivel educativo, en este caso, Grados superiores. No obstante, este tipo de proyectos pueden realizarse con alumnos de diferentes niveles académicos y de diferentes ramas educativas. Así se tratará de mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje, así como fomentar la innovación pedagógica.

Como refleja la convocatoria de ayudas de las *Agrupaciones de centros educativos* (Educativa, 2023) con este tipo de proyectos:

[Se] Pretende potenciar la equidad y la inclusión educativa, reducir la segregación escolar, fomentar iniciativas de innovación e investigación, desarrollar la creatividad, consolidar redes educativas de colaboración, contribuir al desarrollo de las competencias clave para el aprendizaje permanente, desarrollar la capacidad de trabajar en equipo, formar a los estudiantes en entornos digitales y virtuales de aprendizaje, así como abrir los sistemas educativos al exterior, todo ello en aras de una mejora en la calidad de la educación.

Entre los beneficios que aportará este tipo de proyectos encontramos: la relación de alumnos con realidades diferentes, al provenir de institutos de diferentes barrios; la consecución de objetivos comunes mediante una actividad común; las experiencias de intercambio y colaboración; y la creación de redes educativas de colaboración y desarrollar el trabajo en equipo, entre otros. Además, este tipo de proyectos facilitará y proporcionará al alumnado la posibilidad de trabajar en un entorno multidisciplinar con compañeros y tutorizados por un profesor.

Este tipo de proyectos es ampliamente utilizado en la actualidad, pero entre docentes de diferentes centros para la colaboración en la creación de diferentes recursos educativos o materiales didácticos. Así, en La Rioja podemos encontrar los Grupos de Trabajo Dirigido enmarcada dentro de dentro de lo establecido en la Orden EDC/3/2022, de 19 de enero, de la Consejería de Educación, Cultura,

Deporte y Juventud, por la que se regula la formación del profesorado en la Comunidad Autónoma de La Rioja. De esta manera, los docentes aprenden con comunidades de aprendizaje que ayudan a reducir el aislamiento profesional y promueven el cambio y la mejora (Torre & Navarro Montaña, 2018). Sin embargo, este tipo de proyectos no está tan extendido para la colaboración de alumnos de diferentes centros educativos (Pérez, 2011). Por ello pienso que es un área para explorar.

4.2 Entornos multidisciplinares

Con este tipo de proyecto se pretende configurar un equipo de alumnos interdisciplinar, con alumnos especializados en diferentes áreas como diseño gráfico, mecánica, automatización, robótica, redes y sistemas informáticos. De este modo se conseguirá acercar al alumno hacia la realidad profesional con la que se encontrarán en un futuro, donde deberán trabajar con compañeros de diferentes departamentos y especialistas en distintas materias. Como indica la UNESCO (1998) se debe fomentar la implantación de una educación interdisciplinar, que ayude a satisfacer las necesidades sociales y culturales. Esto ayudará a los alumnos a superar situaciones diversas y adaptarse al cambio analizando los problemas de una manera interdisciplinar.

Según (Pérez, 2011), la interdisciplinariedad nos permite analizar los fenómenos y procesos como un todo, donde ningún fenómeno o proceso se superpone a los otros. De tal manera que los alumnos entiendan que una solución nunca es aislada, si no la relación entre varias. Como indica Alemán y Carbonell (2011), podríamos caracterizar la interdisciplinariedad de la siguiente manera:

- Enfoque integral para la solución de problemas complejos.
- Nexos que se establecen para lograr objetivos comunes entre diferentes disciplinas.
- Vínculos de interrelación y cooperación.
- Formas de pensar, cualidades, valores y puntos de vista que deben potenciar las diferentes disciplinas en acciones comunes.

4.3 Aprendizaje basado en proyectos. ABP

Este proyecto se materializará siguiendo la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos, representada con sus siglas ABP, siendo esta la que más se adapta a las características de este. De esta manera, se conseguirá colocar al alumnado en el punto central de su aprendizaje y exponer conocimientos y competencias solucionando problemas actuales (Galán, 2021). Así, se tratará de atacar el problema de la desmotivación de los alumnos proponiendo un problema al que podrían enfrentarse en su futura vida laboral.

El ABP se define como una serie de problemas planteados por un grupo de profesores a grupos de alumnos. El alumnado deberá dar una solución o explicación a estos retos discutiendo los problemas entre ellos y creando soluciones para los fenómenos explicándolos en términos de procesos, principios o mecanismos relevantes. (Norman & Schmidt, 1992)

La metodología del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) se fundamenta en el constructivismo (Carretero, 1993 y 1998; Coll, 1997 y 1998; Gómez Granell y Coll, 1994; Resnick, 1999). Según esta teoría, el aprendizaje ocurre cuando el sujeto, que aprende, construye y reconstruye el conocimiento, generando nuevos conocimientos a partir de los previamente adquiridos (Piaget, 1969; Ausubel, 1976; Vigostsky, 1978).

El enfoque constructivista promueve un aprendizaje significativo en contraposición al aprendizaje memorístico, y presenta ventajas como una mejor asimilación del conocimiento por parte del sujeto, así como una mayor retención a largo plazo. Esto facilita la adquisición de nuevos conocimientos relacionados con los previamente aprendidos de manera significativa (Karlin y Vianni, 2001).

En un enfoque de currículo basado en problemas, a diferencia de uno basado en asignaturas, la organización se realiza de manera temática, y los problemas son diseñados por un equipo de profesores involucrados en un módulo y con formación en diferentes disciplinas. En este enfoque, se otorga una importancia similar tanto a los conocimientos que se deben adquirir como al proceso de aprendizaje.

El material fundamental para el aprendizaje consiste en las descripciones de los problemas y una biblioteca de recursos bien provista, que incluye bibliografía, así como recursos audiovisuales, registros electrónicos, entre otros. Además, se realizan clases ocasionales y se fomenta el contacto con expertos a quienes los estudiantes pueden consultar para obtener orientación puntual sobre el problema en cuestión. Es importante destacar que el propósito de este contacto no es que los expertos resuelvan el problema, sino que brinden orientación y apoyo (Vizcarro & Juárez, 2006).

Los objetivos del ABP según Barrows (1986) adaptados a nuestro caso son:

- Estructurar el conocimiento para utilizarlo en contextos industriales.
- Desarrollar procesos eficaces de razonamiento industrial.
- Desarrollar destrezas de aprendizaje autodirigido.
- Motivación para el aprendizaje.
- Desarrollar la capacidad para trabajar en grupo.

El desarrollo de la actividad seguirá el siguiente orden utilizado por Rubio y Jurado (2016)

1. Formulación del proyecto/problema este debe recoger los objetivos didácticos planteados en el currículo. Recordando conocimientos de otras asignaturas y adquiriendo nuevos.
2. Presentación del proyecto a los alumnos
3. Resolución del proyecto por parte de los alumnos y seguimiento por parte del tutor.
4. Exposición del proyecto.
5. Evaluación del proyecto.

Para lograr los objetivos y resolver el problema los estudiantes seguirán los siguientes pasos (Jos H.C., Henk G. , & Peter A.J. , 2007):

1. Aclarar conceptos y términos: clarificar términos del texto del problema para que todo el grupo lo entienda y comparta.

2. Definir el problema: identificar el problema que el texto plantea. Se podrá volver sobre este punto cuando sea necesario.

3. Analizar el problema: el alumnado proporciona los conocimientos que tienen sobre el problema. Se realiza una lluvia de ideas.

4. Realizar un resumen sistemático con varias explicaciones al análisis del paso anterior: se intentará organizar las relaciones que existen entre las ideas del paso anterior.

5. Formular objetivos de aprendizaje: el alumnado plantea que temas deben investigar y analizar, estos formarán los objetivos de aprendizaje que guiarán la siguiente fase.

6. Buscar información adicional fuera del grupo o estudio individual: buscarán información de los objetivos de aprendizaje.

7. Síntesis de la información recogida y elaboración del informe sobre los conocimientos adquiridos: en el proceso de trabajo en grupo, se lleva a cabo la discusión y el contraste de la información aportada por los diferentes miembros, con el objetivo de extraer las conclusiones pertinentes para abordar el problema en cuestión.

5. ESTADO DE LA CUESTIÓN

5.1 Ciclos formativos

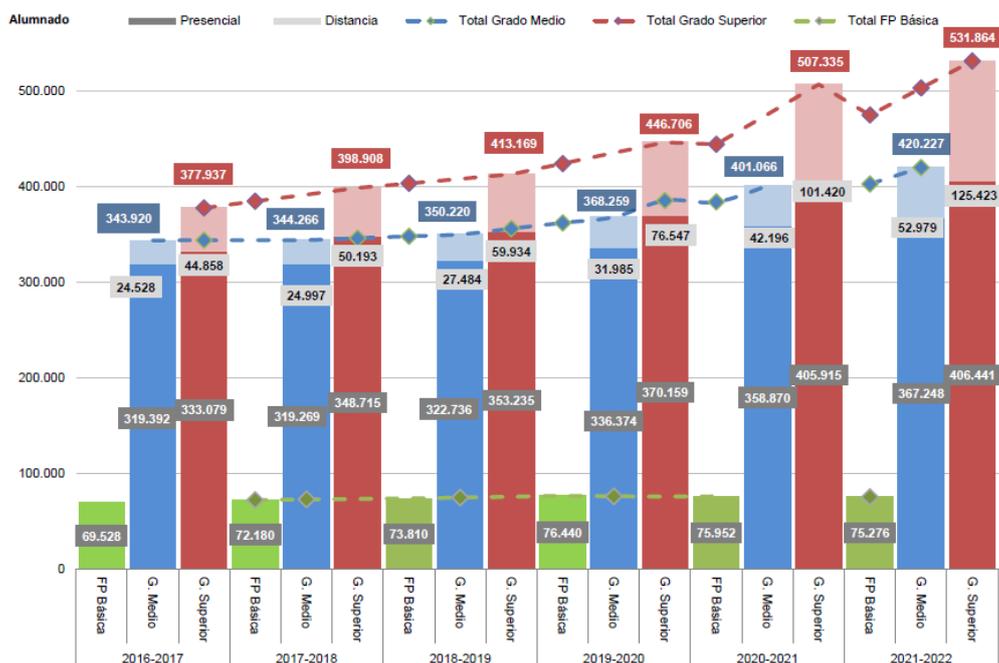
El ciclo formativo Programación de la Producción en Fabricación Mecánica se rige según la *Orden 27/2010, de 10 de septiembre, por la que se establece la estructura básica del currículo del Ciclo Formativo de Técnico Superior en Programación de la Producción en Fabricación Mecánica y su aplicación en la Comunidad Autónoma de la Rioja (22/09/10)*. En ella se define la competencia general del título:

La competencia general de este título consiste en planificar, programar y controlar la fabricación por mecanizado y montaje de bienes de equipo, partiendo de la documentación del proceso y las especificaciones de los productos a fabricar, asegurando la calidad de la gestión y de los productos, así como la supervisión de los sistemas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

La formación profesional desempeña un papel fundamental en el marco de la Industria 4.0, y su importancia se evidencia en diversos aspectos como el aumento del alumnado, el aumento del gasto público y sus buenos indicadores laborales.

Por otra parte, se observa un aumento significativo en el número de alumnos que optan por matricularse en programas de formación profesional, donde adquirir habilidades específicas y conocimientos técnicos especializados que pueden ofrecer ventajas competitivas en el mercado laboral. En los últimos diez años la población con estudios superiores entre 25 y 34 años ha aumentado 8,4 puntos porcentuales (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2022). Como indica el informe *Estadística del Alumnado de Formación Profesional Curso 2021-2022* (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2023) el alumnado en Grados Superiores aumentó un 40,7% en los últimos cinco cursos.

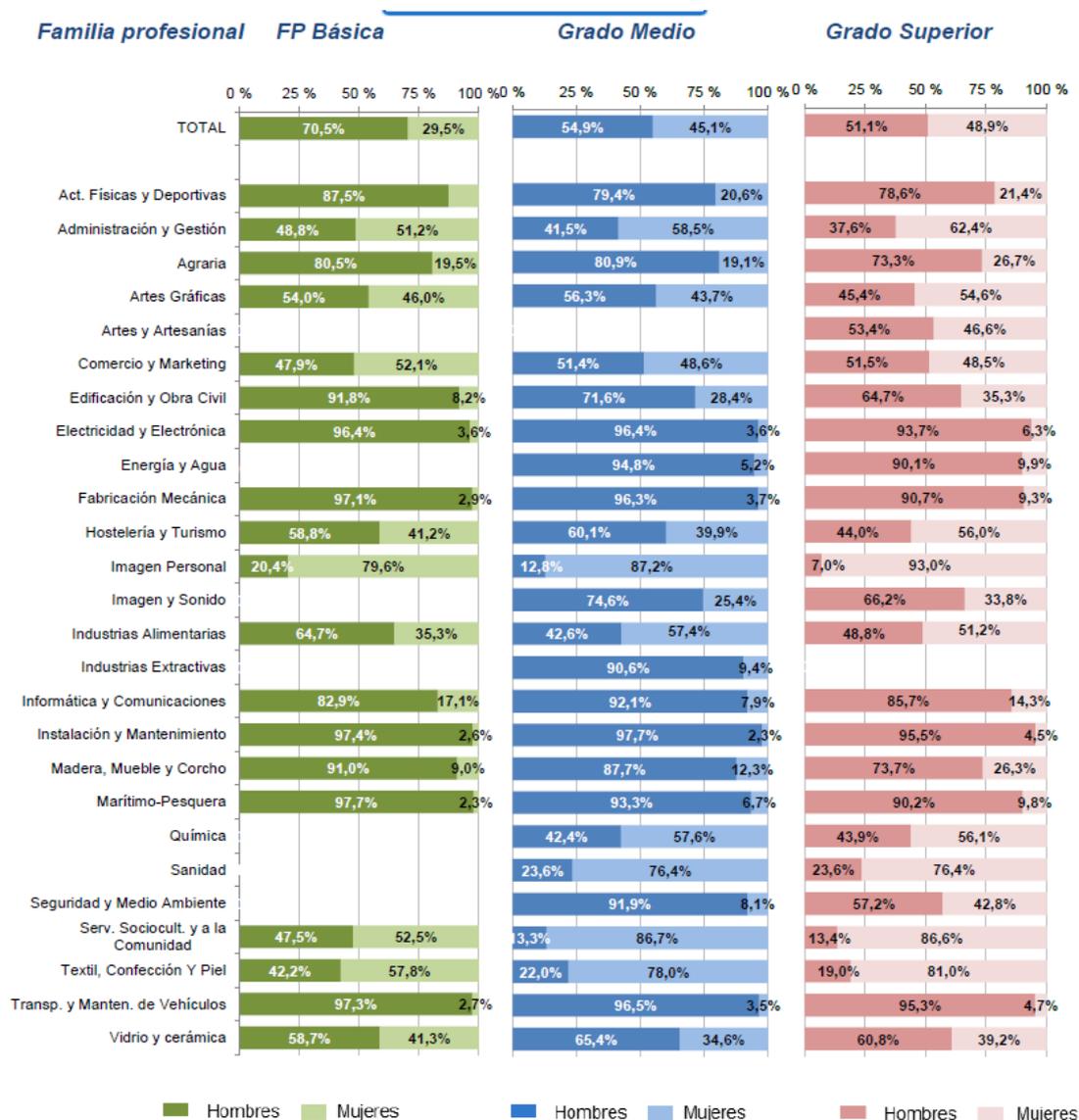
Figura 1: Evolución del alumnado matriculado en enseñanzas de Formación Profesional. (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2023)



Dentro de los Grados Superiores se pueden encontrar diferentes familias, la correspondiente a este trabajo será la de Fabricación Mecánica. Esta solo representa el 1,8% del alumnado matriculado en el total de Grados superiores frente al 17% de la familia sanitaria (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2023).

Dentro de las diversas familias profesionales hay grandes diferencias entre alumnos y alumnas matriculados. Dentro de las competencias STEM estas diferencias son muy acusadas, solo el 15% de los nuevos estudiantes en estas especialidades son mujeres (Sanz & Pires, 2022). En nuestro caso el 90,7% de los alumnos son hombres.

Figura 2: Distribución porcentual del alumnado matriculado en Formación Profesional según sexo, por familia profesional. Curso 2021-2022.



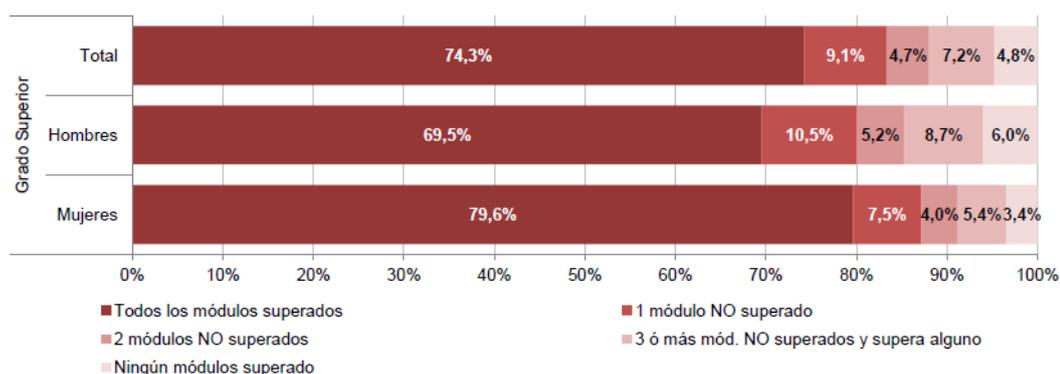
La edad con la que acceden los alumnos a la familia de Fabricación Mecánica se distribuye de la siguiente manera: 71,2% menores de 23 años, 15,8% entre 23 y 29 años y 13% mayores de 30 años. Por lo tanto, la mayor parte de los alumnos serán menores de 23 años. (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2023)

El módulo profesional de Formación en Centros de Trabajo (FCT) es una parte fundamental de la Formación Profesional, que tiene como objetivo completar las competencias profesionales y conocimientos adquiridos durante el ciclo formativo. A través de la realización de actividades relacionadas con el perfil profesional del título que se está cursando, los estudiantes tienen la oportunidad

de adquirir experiencia práctica en un entorno laboral real, establecer contactos con profesionales del sector y prepararse para su futura carrera. En resumen, la FCT representa una valiosa fase de formación práctica en la empresa, contribuyendo a la integración en el mundo laboral y al desarrollo de habilidades necesarias para el éxito profesional. En este caso los ciclos de Fabricación Mecánica son de los módulos con mayor porcentaje matriculado en FP Dual siendo un 14,3% del total. (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2023)

En cuanto a la motivación de los alumnos y sus resultados se observan buenos resultados en los Grados superiores, analizando los módulos superados.

Figura 3: Distribución porcentual del alumnado evaluado en 5 y más módulos según el número de módulos superado, por enseñanza y sexo. Curso 2020-2021 (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2023)



En los últimos años se observa un aumento del gasto público por estudiante, aunque no se han terminado de alcanzar los niveles de 2009.

Tabla 1: Evolución del gasto medio por alumno según los niveles de la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (CINE). En euros y en relación al PIB por habitante. (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2022)

En Euros	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Total	6.548	6.427	6.273	5.819	5.593	5.529	5.208	5.903	6.063	6.246	6.467
Educación Infantil (CINE 0)	4.929	4.820	4.744	4.490	4.394	4.424	4.642	4.731	4.875	5.089	5.264
Educación Primaria (CINE 1)	5.298	5.257	5.141	4.846	4.685	4.620	4.889	4.985	5.110	5.288	5.418
Educación Secundaria (CINE 2, 3)	7.175	6.928	6.783	6.230	5.738	5.653	6.024	6.216	6.373	6.492	6.741
Educación Superior (CINE 5, 6,7 y 8)	9.662	9.643	9.293	8.421	8.489	8.278	8.359	8.214	8.398	8.689	8.930
- E. no universitaria (CINE 5)	7.800	7.488	7.084	6.402	6.119	5.822	6.069	6.084	6.132	6.232	6.478
- E. Universitaria (CINE 6,7 y 8)	10.071	10.147	9.829	8.887	9.100	8.924	8.933	8.739	8.983	9.311	9.589
En relación al PIB por habitante											
Total	28,4	27,9	27,6	26,4	25,5	24,9	25,0	24,6	24,3	24,3	24,5
Educación Infantil (CINE 0)	21,4	20,9	20,8	20,4	20,1	19,9	20,0	19,7	19,5	19,7	19,9
Educación Primaria (CINE 1)	23,0	22,8	22,6	22,0	21,4	20,8	21,1	20,8	20,5	20,5	20,5
Educación Secundaria (CINE 2, 3)	31,1	30,1	29,8	28,3	26,2	25,4	25,9	25,9	25,5	25,2	25,5
Educación Superior (CINE 5, 6,7 y 8)	41,9	41,9	40,8	38,2	38,8	37,3	36,0	34,3	33,6	33,7	33,8
- E. no universitaria (CINE 5)	33,8	32,5	31,1	29,0	27,9	26,2	26,1	25,4	24,6	24,2	24,5
- E. Universitaria (CINE 6,7 y 8)	43,7	44,0	43,2	40,3	41,6	40,2	38,5	36,4	36,0	36,2	36,3

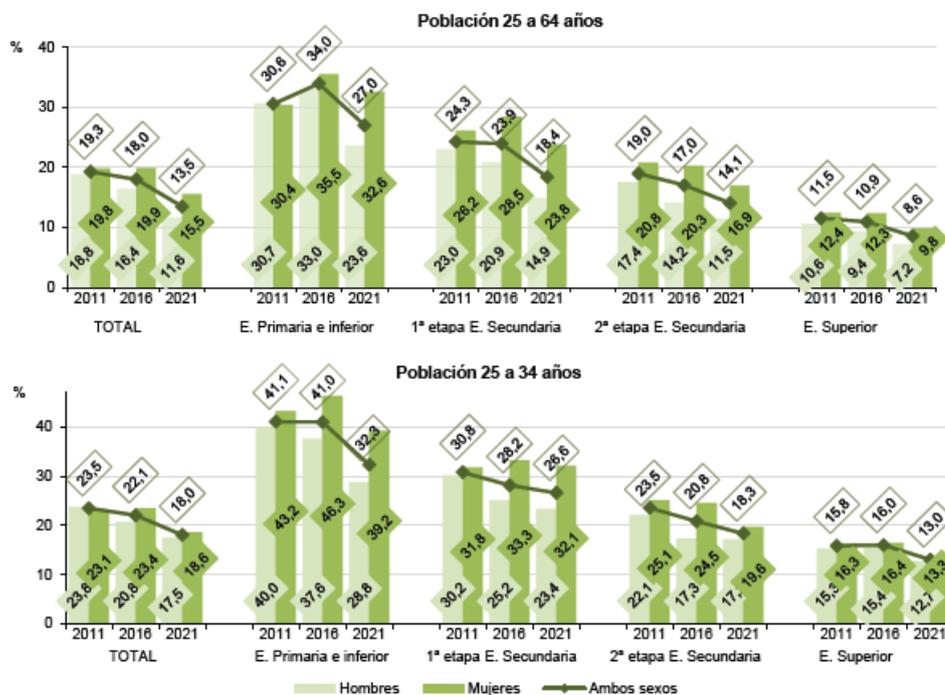
La UE dentro del “marco del programa Next Generation EU (NGEU) contempla una inversión de 254 millones de euros en los próximos años con el propósito de aumentar en 200.000 plazas la oferta de formación profesional en nuestro país” (Banco de España, 2021)

La formación profesional tiene un gran impacto a nivel laboral y de igualdad entre géneros tal y como indican los diferentes indicadores de actividad laboral y salariales. Según este mismo informe:

Las tasas de actividad son más elevadas entre quienes tienen estudios superiores, en comparación con las personas con primera etapa de Educación Secundaria o inferior. Igualmente, las diferencias entre hombres y mujeres son menores en la población con estudios superiores. (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2022)

Además, la tasa de desempleo es menor entre la población con estudios superiores y presenta una evolución descendente.

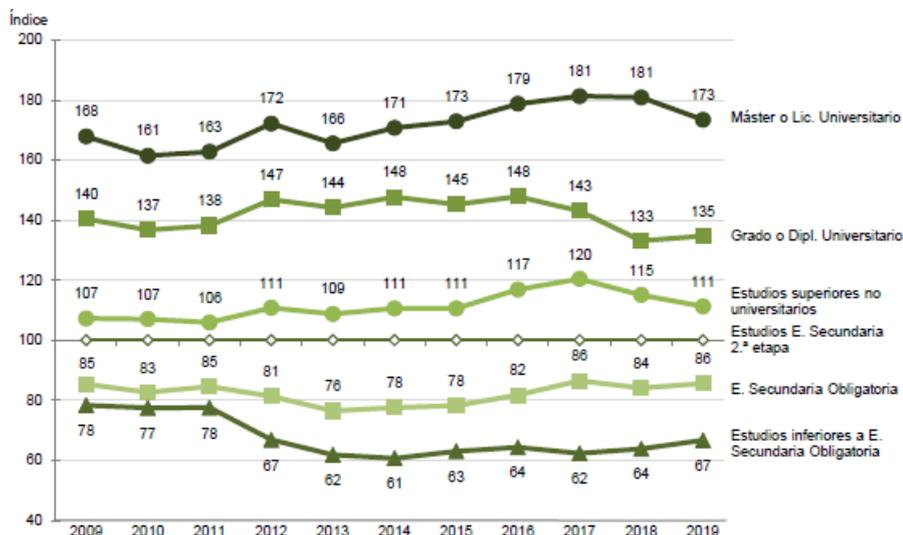
Figura 4: Evolución de la tasa de desempleo por nivel educativo y sexo. (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2022)



Los ingresos laborales para los titulados en un Grado Superior son inferiores a la media, pero superiores a los de niveles educativos inferiores. Así queda reflejado en el informe: «Los ingresos laborales medios de la población en el año 2019 son de 16.135 euros. Los ingresos aumentan a medida que lo hace el nivel

de formación: las personas cuyo nivel de formación es ... de Educación Superior no universitaria de 15.746 euros» (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2022)

Figura 5: Evolución de los ingresos laborales medios por nivel de formación (índice de ingresos con nivel de Educación Secundaria segunda etapa = 100) (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2022)



La Formación Profesional va a representar un pilar fundamental en la transformación de la Unión Europea tal y como refleja la intención de aumentar en 200.000 plazas y su presencia en los planes europeos Next Generation. (Banco de España, 2021).

5.2 Proyectos intercentros:

Para la aplicación de este tipo de proyectos entre alumnos no existe una normativa especial, aunque puede encontrarse un sistema de ayudas para su promoción. La partida de estas ayudas aumentó siendo en el año 2021 de 1.000.000 euros y en el año 2023 de 1.950.000 euros (Subdirección General de Cooperación Territorial e Innovación Educativa).

Sin embargo, sí existen planes para la promoción de este tipo de proyectos entre el profesorado. En concreto, en La Rioja se encuentra el plan de Grupos de Trabajo Dirigidos Intercentros donde se realizaron 15 proyectos de este tipo (Centro Riojano de Innovación Educativa, 2022)

5.3 Industria 4.0

La industria 4.0 o cuarta revolución industrial representa un nuevo paradigma en los sistemas de producción. En él los sensores, la maquinaria, los componentes y los sistemas informáticos están conectados entre sí, pudiendo conectarse y comunicarse entre elementos de diferentes empresas o centros productivos. Todo esto se consigue con diferentes protocolos de comunicación estandarizados basados en Internet. De esta manera, se consigue la conexión del mundo físico con el digital pudiéndose analizar grandes cantidades de datos que hacen que se consiga un sistema productivo colaborativo, inteligente, descentralizado y con rapidez de adaptación a los cambios (Blanco, Fontrodona, & Poveda, 2017).

Como indican (Blanco, Fontrodona, & Poveda, 2017) las tecnologías que componen la Industria 4.0 son:

- Big data and analytics: permite recopilar, procesar y analizar grandes volúmenes de datos para obtener información valiosa y tomar decisiones basadas en evidencia.
- Robots autónomos: robots comunicados entre ellos y combinación de robots y humanos trabajando de manera conjunta y segura en entornos de producción, mejorando la eficiencia y la seguridad laboral.
- Simulación: posibilidad de reproducir mediante modelos virtuales maquinaria que facilite el aprendizaje, optimización de pruebas...
- Integración horizontal y vertical de sistemas: gran conexión entre clientes y proveedores de manera informática.
- Internet de las cosas industrial o IoT: permite la conexión y comunicación entre objetos y sistemas, facilitando la recopilación y el intercambio de datos en tiempo real.
- Ciberseguridad: necesidad de proteger todos los sistemas críticos frente a los ataques informáticos.
- La nube: proporciona almacenamiento y acceso a recursos informáticos de manera remota, lo que permite procesar grandes cantidades de datos de forma eficiente.

- Fabricación aditiva o impresión 3D: permite la fabricación de objetos tridimensionales a partir de modelos digitales, lo que agiliza el proceso de prototipado y personalización de productos.
- Realidad aumentada: combina el mundo físico con elementos virtuales, mejorando la interacción entre humanos y máquinas y facilitando la visualización de información en tiempo real.

Todo esto implica la necesidad de adaptar la educación a los nuevos retos que representa la Industria 4.0 y la formación profesional va a jugar un papel clave en ello. Tal y como se ve en el desfase entre oferta y demanda de profesionales especializados en fabricación mecánica, electricidad y electrónica, instalación y mantenimiento e informática y comunicaciones. (Banco de España, 2021)

6. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DIDÁCTICA

6.1 Contextualización de la unidad de programación

La propuesta de innovación didáctica se aplicará en el Ciclo Formativo de Técnico Superior en Programación de la Producción en Fabricación Mecánica regido por la *Orden 27/2010, de 10 de septiembre, por la que se establece la estructura básica del currículo del Ciclo Formativo de Técnico Superior en Programación de la Producción en Fabricación Mecánica y su aplicación en la Comunidad Autónoma de la Rioja (22/09/10)*. Esta denomina el título como sigue:

Denominación: Programación de la Producción en Fabricación Mecánica.

Nivel: Formación Profesional de Grado Superior.

Duración: 2000 horas.

Familia Profesional: Fabricación Mecánica.

Referente europeo: CINE-5b (Clasificación Internacional Normalizada de la Educación).

Está compuesto por los siguientes módulos:

Curso 1º:

- Representación gráfica en fabricación mecánica. 5 Horas/Semana
- Diseño de productos mecánicos. 9 Horas/Semana
- Diseño de moldes y modelos de fundición. 4 Horas/Semana
- Técnicas de fabricación mecánica. 7 Horas/Semana
- Inglés técnico. 2 Horas/Semana
- Formación y Orientación Laboral. 2 Horas/Semana

Curso 2º:

- Diseño de útiles de procesado de chapa y estampación. 10 Horas/Semana
- Diseño de moldes para productos poliméricos. 7 Horas/Semana
- Automatización de la fabricación. 10 Horas/Semana
- Proyecto de diseño de productos mecánicos. 30 Horas
- Empresa e iniciativa emprendedora. 3 Horas/Semana
- Formación en Centros de Trabajo. 400 Horas/Semana

El proyecto se llevará a cabo en la asignatura de Técnicas de fabricación mecánica del primer curso y en Automatización de la fabricación del segundo

curso. Para el desarrollo del proyecto serán necesarios conocimientos previos de la asignatura de Diseño de productos mecánicos y se asociarán ciertos conocimientos con la asignatura de Representación gráfica en fabricación mecánica.

6.2 Marco curricular Descripción del ciclo.

6.2.1 Competencias generales

Según establece (Gobierno de La Rioja, 2010)

La competencia general de este título consiste en planificar, programar y controlar la fabricación por mecanizado y montaje de bienes de equipo, partiendo de la documentación del proceso y las especificaciones de los productos a fabricar, asegurando la calidad de la gestión y de los productos, así como la supervisión de los sistemas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

En la unidad didáctica se les proporcionarán a los alumnos un problema con una serie de especificaciones a cumplir, con las que deberán proyectar y construir una garra robótica.

6.2.2 Competencias profesionales, sociales y personales

Se trabajarán las siguientes competencias (Gobierno de La Rioja, 2010):

- a) Determinar los procesos de mecanizado, interpretando la información técnica incluida en los planos, normas de fabricación y catálogos.
- b) Elaborar los procedimientos de montaje de bienes de equipo, a partir de la interpretación de la información técnica incluida en los planos, normas de fabricación y catálogos.
- f) Asegurar que los procesos de fabricación se ajustan a los procedimientos establecidos, supervisando y controlando el desarrollo de los mismos y resolviendo posibles contingencias que se puedan presentar.
- i) Organizar, coordinar y potenciar el trabajo en equipo de los miembros de su grupo, en función de los requerimientos de los procesos productivos, motivando y ejerciendo influencia positiva sobre los mismos.

6.3 Objetivos

Los objetivos generales que se trabajarán según (Gobierno de La Rioja, 2010) serán:

- a) Interpretar la información contenida en los planos de fabricación y de conjunto, analizando su contenido según normas de representación gráfica, para determinar el proceso de mecanizado.
- b) Analizar las necesidades operativas en la ejecución de las fases y las operaciones de mecanizado, para distribuir en planta los recursos necesarios en el desarrollo del proceso.
- g) Identificar, y valorar a las contingencias que se pueden presentar en el desarrollo de los procesos analizando las causas que las provocan y tomando decisiones para resolver los problemas que originan.

- j) Determinar posibles combinaciones de actuaciones de trabajo en equipo, valorando con responsabilidad su incidencia en la productividad para cumplir los objetivos de producción.

6.4 Resultados de aprendizaje y Criterios de evaluación:

6.4.1 *Técnicas de Fabricación Mecánica*

La impresión 3D no está reflejada dentro del currículo del título a pesar de ser una técnica que los titulados de este ciclo deberán utilizar en su futuro profesional. Por ello se sugiere la incorporación de esta técnica en el módulo de Técnicas de fabricación mecánica dentro de los procesos de Moldeo y fundición de plásticos. A pesar de que la impresión 3D no se utiliza exclusivamente con materiales plásticos, sí que es la tecnología más extendida por el momento al tratarse de una tecnología de bajo coste .

Los criterios de evaluación que se tratarán en el módulo de Técnicas de fabricación mecánica serán (Gobierno de La Rioja, 2010):

1. Se han descrito los distintos procedimientos de fabricación por moldeo y fundición.
2. Se han relacionado las distintas formas geométricas, dimensiones y calidades superficiales con los equipos que las producen.

3. Se han descrito las limitaciones que tienen los procesos.
4. Se han evaluado los costes de producción en función de los procesos de fabricación y calidades obtenidas.
5. Se han identificado los riesgos de los procesos.
6. Se han identificado las normas de protección del medio ambiente aplicables.

6.4.2 *Automatización de la Fabricación*

En el segundo curso se terminará de diseñar la garra robótica en la asignatura de Automatización de la Fabricación. Dentro del proyecto se trabajará con los siguientes resultados de aprendizaje y criterios de evaluación (Gobierno de La Rioja, 2010):

1. Establece el ciclo de funcionamiento de las máquinas y equipos automáticos empleados interpretando las especificaciones técnicas y el proceso de trabajo.
Criterios de evaluación:

- a) Se ha realizado el diagrama de flujo del proceso que hay que automatizar.
- b) Se ha establecido la secuencia de trabajo respondiendo a las prestaciones exigidas en cuanto a calidad y productividad.
- c) Se ha empleado la simbología y nomenclatura utilizada en la representación de secuencias de producción.
- d) Se ha determinado el ciclo de funcionamiento cumpliendo con la normativa vigente referente a seguridad de personas, equipos, instalaciones y medioambiente.
- e) Se han desarrollado las actividades con responsabilidad mostrando compromiso con la profesión
- f) Se ha operado con autonomía en las actividades propuestas.

2. Selecciona los elementos de potencia que deben emplearse en la automatización del proceso, analizando los requerimientos del sistema.
Criterios de evaluación:

- a) Se han relacionado los diferentes tipos de actuadores con las características de las aplicaciones y sus prestaciones.
 - b) Se ha elegido la tecnología del actuador en base a su función dentro del proceso.
 - c) Se han dimensionado los actuadores teniendo en cuenta las variables técnicas del proceso.
 - d) Se ha realizado el cálculo respetando los márgenes de seguridad establecidos.
 - e) Se ha diseñado la ubicación de los elementos respondiendo a las necesidades planteadas.
 - f) Se han definido los sistemas de fijación de los actuadores en función de los movimientos y esfuerzos a los que está sometido.
 - g) Se han seleccionado los elementos cumpliendo con la normativa vigente referente a seguridad de personas, equipos, instalaciones y medioambiente.
 - h) Se han dispuesto los elementos en el sistema asegurando su posterior mantenimiento.
 - i) Se ha mostrado predisposición a considerar nuevos valores técnicos de los elementos materiales.
- f) Se ha diseñado el esquema cumpliendo la normativa vigente referente a seguridad de personas, equipos, instalaciones y medioambiente.
 - g) Se han dispuesto los elementos de mando y regulación en el sistema asegurando su posterior mantenimiento.
 - h) Se ha mostrado una actitud responsable e interés por la mejora del proceso.

6.5 Enunciado y documentación

El enunciado del proyecto es el siguiente:

Diseña, monta y realiza la puesta en marcha de una estación robótica para la extracción de una placa de una impresora 3D. En el proyecto colaborarán diferentes ciclos formativos realizando cada uno de ellos una serie de partes de la estación. En el ciclo formativo Programación de la Producción en Fabricación Mecánica se realizará la garra que extraerá la placa de la impresora 3D llevando a cabo las siguientes partes:

- Pinzas de la garra. Dibujo mediante sistemas de diseño 3D de las pinzas y posterior fabricación con una impresora 3D de filamento. Además, se mecanizarán todos los acabados necesarios como eliminación de rebabas, taladros, pulimientos...
- Selección de los elementos móviles y actuadores para conseguir el pinzamiento.
- Selección junto con el ciclo de Automatización y robótica de los sensores necesarios.
- Montaje de la garra y adaptación al brazo robótico.
- Control en remoto junto con el ciclo de Administración de Sistemas Informáticos en Red.
- Puesta en marcha de la instalación con todos los ciclos formativos.

6.6 Contenidos

6.6.1 Impresión 3D

Los contenidos relacionados con la impresión 3D se impartirán en la asignatura Técnicas de fabricación mecánica. Para ello se seguirá la misma estructura que se aplica al resto de tecnologías de mecanizado.

- Técnicas de impresión 3D:
 - *Fused Deposition Modeling (FDM)*: esta técnica utiliza un filamento termoplástico que se extruye capa por capa a través de una boquilla caliente. El material se solidifica rápidamente al enfriarse, creando la estructura del objeto.
 - *Stereolithography (SLA)*: en SLA, se utiliza una resina líquida fotosensible que se solidifica mediante la exposición a la luz ultravioleta. Un láser o una fuente de luz similar se utiliza para solidificar selectivamente la resina, capa por capa, hasta formar el objeto completo.
 - *Selective Laser Sintering (SLS)*: en SLS, un láser de alta potencia se utiliza para fusionar selectivamente polvos termoplásticos o metálicos en capas sucesivas. El láser funde y fusiona el material en polvo, creando una estructura sólida capa por capa.
 - *Digital Light Processing (DLP)*: similar a SLA, DLP utiliza una resina líquida fotosensible. Sin embargo, en lugar de un láser, se utiliza una

fuentes de luz proyectada en un espejo DLP para solidificar selectivamente la resina y crear las capas del objeto.

- *Electron Beam Melting* (EBM): esta técnica es utilizada principalmente para imprimir objetos metálicos. Utiliza un haz de electrones para fundir y fusionar selectivamente polvos metálicos, capa por capa, para formar el objeto deseado.
- Selección y tipos de materiales:
 - Plásticos termoplásticos: los plásticos como el ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno) y el PLA (Ácido Poliláctico) son los materiales más utilizados en la impresión 3D FDM. Estos plásticos son fáciles de imprimir, tienen buena resistencia y se encuentran disponibles en una amplia variedad de colores.
 - Resinas fotosensibles: utilizadas en las impresoras 3D SLA y DLP, las resinas líquidas fotosensibles pueden ofrecer una mayor precisión y detalles finos en los objetos impresos. Estas resinas pueden ser transparentes, rígidas o flexibles, y están disponibles en diferentes propiedades físicas y colores.
 - Polvos metálicos: la impresión 3D de metales, como el acero inoxidable, el aluminio o el titanio, se realiza mediante técnicas como el SLS o el EBM. Los polvos metálicos se fusionan capa por capa para crear objetos sólidos y resistentes.
 - Cerámicas: la impresión 3D también permite trabajar con cerámicas, que se utilizan en aplicaciones como la fabricación de piezas decorativas o componentes electrónicos. Los materiales cerámicos se pueden imprimir mediante técnicas como el SLA o la deposición de pasta cerámica.
 - Materiales compuestos: además de los materiales individuales, se pueden emplear compuestos que combinan diferentes componentes. Por ejemplo, se pueden utilizar filamentos de fibra de carbono mezclados con plástico para obtener objetos impresos con mayor resistencia y rigidez.

- Accesorios y utillajes:
 - Plataforma de impresión: es la superficie en la que se imprime el objeto. Puede estar hecha de vidrio, metal u otros materiales, y se utiliza para proporcionar una base plana y estable durante la impresión.
 - Cama calefactada: es una característica presente en muchas impresoras 3D que permite calentar la plataforma de impresión. Esto ayuda a prevenir la deformación del material, mejora la adherencia y reduce el riesgo de que las esquinas o bordes del objeto se despeguen durante la impresión.
 - Adhesivos para la cama: se utilizan para mejorar la adhesión del material a la plataforma de impresión. Pueden ser en forma de cinta adhesiva especializada, como la cinta kapton, o en forma de sprays o líquidos adhesivos que se aplican a la superficie de la cama.
 - *Raft* y *brim*: son estructuras de soporte adicionales que se imprimen debajo del objeto principal para ayudar a mejorar la adhesión, prevenir la deformación y facilitar la remoción del objeto de la plataforma de impresión una vez finalizada la impresión.
 - Soportes de estructuras: se utilizan cuando se imprimen objetos con voladizos o salientes para evitar que se deformen o colapsen durante la impresión. Los soportes se imprimen junto con el objeto y luego se eliminan después de la impresión.
 - Pinzas o alicates: son herramientas utilizadas para retirar los soportes y el *raft* de los objetos impresos una vez finalizada la impresión. También se pueden usar para realizar ajustes o modificaciones en los objetos impresos.
 - Limpieza y acabado: se pueden utilizar diferentes herramientas, como lijas, raspadores o limpiadores ultrasónicos, para eliminar imperfecciones, suavizar superficies o limpiar los objetos impresos antes de su uso final.

- Metrología: medición y verificación:
 - o Medición lineal.
 - o Medición angular.
 - o Verificación y comprobación.
 - o Medición de rugosidades.
 - o Mediciones especiales: perfiles (proyector), máquinas tridimensionales.
 - o Piezas de calibración

- Capacidad de máquina:
 - o Dimensiones y recorridos máximos.
 - o Temperaturas
 - o Tiempos de inactividad.

- Protección del medio ambiente:
 - o Normativa de Prevención de Riesgos Laborales.
 - o Normativa de Protección del Medio Ambiente.

6.6.2 Actuadores y montaje

En el segundo curso, durante la asignatura de Automatización de la producción, se tratarán los siguientes contenidos para el diseño de la garra:

- Definición de sistemas automatizados. Estos conocimientos previos serán necesarios para la ejecución del proyecto:
 - o Fundamentos físicos de neumática, hidráulica, electricidad.
 - o Características y aplicaciones de:
 - Automatización neumática y electroneumática.
 - Automatización hidráulica y electrohidráulica.
 - Automatización con robots y Autómatas programables.

- Elección de actuadores. Estos serán los conocimientos que se tratarán en la realización del proyecto final:
 - o Actuadores lineales y rotativos.
 - o Descripción de tipos y características.
 - o Ventajas e inconvenientes del uso de los actuadores en función de su naturaleza (neumática, hidráulica, eléctrica).

- Cálculo y dimensionado.
- Válvulas distribuidoras asociadas al gobierno de los actuadores.
- Regulación y control de los actuadores.
- Válvulas asociadas a la regulación y control de los actuadores.
- Mantenimiento y conservación.
- Soportes y fijaciones.
- Empleo de catálogos comerciales.

6.7 Temporalización

6.7.1 Técnicas de fabricación mecánica

La asignatura se imparte 3 días a la semana durante dos horas cada sesión. En esta asignatura se enseñará la parte correspondiente a la impresión 3D. Se impartirá junto con las técnicas de fundición y moldeo lo que corresponderá al mes de abril.

Lunes	Miércoles	Viernes
Técnicas de impresión 3D	Técnicas de impresión 3D	Selección y tipos de materiales
Selección y tipos de materiales	Accesorios y utillajes	Capacidad de máquina y protección del medio ambiente
Actividad práctica	Actividad práctica	

Técnicas de impresión 3D: se presentarán las diferentes técnicas de impresión 3D. Utilizando la impresora 3D del Instituto, vídeos, apuntes y piezas impresas con las diferentes técnicas.

Selección y tipos de materiales: se presentarán los diferentes materiales con sus diferentes propiedades mecánicas, químicas, de trabajo, técnicas de

impresión en las que se pueden utilizar. Se les enseñarán diferentes materiales en bruto y una vez impresos.

Accesorios y utillajes: se presentarán los diferentes accesorios y utillajes junto con una impresora 3D y se les enseñará su utilidad de manera práctica.

Capacidad de máquina y protección del medio ambiente: se enseñarán diferentes impresoras 3D sobre catálogo con diferentes capacidades y los diferentes parámetros de impresión.

Actividad práctica: se enseñarán los diferentes parámetros de impresión con la impresora en funcionamiento. A cada grupo se le pedirá la impresión de un cubo de calibrado de la impresora 3D. Posteriormente se presentará una pieza a cada grupo de la que deberán elegir el material, técnica de impresión, impresora necesaria, tiempos de impresión, parámetros de impresión e imprimir, si se dispone de la técnica en el centro.

6.7.2 Automatización de la fabricación

La asignatura se imparte 5 días a la semana durante dos horas cada sesión. En esta asignatura se aplicará en el proyecto la parte correspondiente a los actuadores. La parte de elección de captadores se enseñará en las clases y la práctica se realizará con los compañeros del ciclo de Automatización y robótica. Al tratarse de una asignatura de 2º ciclo, los alumnos acaban en marzo para poder acudir a la formación en centros de trabajo.

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Presentación de los actuadores lineales	Actuadores lineales. Eléctricos	Actuadores lineales. Eléctricos	Actuadores lineales. Neumáticos	Actuadores lineales. Neumáticos
Actuadores lineales. Hidráulicos	Actuadores lineales. Hidráulicos	Elección de actuadores lineales	Elección de actuadores lineales	Cálculos de dimensionamiento. Eléctricos
Cálculos de dimensionamiento. Neumáticos	Cálculos de dimensionamiento. Hidráulicos	Regulación y control. Eléctricos	Regulación y control. Neumático	Regulación y control. Hidráulico
Mantenimiento. Electrico	Mantenimiento. Neumático	Mantenimiento. Hidráulico	Actividad práctica	Actividad práctica
Actividad práctica	Actividad práctica	Actividad práctica	Actividad práctica	Actividad práctica
Presentación de los actuadores rotativos	Actuadores rotativos. Eléctricos	Actuadores rotativos. Eléctricos	Actuadores rotativos. Neumáticos	Actuadores rotativos. Neumáticos
Actuadores rotativos. Hidráulicos	Actuadores rotativos. Hidráulicos	Elección de actuadores rotativos	Elección de actuadores rotativos	Cálculos de dimensionamiento. Eléctricos

Cálculos de dimensionamiento. Neumáticos	Cálculos de dimensionamiento. Hidráulicos	Regulación y control. Eléctricos	Regulación y control. Neumático	Regulación y control. Hidráulico
Mantenimiento. Eléctrico	Mantenimiento. Neumático	Mantenimiento. Hidráulico	Actividad práctica	Actividad práctica
Actividad práctica	Actividad práctica	Actividad práctica	Actividad práctica	Actividad práctica
Presentación de las válvulas	Válvulas Eléctricas	Válvulas. Neumáticas	Válvulas. Neumáticas	Válvulas. Neumáticas
Válvulas. Hidráulicos	Válvulas de control de actuadores	Válvulas de control de actuadores	Válvulas de control de actuadores	Elección de válvulas
Elección de válvulas	Mantenimiento	Actividad práctica	Actividad práctica	Actividad práctica
Actividad práctica	Actividad práctica			

Actuadores rotativos:

- Presentación de los actuadores rotativos
- Tipos de actuadores rotativos: eléctricos, neumáticos e hidráulicos
- Elección del tipo de actuador.
- Cálculos de dimensionamiento

- Regulación y control
- Mantenimiento. Montaje y desmontaje de un actuador de cada tipo.
- Actividad práctica: a cada grupo se le proporcionará una descripción de una situación en la que es necesario un actuador lineal. Deberán elegir el tipo, realizar los cálculos, realizar el montaje para conseguir el objetivo en el taller y regular el actuador.

Actuadores rotativos:

- Presentación de los actuadores rotativos
- Tipos de actuadores rotativos: eléctricos, neumáticos e hidráulicos
- Elección del tipo de actuador.
- Cálculos de dimensionamiento
- Regulación y control
- Mantenimiento. Montaje y desmontaje de un actuador de cada tipo.
- Actividad práctica: a cada grupo se le proporcionará una descripción de una situación en la que es necesario un actuador rotativo. Deberán elegir el tipo, realizar los cálculos, realizar el montaje para conseguir el objetivo en el taller y regular el actuador.

Válvulas:

- Presentación de las válvulas
- Tipos de válvulas: eléctricos, neumáticos e hidráulicos
- Válvulas para control de actuadores.
- Elección de válvulas
- Mantenimiento. Montaje y desmontaje de un actuador de cada tipo.
- Actividad práctica: a cada grupo se le proporcionará una descripción de una situación en la que es necesaria la activación de un determinado actuador. Deberán elegir el tipo de válvula, realizar los cálculos, realizar el montaje para conseguir el objetivo en el taller y activar el actuador.

6.7.3 Proyecto intercentros

Para la consecución del proyecto se realizarán diferentes sesiones.

- Sesión 1: Duración 1 hora. Actividad con el grupo del ciclo formativo.

Se presentará a los alumnos el enunciado, objetivos, beneficios y evaluación del proyecto.

- Sesión 2: Duración 1 jornada completa. Actividad con todos los grupos de los ciclos.

Se presentarán los grupos y tutores de los diferentes módulos y se explicará cómo se dividirán las partes del proyecto.

Se llevarán a cabo dinámicas de grupo para que se relacionen los alumnos de los distintos centros.

Se visitará una instalación industrial donde se encuentren células robóticas.

Se habilitará un canal de comunicación rápida entre los alumnos.

- Sesión 3: Duración 3 horas. Actividad con el grupo del ciclo formativo.
Revisión del problema planteado e identificación de la parte a resolver. Análisis del problema por parte de los alumnos y relación con los conocimientos que tienen del problema. Lluvia de ideas. Selección de las mejores ideas y seleccionar los conocimientos que se deben investigar. Reporte de lo tratado en la sesión al resto de grupos desde los canales de información.
- Sesión 4: Duración 2 horas. Actividad con el grupo del ciclo formativo.
Puesta en común de los temas investigados, seleccionar una línea de actuación, creación de pequeños grupos de 2 o 3 alumnos para realizar las partes de la garra trabajando fuera de clase.
Puesta en común a través de los canales de información al resto de grupos del proyecto de la línea de actuación y de las ideas propuestas.

- Sesión 5: Duración 4 horas. Actividad con el grupo del ciclo formativo. Elaboración de las diferentes partes y montaje en el taller de la garra. Envío de fotografías, planos, descripciones... al resto de grupos.

- Sesión 6: Duración 2 horas. Actividad con todos los grupos de los ciclos. Puesta en común de las diferentes partes. Elaboración de un plan de acción para el montaje y puesta en marcha.

- Sesión 7: Duración 2 horas. Actividad con todos los grupos de los ciclos. Montaje de la célula robótica

- Sesión 8: Duración 4 horas. Actividad con todos los grupos de los ciclos. Puesta en marcha de la célula robótica.

6.8 Evaluación

Para llevar a cabo la evaluación de este proyecto se seguirán las siguientes pautas. En todas las sesiones estará presente el tutor de cada ciclo formativo que observará de manera sistemática el trabajo de los alumnos para poder evaluarlos. La evaluación se realizará mediante diferentes rúbricas para los distintos puntos.

- El producto final con una serie de puntos de control por parte del profesorado. Nota común para todos los grupos. Tendrá un peso del 25% sobre la nota final del proyecto.
- Cada una de las partes del proyecto. Evaluado por todos los profesores y aplicable solo a cada grupo en específico. Tendrá un peso del 25% sobre la nota final del proyecto.
- El trabajo en equipo. Evaluado por el tutor correspondiente y aplicado a cada grupo. Tendrá un peso del 25% sobre la nota final del proyecto.
- El trabajo individual de cada alumno evaluado por el tutor. Tendrá un peso del 25% sobre la nota final del proyecto.

Evaluación del producto final		
Proceso	0	La célula robótica no arranca
	1	El proceso no está bien estructurado
	2	El proceso es correcto, pero no satisface las necesidades
	3	El proceso es correcto
Montaje	0	No se ha conseguido ensamblar ninguna parte
	1	El ensamblaje no es robusto
	2	El ensamblaje es robusto, pero no resiste la necesidad
	3	El ensamblaje es correcto
Coordinación	0	No se comunica ninguna de las partes
	1	Al menos una de las tres partes se comunica con otra
	2	Se comunican todas las partes, pero con fallos

	3	Se comunican todas las partes de manera correcta
--	---	--------------------------------------------------

Tabla 2: Rúbrica del grupo multidisciplinar

Evaluación de la garra		
Elección de materiales	0	No se ha elegido ningún material
	1	No se ha justificado la elección del material
	2	Se ha justificado la elección del material, pero no es el adecuado
	3	El material es el adecuado
Robustez y capacidad	0	La garra no ha soportado ningún ciclo
	1	La garra ha soportado 10 ciclos
	2	La garra soporta los ciclos, pero acaba con holguras
	3	La garra es totalmente robusta
Proceso	0	No es capaz de pinzar la placa de impresión
	1	Pinza la placa de impresión, pero sin la suficiente fuerza
	2	Pinza la placa, pero no es capaz de sostenerla
	3	Pinza la placa y es capaz de hacer todo el proceso de manera correcta
Mantenimiento	0	No se ha diseñado pensando en su mantenimiento
	1	Los desmontajes para el mantenimiento son complicados y requiere mucho mantenimiento
	2	Los desmontajes para el mantenimiento son simples, pero requiere mucho mantenimiento
	3	Los desmontajes para el mantenimiento son mínimos y no requiere apenas mantenimientos
Actuadores	0	No se ha elegido ningún tipo de actuador
	1	Los actuadores elegidos no son los adecuados

	2	Los actuadores elegidos son los correctos, pero no están bien regulados
	3	Los actuadores elegidos son los correctos y están bien regulados

Tabla 3: Rúbrica del grupo del ciclo formativo de Programación de la Producción en Fabricación Mecánica

Trabajo en equipo		
PARTICIPACIÓN Y COLABORACIÓN	0	Todos los miembros del equipo han participado activamente en las tareas propuestas y han colaborado ayudando a los demás.
	1	La mayor parte de los miembros del equipo han participado activamente en las tareas propuestas y han colaborado ayudando a los demás.
	2	La mitad de los miembros del equipo ha participado activamente en las tareas propuestas y han colaborado ayudándose entre sí.
	3	Solo un miembro del equipo (o ninguno) ha participado de forma activa en las tareas propuestas y no ha habido colaboración ni ayuda entre ellos.
DISTRIBUCIÓN DE LAS TAREAS	0	Las tareas se han repartido de forma equitativa entre todos los miembros del equipo.
	1	La mayor parte de las tareas se han repartido de forma equitativa entre todos los miembros del equipo.
	2	Solo la mitad de las tareas se ha repartido de forma equitativa entre todos los miembros del equipo

	3	Ha habido un reparto muy desigual de las tareas entre los diferentes miembros del equipo.
--	---	-------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 4: Rúbrica del trabajo en equipo. (CEDEC Centro Nacional de Desarrollo Curricular en Sistemas No Propietarios)

		Nombre y apellidos		
Participa	Activo/a			
	Pasivo/a			
Líder	Positivo			
	Negativo			
	No			
Coopera	Sí			
	No			
Presta ayuda	Sí			
	No			
Aporta ideas	Sí			
	No			
Expresa su opinión	Sí			
	No			
Planifica	Sí			
	No			

Tabla 5: Rúbrica individual de cada alumno

7. DISCUSIÓN

El presente trabajo se ha realizado con una finalidad práctica basada en los conocimientos adquiridos durante el Máster, las prácticas docentes y la experiencia profesional en el mundo industrial. Buscando que los estudiantes logren tener una experiencia edificante y útil para su futuro laboral y personal. Este proyecto podría ser una experiencia que añadir en su Curriculum Vitae y que podría ayudar a los estudiantes participantes en la búsqueda de empleo al finalizar sus estudios.

Además, está desarrollado de tal manera que sea flexible a la hora de incluir conocimientos en el proyecto. De tal manera, que cada año se pueda revisar el proyecto y añadir o quitar conocimientos a aplicar. Por ejemplo, se podrían ampliar añadiendo los conocimientos relacionados con los sensores y actuadores, diseño de planos y esquemas técnicos, representación gráfica. O incluso quitando conocimientos a aplicar si el proyecto llegase a ser inabarcable.

Sin embargo, nos encontramos con ciertos inconvenientes a la hora de llevar a cabo este proyecto. Respecto a la inversión económica sería necesaria una pequeña inversión económica en la adquisición de un brazo robótico educacional mas profesional que el ahora presente en el IES Comercio. A pesar, de ello se podrían hacer simulaciones con el brazo actual.

También nos encontramos con la falta de actividades de este tipo dentro del sistema educativo. En la actualidad en la Comunidad Autónoma de La Rioja no existe ningún tipo de proyecto similar a este. Las colaboraciones que se realizan entre centros no se hacen de manera oficial lo cual dificulta en extremo la creación de redes escolares y la continuidad de los proyectos. Además, el único plan de ayudas para Agrupaciones entre centros escolares a nivel estatal abarca hasta el nivel de ciclos formativos de grado medio, excluyendo a los ciclos formativos de grado superior.

Para finalizar hay que resaltar la falta de la Industria 4.0 dentro del currículo de los ciclos formativos. Esto dificulta en extremo la motivación del profesorado

para querer participar en esta actividad pues dificulta y agranda los conocimientos a impartir.

8. CONCLUSIONES

La integración de tecnologías como la robótica, la impresión 3D y la interconectividad en los procesos productivos requiere de profesionales que posean habilidades y conocimientos actualizados e innovadores. En este aspecto, la Formación Profesional desempeña un papel fundamental, por un lado, al ofrecer al alumnado las oportunidades para familiarizarse con las tecnologías y procesos avanzados utilizados en las empresas del sector. Y, por otro lado, se les permite adquirir las habilidades y competencias necesarias para enfrentar los desafíos de la Industria 4.0.

Así, el proyecto intercentros que se propone y que tiene como fin el desarrollo de una célula robótica para impresión 3D, ofrece una serie de beneficios significativos tanto para el alumnado como para el profesorado y el ámbito educativo en general. No obstante, también presenta ciertos desafíos y dificultades que han de ser abordados.

Por una parte, la participación en proyectos de carácter interdisciplinar, donde se han de enfrentar a desafíos reales, fomenta el desarrollo de competencias clave para los alumnos y alumnas en su desarrollo laboral como son: el trabajo en equipo, la resolución de problemas, la creatividad y el pensamiento crítico. Además, llevar a cabo proyectos prácticos y tangibles como este fomenta la motivación de los estudiantes hacia su propio aprendizaje, lo que los lleva a involucrarse en actividades con aplicaciones reales con mayor compromiso.

La colaboración entre centros también constituye un beneficio fundamental inherente a este tipo de proyectos. La participación conjunta entre múltiples instituciones educativas permite un intercambio enriquecedor de conocimientos y perspectivas entre alumnado y profesorado, lo que potencia el aprendizaje mutuo. Esta colaboración contribuye asimismo a la creación de una red escolar sólida en la que se promueve la cooperación y el crecimiento colectivo.

Por añadidura, este proyecto aborda de manera directa la necesidad de adaptar la Formación profesional a los retos y cambios industriales de nuestra época. Al proporcionar al alumnado de una experiencia práctica en tecnologías emergentes, se les concede una ventaja competitiva en términos de empleabilidad y éxito profesional, ya que se les prepara para poder desenvolverse en entornos profesionales dinámicos y tecnológicamente avanzados.

No obstante, la apuesta por proyectos intercentros también conlleva algunos inconvenientes. En primer lugar, la coordinación tanto a corto como largo plazo presenta amplias dificultades. La falta de tiempo de la jornada laboral del profesorado destinada a la coordinación, así como la propia inestabilidad y temporalidad de los docentes, puede tener un impacto negativo en la consecución del proyecto, haciendo, incluso, que su puesta en marcha no sea viable.

La propia gestión y planificación del tiempo también puede suponer un desafío significativo, ya que es necesario coordinar horarios tanto de alumnado como profesorado entre los diferentes centros involucrados. Además de ello, el seguimiento, evaluación y calificación del proyecto pueden resultar complejas debido a su naturaleza interdisciplinar y al gran grupo de personas involucradas en ello.

A pesar de ello y, como adelantábamos, los beneficios priman sobre los inconvenientes, lo que nos motiva a apostar por este tipo de propuestas. Con una planificación adecuada, asignación de recursos suficientes y un compromiso tanto profesional como institucional, es posible superar los obstáculos y lograr resultados sobresalientes en términos de aprendizaje y desarrollo competencial. Los proyectos intercentros representan una valiosa oportunidad para preparar al alumnado para el entorno laboral actual y fomentar una educación relevante y actualizada.

9. REFERENCIAS

- Alemán Rodríguez, R., & Yera Carbonell, G. (2011). La interdisciplinariedad en ciencias médicas y la matemática . *Revista Cubana de Higiene y Epidemiol*, 49(3):490-498.
- Banco de España. (2021). *Oportunidades laborales y desajustes en la oferta y la demanda de plazas en las titulaciones de la Formación Profesional*.
- Barrows, H. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, 481-486.
- Blanco, R., Fontrodona, J., & Poveda, C. (2017). *La Industria 4.0: El estado de la cuestión*. Economía Industrial.
- CEDEC Centro Nacional de Desarrollo Curricular en Sistemas No Propietarios. (s.f.). Otra vida de Zarzuela. Proyecto EDIA.
- Centro Riojano de Innovación Educativa. (2022). Obtenido de <https://www.larioja.org/edu-innovacion-form/es/actividades-formacion-crie/grupos-trabajo-dirigidos-intercentros.ficheros/1457225-ANEXO%20I%20GTDI%2022-23.pdf>
- de la Iglesia Villasol, M. (2019). Caja de herramientas 4.0 para el docente en la era de la evaluación por competencias. *Innovación Educativa*, 1665-2673.
- Educativa, S. G. (2023). *Convocatoria de ayudas destinada a promover Agrupaciones de centros educativos*.
- Galán, A. T. (2021). *El método ABP-STEM, una oportunidad para desarrollar las capacidades creativas en la educación secundaria*. Universitat Pompeu Fabra. Departament de Ciències Experimentals i de la Salut. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10803/671431>
- Gobierno de La Rioja. (2010). *Orden 27/2010, de 10 de septiembre, por la que se establece la estructura básica del currículo del Ciclo Formativo de Técnico Superior en Programación de la Producción en Fabricación*

Mecánica y su aplicación en la Comunidad Autónoma de la Rioja.
(22/09/10. Boletín Oficial de La Rioja.

Higueras, A. S. (2009). ¿Cómo evaluar una actividad ABP? *Revista Padres y Maestros / Journal of Parents and Teachers*(323), 34-37.

Jos H.C., M., Henk G. , S., & Peter A.J. , B. (2007). *El aprendizaje basado en problemas*. Cuenca: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.

Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2022). *Sistema estatal de indicadores de la educación 2022*. Secretaría General Técnica.

Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2023). *Estadística del Alumnado de Formación Profesional Curso 2021-2022*.

Norman, G., & Schmidt, H. (1992). The Psychological Basis of Problem-Based Learning: A Review of the Evidence. *Academic Medicine*, 67(9), 557-565.

Pérez, M. A. (2011). La interdisciplinariedad y la integralidad una necesidad de los profesionales de la educación. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*.

Rubio Rubio, E., & Jurado Navas, A. (2016). Innovación educativa en la docencia de módulos de Formación Profesional: Construyendo conocimiento mediante una metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos. *Boletín Redipe*, 5(1), 29-43.

Sanz, I., & Pires, L. (2022). *Informe-Datos sobre el sistema educativo Español*. Anpe. Sindicato Independiente.

Subdirección General de Cooperación Territorial e Innovación Educativa. (s.f.). Obtenido de <https://www.educacionyfp.gob.es/mc/sgctie/cooperacion-territorial/agrupaciones/agrupaciones-centros-2021.html>

Torre, E. H., & Navarro Montaña, M. (2018). LA PARTICIPACIÓN EN REDES ESCOLARES LOCALES PARA PROMOVER LA MEJORA EDUCATIVA,

UN ESTUDIO DE CASO. *Profesorado. Revista de curriculum y formación del profesorado.*

UNESCO. (1998). Declaración mundial sobre la educación superior en el siglo XXI: visión y acción., 9, págs. 97-113. Obtenido de <https://www.iesalc.unesco.org/ess/index.php/ess3/article/view/171>

Vizcarro, C., & Juárez, E. (2006). ¿Qué es y cómo funciona el aprendizaje basado en problemas? En *La metodología del Aprendizaje Basado en Problemas*. Murcia: Universidad de Murcia. Obtenido de http://www.ub.edu/dikasteia/LIBRO_MURCIA.pdf