

Trabajo Fin de Máster

INDUSTRIA 4.0 EN FP, INSTRUMENTO PARA LA
COOPERACIÓN AL DESARROLLO EN ARAGÓN

INDUSTRY 4.0 IN VOCATIONAL TRAINING,
INSTRUMENT FOR DEVELOPMENT
COOPERATION IN ARAGON

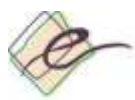
Autor/es

Andrés García Giménez

Director/es

María Pilar Lambán Castillo
Raúl Artero Velilla

FACULTAD DE EDUCACIÓN
2019-2020



Resumen

Este Trabajo Final de Máster se ha realizado en la Universidad de Zaragoza, UNIZAR, y corresponde al Máster en Profesorado. En concreto, se ha profundizado en el estudio de aquellos aspectos relacionados con la Industria 4.0 en la FP como instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón a través de la PYME.

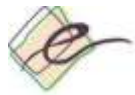
En la actualidad, por un lado, la PYME tiene la necesidad de abordar la cuarta revolución industrial, en adelante Industria 4.0 y, por otro lado, en los centros de FP se trabaja de manera similar desde hace años, incentivando la FP entre los jóvenes debido a la alta demanda laboral de estos perfiles, pero sin educar en la industria 4.0 y el desarrollo sostenible.

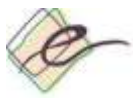
En el transcurso de las siguientes páginas se analiza que, para conseguir un desarrollo sostenible, la PYME industrial debe innovar mediante la Industria 4.0 y para ello se encuentra con dos barreras: primero la económica y, segundo, la formativa.

El proyecto propone acciones para superar estas dos barreras en la PYME, aprovechando la posición privilegiada de la FP para colaborar en ello. Es por esto que se diseña un plan de formación en Industria 4.0, productividad y Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para los estudiantes de FP, Familia Profesional de Fabricación Mecánica, y futuros trabajadores de la PYME aragonesa. Esta formación se ha diseñado para que sea implantación sencilla y económica tanto en el aula como en la empresa.

Finalmente se relaciona esta capacidad de innovación en la PYME con su contribución a los ODS. Concretamente aporta positivamente a los ODS relacionados con (1) trabajo decente y crecimiento sostenible, (2) industria, innovación e infraestructura, (3) reducción de las desigualdades y (4) producción y consumo responsable. Siendo la PYME y la FP innovadora dos actores importantes para la cooperación al desarrollo a nivel local y regional, en este caso, en Aragón.

Palabras clave: Industria 4.0, Productividad, PYME, Aragón, Formación Profesional, Educación, Mecanizado, OEE, SMED, ODS, Cooperación al desarrollo.





Abstract

This Final Master's Project has been carried out at the University of Zaragoza, UNIZAR, and corresponds to the Master in Teaching Staff. Specifically, it has deepened in the study of those aspects related to Industry 4.0 in vocational training (VT) as an instrument for development cooperation in Aragon through SME.

Currently, on the one hand, SME have the need to tackle the fourth industrial revolution, hereinafter Industry 4.0 and, on the other hand, in vocational training centers, similar work has been done for years, encouraging VT among young people. due to the high labor demand of these profiles, but without educating in industry 4.0 and sustainable development.

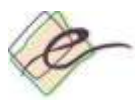
In the course of the following pages, it is analyzed that, in order to achieve sustainable development, the industrial SME must innovate through Industry 4.0 and for this it meets two problems: first the economic one and, secondly, the training one.

The project proposes actions to overcome these two problems in SME, taking advantage of the privileged position of VT to collaborate on it. This is why a training plan in Industry 4.0, productivity and Sustainable Development Goals (SDGs) is designed for students of VT, Professional Family of Mechanical Manufacturing, and future workers of the Aragonese SME. This training has been designed to be simple and inexpensive to implement both in the classroom and in the company.

Finally, this capacity for innovation in SME is related to its contribution to the SDGs. Specifically, it contributes positively to the SDGs related to (1) decent work and sustainable growth, (2) industry, innovation and infrastructure, (3) reduction of inequalities and (4) production and responsible consumption. Innovative VT and SME are two important actors for development cooperation at the local and regional level, in this case, in Aragon.

Keywords: Industry 4.0, Productivity, SMEs, Aragon, Vocational Training, Education, Mechanized, OEE, SMED, ODS, Development cooperation.





Índice

1. Introducción.....	1
2. Marco conceptual.....	4
3. Objetivos	7
4. Discusión.....	9
5. Ámbito de aplicación de la formación.....	14
6. Contenidos del plan de formación.....	15
7. Metodología del plan de formación.....	17
7.1. Actividades de innovación docente diseñadas.....	17
7.2. Planificación temporal de la formación.....	17
7.3. Seguimiento de la formación	19
7.4. Evaluación de la formación.....	20
8. Conclusiones.....	22
9. Líneas futuras y limitaciones.....	24
10. Bibliografía.....	29
11. Anexos.....	33
11.1 Anexo I: Desarrollo de las actividades de innovación docente.....	33
11.2 Anexo II: EVALUACIÓN INICIAL-FINAL (sesión 1-6)	37
11.3 Anexo III: Prueba abierta, One minute paper en debate (sesión 3)	56
11.4 Anexo IV: Prueba expresión oral en debate general (sesión 3) y en debate OEE (sesión 4)	59
11.5 Anexo V: Ejercicio práctico SMED (sesión 5)	61
11.6 Anexo VI: Encuesta de satisfacción final (sesión 7)	63

1. Introducción

Durante muchos años ha predominado un desinterés del alumnado por la formación profesional (FP) y por analizar la productividad en la PYME (Stål y Babri, 2020). Sin embargo, la crisis económica ha abierto un debate para incentivar la FP (Brunet y Rodríguez-Soler, 2014) y por impulsar un crecimiento sostenible y equitativo en la PYME a través de la innovación tecnológica e Industria 4.0 (PAIP-Gobierno de Aragón, 2019) (Wood, 2017), definida como el conjunto de tecnologías y procesos de producción que comienzan a perfilar lo que será la industria del futuro (AI4.0-Gobierno de Aragón, 2019).

Por otra parte, la aplicación de la Industria 4.0 permite a la PYME contribuir al logro de Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Los 17 ODS, ratificados por la Asamblea General de las Naciones Unidas en septiembre de 2015, se presentaron como "un llamado universal a la acción para acabar con la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas disfruten de la paz y la prosperidad". No es sorprendente que el fortalecimiento de la capacidad de las PYME, a través de la financiación y el desarrollo tecnológico, se identifiquen con la contribución significativa al logro de algunos ODS (BlueOrchard Survey, 2017) y (Abisuga-Oyekunle, Patra y Muchie, 2019).

Según Justin Wood (2017) a nivel mundial la PYME engloba gran parte del empleo y facturación, pero por otro lado también son las empresas más vulnerables ante los cambios tecnológicos debido al coste y a la formación necesaria. Es por esto que deben ser acompañadas a nivel político y de gobernanza en este nuevo camino hacia la Industria 4.0 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible como aumento de riqueza, inclusión económica y empoderamiento de la PYME.

La PYME española se encuentran entre 5-15 puntos porcentuales por detrás de las grandes empresas en implementar diferentes tecnologías de Industria Digital 4.0 (ICAI, 2018). De acuerdo a Benesova (2017), la falta de innovación en Industria 4.0 es debida principalmente a dos factores:

- El alto coste de inversión.
- La falta de personal cualificado.

En Aragón, el peso del empleo en la PYME es del 76,7% (Cepyme, 2019). Sin embargo, por motivos económicos, tienen más dificultad para captar y retener el talento local frente a las grandes empresas (Wood, 2017).

Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

Actualmente, un gran porcentaje de la PYME de la industria manufacturera de Aragón lleva trabajando de la misma forma desde hace años. En cambio, son conscientes de la necesidad de aplicar innovación e Industria 4.0 para mejorar su productividad.

En cuanto al personal cualificado de FP en España, en el año 2008 se expuso un déficit de personal de nivel educativo ISCED 3-4 (FP) frente al resto de países europeos (Figura 1), provocando una barrera para el desarrollo social y económico que dificulta la adhesión al mundo laboral de los jóvenes de escalas sociales más vulnerables (Merino y Martínez, 2012).

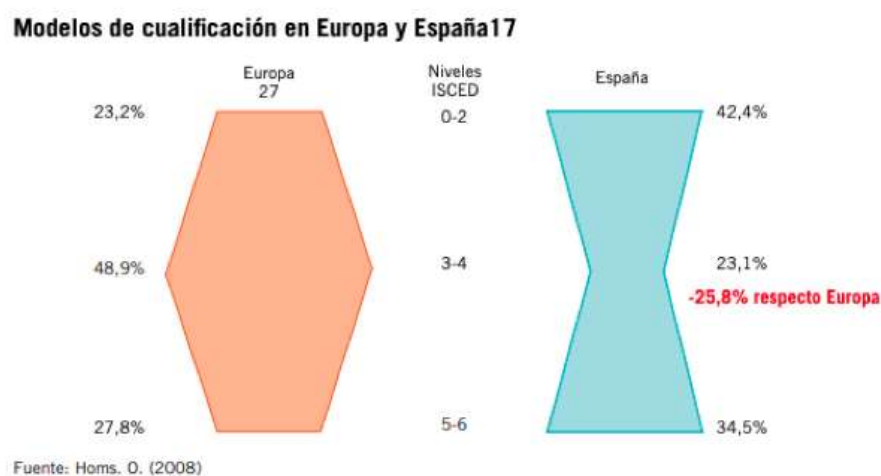


Figura 1. Nivel de estudios (ISCED) en Europa frente a España. Fuente: Homs. O. (2008)

Además de la falta de estudiantes en este nivel educativo, los alumnos-trabajadores que provienen de la FP suelen manifestar un déficit de conocimiento en las herramientas y metodologías centradas en innovación, Industria 4.0 y productividad con las que se van a encontrar en su puesto de trabajo.

Aunque son varios los estudios que plantean la inclusión de la formación en Industria 4.0 en los centros educativos (Maisiri, 2019 y Chiam Chooi Chea, 2019), hasta ahora casi no se habían planteado formaciones en Industria 4.0 en el entorno de la FP en Aragón. Sin embargo, es cierto que para el curso 2020/2021 el Gobierno de Aragón está trabajando en impulsar un campus digital y en incluir más contenidos digitales en todos los ciclos de FP. (Dario Nuñez, R, 2019) y (Europa Press, 2020)

Otro dato que indica su importancia lo aportan Ignasi Brunet y Juan Rodríguez-Soler (2014) quienes destacan que, en su informe para la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), Rosenfeld (1998) sugiere que los centros de FP estaban en una posición mejor que las universidades para ponerse al servicio de la PYME. En este sentido,

Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

Rosenfeld propone a la FP desde la mejora de las competencias y capacitación de los trabajadores, hasta la ayuda a la PYME en el despliegue de la tecnología, la innovación y la cooperación entre empresas. Siendo esto mucho más efectivo cuando la innovación tecnológica implica áreas de producción.

Aunque es cierto que estratégicamente existen programas de Industria 4.0 de apoyo a la PYME llevados a cabo por el Gobierno de España, como Activa Industria 4.0 (Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, 2019), estos se centran, en gran parte, en el aporte de tecnología y consultoría y menos en profundizar en formar en Industria 4.0 a los trabajadores de la empresa o a través de la FP en los últimos años.

En el caso de Aragón, ocurre lo mismo que a nivel nacional. Se cuenta con el Programa de ayudas a la industria y la PYME llamado PAIP (Gobierno de Aragón, 2019) centrado en aporte tecnológico y consultoría sin implicar directamente la formación de trabajadores. PAIP engloba las ayudas para la Industria 4.0, Integradora y Sostenible, en alineación con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de la ONU a través de los denominados Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). En concreto, el ODS número 9 es el que más relevancia tiene sobre las competencias industriales a través de la construcción de infraestructuras resilientes, promoviendo la industrialización inclusiva y sostenible y fomentando la innovación (BOA, 26/12/2019).

Ante estos problemas, en el siguiente proyecto se trabaja para aprovechar la Industria 4.0 en la FP como instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón a través de la PYME como solución a las necesidades formativas detectadas esta área y que están en línea con el plan de trabajo del Gobierno de Aragón a través del Campus Digital.

2. Marco conceptual

En este apartado se describen los conceptos técnicos que van a ser utilizados en el proyecto. Se introduce el concepto de productividad y su indicador universal para ser medida (OEE).

Se describen diferentes conceptos que nos permiten tanto medir y calcular el OEE de manera automática mediante tecnologías de Industria 4.0 (IoT + Big Data) y técnicas para poder mejorarlo a través de metodologías lógicas y económicas (SMED).

Conceptos de productivos

Productividad: relación entre la cantidad de productos obtenida mediante un sistema productivo y los recursos empleados en su producción. En este sentido, la productividad es un indicador de la eficiencia productiva. Asimismo, la productividad también puede medirse en función del tiempo, esto quiere decir que mientras menos tiempo se emplee en obtener un producto determinado, podemos considerar que el sistema es más productivo. Mayor productividad, utilizando los mismos recursos, resulta en mayor rentabilidad para la empresa. Significados. (2019).

OEE (Overall Equipment Effectiveness) o Eficiencia Global de los Equipos (%): en un indicador universal que permite medir la eficiencia-productividad con la que trabaja un equipo o un proceso.

El OEE también se puede entender cómo la relación que existe entre el tiempo que teóricamente debería haber costado fabricar las unidades obtenidas (sin paradas, a la máxima velocidad y sin unidades defectuosas) y el tiempo que realmente ha costado



Cálculo OEE. Fuente: <https://edinn.com/oe-3-2-2/>

Este indicador se puede descomponer en el producto de 3 factores, relacionados a su vez, con los 3 grandes grupos de pérdidas vistos antes, Disponibilidad, Rendimiento y Calidad.

Clasificación del OEE:

OEE	Calificativo	Consecuencias
<65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas. Baja competitividad
≥65% <75%	Regular	Pérdidas económicas. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora
≥75% <85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja
≥85% <95%	Buena	Buena competitividad. Entramos ya en valores considerados 'World Class'
≥95%	Excelente	Competitividad excelente

Clasificación OEE. Fuente. OBS Business School (2015) Máster en Dirección de Producción y Mejora de procesos industriales

Basado en estudios personales llevados a cabo en una empresa de mecanizado de 35 trabajadores y en el análisis de los proveedores de mecanizado que trabajan para dicha empresa. Puede ser habitual encontrarse en una PYME de mecanizado un OEE en torno al 30%, esto afecta significativamente a los resultados económicos de la empresa. Conocer el OEE mediante Industria 4.0 y trabajando con técnicas que lo mejoran, como SMED puede permitir duplicar la productividad y los beneficios económicos de la PYME de mecanizado. (García, 2020)

SMED: por sus siglas en inglés (Single-Minute Exchange of Dies), es una metodología o serie de técnicas, de Lean Manufacturing, que hacen posible la reducción dramática en el cambio de referencia de una máquina, reducir las pérdidas.

El tiempo de cambio de referencia se define como el tiempo que transcurre desde que se produce la última pieza correcta del producto A hasta que se produce la primera pieza correcta del producto. (Ortega, 2008)

Un ejemplo muy sencillo para entender su utilidad. Es la técnica utilizada en Fórmula 1 para conseguir cambiar la rueda de los coches en menos de 10 segundos.

Industria 4.0: conjunto de tecnologías y procesos de producción que comienzan a perfilar lo que será la industria del futuro. Consiste en interconectar todas las partes de una

Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

empresa dando lugar a una automatización efectiva y una empresa más inteligente. (IsoTools, 2018)

Lo más destacado de este nuevo tipo de industria es la automatización para generar y analizar datos o información. Por ejemplo:

- Automatización, robotización.
- Conectividad, Internet of Things.
- Análisis de Información, Big Data.

Automatización y robotización: es un sistema que mediante la colocación de robots o mediante el acoplamiento de diferentes palets permite a las máquinas de mecanizado CNC poder trabajar solas, sin operarios, durante un tiempo determinado. Normalmente en pequeños talleres de mecanizado puede permitir preparar hasta 10 cargas de trabajo que trabajan sin necesidad de operario. Es un sistema muy efectivo pero su implantación suele costar tanto como la propia máquina (costes superiores a 100.000€ para centros de mecanizado del mismo coste), es por esto que suele verse más en grandes empresas que en PYME.

IoT, Internet of Things: concepto de Industria 4.0, consiste en conectar las máquinas productivas a internet para que nos aporten datos sobre su nivel de productividad en tiempo real. Está conectado a la nube, por lo que los datos pueden ser vistos desde cualquier dispositivo conectado a internet.

Big Data: concepto de Industria 4.0, consiste en analizar los datos que se recogen mediante IoT. Puede servir para conocer el OEE de una máquina.

IoT, Big Data, OEE y SMED: relación entre términos:

- **IoT + Big Data nos permiten recoger y analizar datos en tiempo real** sobre la productividad de una máquina. La combinación de IoT + Big Data se ha universalizado en los últimos años, actualmente hay empresas como OEE Sistemas o Machine Inspector de Gindumac que pueden instalarte en la máquina los sensores que capturan y analizan los datos de tu máquina generando el OEE en tiempo real. Los costes son muy asequibles, del orden de 50€/mes/máquina.

Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

En la vida real podemos ver el símil en APP que recogen los datos en tiempo real cuando nos vamos a correr. En el caso industrial las máquinas “nos hablan”.

- **OEE nos mide el % de productividad de una máquina**, su eficiencia. Sería cuando la APP nos indica el ritmo por km, la velocidad media, el desnivel.
- **SMED, es la técnica que nos permite analizar a qué se deben las pérdidas de OEE para reducirlas drásticamente.**

El símil es muy sencillo de entender, hace años medías los tiempos corriendo según tus tiempos a empezar y terminar la carrera. Actualmente, mediante la conectividad de las APPs podemos saber detalles mucho más precisos de nuestro rendimiento deportivo y analizar nuestra evolución para mejorar.

3. Objetivos

Este Trabajo de Fin de Máster plantea los siguientes objetivos generales:

1. Analizar las necesidades para mejorar la productividad en la PYME mediante Industria 4.0 y ODS.
2. Diseñar de un plan de formación en Industria 4.0, productividad y ODS para los estudiantes de FP, Familia Profesional de Fabricación Mecánica, y futuros trabajadores de la PYME aragonesa.
3. Analizar cómo una formación en Industria 4.0, productividad y ODS en la PYME puede impulsar la Cooperación al Desarrollo en Aragón.

En base a los objetivos generales, los objetivos específicos son:

1. Analizar las necesidades para mejorar la productividad en la PYME mediante Industria 4.0:
 - 1.1. Conocer las causas que frenan a la PYME para implantar Industria 4.0.
 - 1.2. Valorar económicamente las posibilidades tecnológicas y humanas a su alcance.
 - 1.3. Proponer una solución para superar las barreras de implantación.
2. Diseñar un plan de formación en Industria 4.0, productividad y ODS para los estudiantes de FP y futuros trabajadores de la PYME aragonesa:
 - 2.1. Objetivos para el docente y centro educativo:

Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

- 2.1.1. Investigar y desarrollar el contenido para poner en marcha una formación en Industria 4.0 y ODS, de implantación sencilla y económica, para los estudiantes de FP, Familia Profesional Fabricación Mecánica.
- 2.1.2. Utilizar técnicas que fomenten el aprendizaje colaborativo, la autonomía en la búsqueda de información, etc. y relacionar estos métodos con las prácticas habituales en el mundo laboral.
- 2.1.3. Invitar a la reflexión sobre la importancia de acercar las metodologías de trabajo en las empresas al ámbito educativo.
- 2.2. Objetivos para los alumnos:
 - 2.2.1. Conocer, evaluar y analizar los resultados que provienen de las herramientas mostradas de Industria 4.0 y ODS.
 - 2.2.2. Mejorar la empleabilidad de los alumnos de formación profesional y promover su adhesión al mundo laboral acercándose a la realidad que se van a encontrar en el futuro.
 - 2.2.3. Trabajar competencias Clave, homogeneizadas a nivel europeo, que están en línea con las competencias analizadas que facilitan la implantación de la Industria 4.0 en la PYME. Competencia digital, social y cívica y, por último, sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.
- 3. Analizar cómo una formación en Industria 4.0, productividad y ODS en la PYME puede impulsar la Cooperación al Desarrollo en Aragón:
 - 3.1. Implantar una formación sencilla y económica tanto a nivel formativo como a nivel empresarial.
 - 3.2. Facilitar la transición de la PYME de Aragón hacia la Industria 4.0, productividad y ODS a través de la educación de los alumnos-trabajadores y su incorporación a las mismas.
 - 3.3. Analizar los beneficios que aporta la PYME a nivel local frente a las grandes empresas.
 - 3.4. Ayudar a impulsar y promover un crecimiento económico y social en Aragón con un proyecto que cuente con una metodología de enseñanza con contenidos digitalizados.

4. Discusión

Análisis de las necesidades para mejorar la productividad en la PYME mediante Industria 4.0:

Para poder superar las barreras para implantar Industria 4.0 en la PYME que describe Benesova (2017) y Justin Wood (2017), las actividades de esta formación están diseñadas para que su implantación en la PYME cumpla:

- Coste económico reducido.
- Superar el 'analfabetismo en Industria 4.0' en la población y los trabajadores.

Coste económico reducido, hay algunas herramientas de Industria 4.0 que son mucho más caras que otras y hace que las grandes empresas tengan mayor facilidad para adaptarse a esta transformación a través de inversiones costosas.

Por un lado, tenemos herramientas de mayor coste de implantación. Por ejemplo, la Robotización o paletización de un Centro de Mecanizado-Torno CNC puede costar a partir de 100.000 € y la necesidad de personal con una formación muy especializada en este ámbito.

Por otro lado, existen herramientas más económicas de implantar en la PYME que aportan y analizan datos de las máquinas de producción (Internet of Things, IoT y Big Data) mediante sensores en tiempo real de una manera económica y que nos permiten tomar decisiones lógicas para poder duplicar la productividad (Chen, 2017). A esto lo llamamos monitorizar las máquinas y tiene un coste mucho más reducido que robotizar o paletizar.

Para detallar los costes para la PYME industrial, hay empresas que ofrecen servicios de monitorización de la maquinaria por 50 €/máquina/mes (Sistemas OEE y Machine Spector). Un coste muy asequible para la mayoría de pequeños talleres. Estas herramientas son sencillas, baratas y lógicas y alimentan automáticamente los indicadores del OEE, además, serían aprovechadas por los alumnos de FP para permitir a la PYME mejorar su productividad tras recibir una formación centrada en innovación y pensamiento crítico (Chen, 2017).

Respecto a la estrategia para alfabetizar en Industria 4.0 nos podemos apoyar en la digitalización de la sociedad (a nivel cultural y técnico) que ya ha penetrado de manera general en todos los estamentos sociales, incluyendo ámbitos rurales.

Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

Chiam Chooi Chea (2019) invita a atender a la Generación “Y” y a la Generación de los Millennials mediante aprendizajes digitales, incentivando el uso de juegos e integrando la conexión con el mundo real de la Industria 4.0.

Diseño de un plan de Formación en Industria 4.0, productividad y ODS en FP

Estudios internacionales han analizado los obstáculos para mejorar la capacidad innovadora de las empresas del sur de Europa. Uno de los factores que impiden el desarrollo de dichas capacidades innovadoras son los bajos niveles de inversión en FP. (Brunet y Rodríguez-Soler, 2014)

Autores como Toner (2009), entre otros, afirman que los puestos intermedios técnicos cualificados por el sistema de FP, contribuyen (o pueden contribuir) a la innovación en las empresas como resultado de su compromiso práctico en el diseño, instalación, operación y mantenimiento de productos y procesos. (Brunet y Rodríguez-Soler, 2014)

Ignasi Brunet y Juan Rodríguez-Soler (2014), respecto a la participación de los trabajadores de FP en innovación, se observa una mayor participación en empresas que fomentan el modo de innovación con un enfoque más colaborativo y participativo entre los departamentos de la empresa, especialmente entre el departamento de innovación (calidad, diseño estratégico, etc.) y las diferentes áreas de producción.

La complementariedad entre la educación, la FP y la innovación parece evidente, a pesar de la poca investigación que se ha realizado en esta línea (Moodie, 2006; Toner, 2009).

Debido a esto en este proyecto se ha investigado y desarrollado una formación en Industria 4.0, productividad y ODS para formar a los nuevos alumnos de FP en estas áreas. Los contenidos han sido filtrados para que sean económicamente viables y fáciles de asimilar para superar las barreras que nos cita Benesova (2017).

El coste económico viable tiene dos implicaciones, (1) el centro formativo y (2) la PYME. En cuanto al centro formativo, el coste económico de la formación es el tiempo que necesites para poder adaptar un utillaje como el que aparece en Anexo I, 5ª sesión, es decir no requiere un desembolso económico extra por parte del centro de formación donde se va a impartir. Por otro lado, en la PYME el coste para implantar la sensorización que permite recoger datos para tener el OEE de manera automática es de 50€/máquina/mes por lo que debido al potencial de poder llegar a duplicar la productividad es un coste mínimo para una herramienta de Industria

Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

4.0, con un retorno de la inversión de pocos meses. (García, 2020)

En las nueve actividades se plantea una metodología de enseñanza práctica e innovadora, dotando al alumno de habilidades necesarias para la Industria 4.0, tales como pensamiento lógico, flexibilidad, autonomía, responsabilidad, capacidad y disposición para aprender cosas nuevas, habilidad con los medios tecnológicos y habilidades lingüísticas (Maisiri, 2019).

La metodología incluye la simulación de un taller de mecanizado en el aula tanto para la sesión 4 (OEE), como para la sesión 5 (SMED) y las necesidades de Programación de la Producción reales de un taller, asignando diferentes roles a los alumnos con los que luego van a tener que convivir y trabajar (Chea, 2019).

Las técnicas de Industria 4.0 propuestas son análogas a la digitalización que los alumnos utilizan en otras actividades cotidianas del día a día para jugar, comunicarse o programar, por lo que serán fácilmente asimilables y se incluirá el uso de las TICs.

De esta manera, el alumno debe ser capaz de dar una solución innovadora a los problemas que se encontrará en el puesto de trabajo y ser un actor importante en el Desarrollo Sostenible de la PYME mediante Industria 4.0 (Chea, 2019).

La inserción de los alumnos de FP en centros de trabajo puede facilitar la transferencia indirecta de innovación hacia las empresas. Esta transferencia indirecta se vincula con las capacidades y conocimientos que los alumnos de FP tienen incorporados en el momento de trabajar en las empresas.

En el futuro, además de la formación reglada y no reglada, los centros de FP pueden ofrecer determinados servicios a las empresas. Entre ellos, el servicio de asesoramiento o consultoría tecnológica. Estos servicios resultan novedosos y deberían darse a conocer a las empresas.

El resultado del diseño de esta formación en Industria 4.0, productividad y ODS se encuentra en el ANEXO I.

Cooperación al Desarrollo en Aragón y formación en Industria 4.0, productividad y ODS en la PYME.

La formación recibida conseguiría que la PYME de Aragón recibiera trabajadores con conocimientos en Industria 4.0 porque, tal y como dicen Ignasi Brunet y Juan Rodríguez-Soler

Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

(2014), si los trabajadores están más formados en FP facilitamos la innovación en la PYME productiva.

Justin Wood (2017) y BlueOrchard Survey (2017) destacan que la innovación de la PYME contribuye a su desarrollo y al aumento de la riqueza local. Además, el peso del empleo de la PYME en Aragón es del 76,7% (Cepyme, 2019).

En Aragón, al igual que a nivel mundial (Wood, 2017), la PYME engloba gran parte del empleo y facturación, pero por otro lado también son las empresas más vulnerables ante los cambios tecnológicos debido al coste y a la formación necesaria. Es por esto que les facilitaría si son acompañadas a nivel político y de gobernanza en este nuevo camino hacia la Industria 4.0 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible como aumento de riqueza, inclusión económica y empoderamiento de la PYME.

Para cuantificar la Cooperación al Desarrollo se utilizan los indicadores ODS. En relación con la PYME, BlueOrchard Survey (2017) destaca que la innovación tecnológica les permite contribuir significativamente al logro de los siguientes ODS:

- ODS 8 - TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO: dado el papel generador de empleo de las PYME, permitir que estas empresas prosperen y prosperen es claramente un área crítica para el logro de este objetivo. El objetivo 8.3 es "Promover políticas orientadas al desarrollo que apoyen actividades productivas, creación de empleo decente, emprendimiento, creatividad e innovación, y alentar la formalización y el crecimiento de las micro, pequeñas y medianas empresas. "
- ODS 9 - INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA: el camino hacia la innovación es necesario en la PYME: todos los propietarios de negocios comienzan con una idea y la desarrollan para crear un negocio viable que satisfaga las necesidades de sus clientes. Pero las PYME, como todas las empresas, requieren apoyo para permitir que esas ideas e innovaciones se materialicen en una empresa exitosa. Estos apoyos incluyen el acceso a servicios financieros, capacidad de acceder a tecnología y personal para llevarlo a cabo.
- ODS 10 - REDUCCIÓN DE LAS DESIGUALDADES: Según Chen (2017), los beneficios de la formación en Industria 4.0 serán aprovechados por la PYME para poder mejorar su productividad, medible a través del indicador LEAN OEE. Chen (2017) y García (2020) expone que es posible duplicar la productividad si se utilizan las herramientas adecuadas.

Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

La reducción de las desigualdades se da al tener capacidad de aportar a las PYME herramientas de mejora de productividad que permiten aumentar los ingresos económicos y, en consecuencia, los de sus trabajadores (la PYME genera el 75% del empleo en Aragón).

- ODS 12 - PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES: la optimización y el máximo aprovechamiento de la maquinaria que surge de la utilización de los indicadores productivos que enseñamos en la formación, como el OEE, está en línea con un mejor aprovechamiento de los recursos energéticos al producir de una manera mucho más eficiente, sostenible y responsable.

Del mismo modo, en Aragón, la PYME lograría aportar al crecimiento económico sostenible aumentando la productividad con el objetivo de crear empleo y reducir la pobreza (Abisuga-Oyekunle et al., 2019) por los siguientes motivos:

- Requieren más mano de obra y menos capital financiero que la gran empresa.
- Permiten que los países sean independientes.
- Necesitan menor capital para comenzar, por lo que está al alcance de más gente para lograrlo. Esto permitiría a las naciones asumir la responsabilidad de su propia innovación, desarrollo y crecimiento.
- Se concentran principalmente en pequeños mercados nacionales y regionales, redistribuyendo la riqueza a nivel local.



ODS. Fuente: ONU <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>

5. Ámbito de aplicación de la formación

El plan de formación se centra en los estudiantes de:

- El título de Técnico Superior de Programación de la Producción en Fabricación Mecánica, módulo profesional de Programación de la Producción.
- Familia Profesional: Fabricación Mecánica.
- Denominación: Programación de la Producción en Fabricación Mecánica.
- Nivel: Formación Profesional de Grado Superior.
- Duración: 2000 horas.
- Referente europeo: CINE - 5b (Clasificación Internacional Normalizada de la Educación).
- Módulo formativo: Programación de la producción.
 - Código: 0163
 - Equivalencia en créditos ECTS: 8
 - Duración total del módulo donde aplica: 105 horas

Se selecciona este título debido a que tienen una excelente salida laboral en el sector industrial (Otero, 2020) (Agencias, 2020). Y es un módulo que puede aportar un gran potencial de mejora a la productividad en la PYME a través de las enseñanzas de productividad que adquieran en este plan de formación en Industria 4.0.

6 de las 8 sesiones podrían ser utilizadas en cualquier ciclo de Formación Profesional que requiera conocimientos de Industria 4.0. Dos de ellas, están centradas específicamente en la Familia Profesional de Fabricación Mecánica, concretamente en mecanizado.

6. Contenidos del plan de formación

A través de la formación diseñada los alumnos aprenderán los siguientes contenidos:

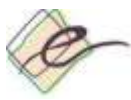
- **Los 9 pilares de la industria 4.0:** conocer las herramientas de Industria 4.0 utilizadas para monitorizar la planta productiva y para qué sirve medir y analizar estos datos.
- **Reconocer KPIs de Lean Manufacturing (indicadores) como el OEE** “Overall Equipment Effectiveness” para analizar la productividad de una máquina mediante la información que proviene de la monitorización.
- **Innovación:** conocer las técnicas actuales para mejorar el OEE medido en el punto anterior. Estas técnicas son como SMED, paletización, amarre múltiple, etc.
- **Utilizar técnicas innovadoras en la impartición de las clases** para fomentar el aprendizaje colaborativo, la autonomía en la búsqueda de información, etc. y relacionar estos métodos con las prácticas habituales en el mundo laboral. Por ejemplo, brainstorming, utilización de las TICs, método del caso para enseñar la técnica SMED en la que simulamos un taller en el aula y aportamos diferentes roles de trabajo a los alumnos para que aprendan haciendo, utilización de QR, etc.
- **ODS**, se enseñará qué son los Objetivos de Desarrollo Sostenible y su conexión con la empresa y la industria 4.0.

Basándonos en el Currículo de Aragón, según la ORDEN de 22 de junio de 2009, el plan de formación ayuda a profundizar en los contenidos del módulo formativo marcados en negrita.

Contenidos: UF0163 12. Programación, documentación y control de la producción.

Duración: 60 horas

Programación de la producción: - Especificaciones técnicas - **Productividad.** - **Políticas de producción.** - **Planificación de la producción.** - Técnicas de programación de la producción: MRP, OPT, JIT - **Métodos y tiempos** - **Capacidad de máquina.** - Carga de trabajo. - Rutas de producción. Hoja de ruta - Lotes de producción. - Camino crítico. Informes técnicos - **Elaboración de planes de producción: estimación de tiempos, determinación de recursos, cálculo de cargas de trabajo y determinación de rutas de fabricación.** - Ingeniería concurrente. - **Software de gestión de la producción GPAO.**



Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

Documentación: - Documentos para la programación de la producción: hojas de ruta, lista de materiales, fichas de trabajo, hojas de instrucciones, planos de fabricación, **Control estadístico del proceso**, etc. - Técnicas de codificación y archivo de documentación. - **Software** de gestión documental de la planificación y **control de la producción**.

Control de la producción: - **Técnicas de control de la producción.** - **Cronometrajes - Estadística.** - **Supervisión de procesos.** - Reprogramación. - Métodos de seguimiento de la producción: PERT, GANTT, ROY, **coste mínimo.** - **Interpretación de los informes de seguimiento y control.**

Resultados de Aprendizaje, RA:

1. Elabora programas de fabricación analizando las capacidades productivas de las instalaciones, sus posibles adaptaciones y las necesidades de aprovisionamiento.
4. Controla la producción relacionando las técnicas para el control con los requerimientos de producción.

7. Metodología del plan de formación

En este apartado de metodología se muestran las actividades de innovación (5.1), planificación (5.2), seguimiento (5.3), evaluación (5.4):

7.1 Actividades docentes diseñadas

Las actividades diseñadas son las siguientes:

- 1º sesión: PRESENTACIÓN, EVALUACIÓN INICIAL E INTRODUCCIÓN A LA INDUSTRIA 4.0, PRODUCTIVIDAD Y ODS
- 2º sesión: LOS 9 PILARES DE LA INDUSTRIA 4.0
- 3ª sesión: DEBATE SOBRE LA TEMÁTICA MOSTRADA EN LAS DOS SESIONES ANTERIORES
- 4ª sesión: OEE y Productividad
- 5º sesión: SMED
- 6ª sesión: ODS – Objetivos de Desarrollo Sostenible
- 7º sesión: EVALUACIÓN FINAL y EXPLICACIÓN TICs

En el ANEXO I se desarrollan cada una de ellas, teniendo también los enlaces a los contenidos de las presentaciones en Power Point y PDF completamente generados para la docencia.

7.2 Planificación temporal del diseño de la formación.

El proyecto está planificado para ser diseñado e impartido por primera vez en 1 curso académico. El objetivo es aprovechar un prototipo en el primer Centro de Formación Profesional para, a través del seguimiento de la formación (según punto 7.3), poder solucionar y mejorar los apartados necesarios.

Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

Proyecto	Formación en Industria 4.0, Productividad y ODS	01/10/2020	30/06/2021
Fases	9 meses	Fecha inicio	Fecha fin
1	Búsqueda de información respecto a Industria 4.0, Productividad y ODS.	1/10/2020	21/10/2020
2	Planificación de la formación (impartición y material a emplear)	22/10/2020	03/11/2020
3	Elaboración de contenidos a impartir (presentaciones y TICs empleadas)	04/11/2020	04/12/2020
4	Elaboración de pruebas evaluables para los participantes	09/12/2020	22/12/2020
5	Realización de una memoria del proyecto y valoración para poder incluirlo en futuros currículos	07/01/2020 ¹	05/02/2021
6	Impartición Primera Sesión	Semana 08-12/02/2021	
7	Impartición Segunda Sesión		
8	Impartición Tercera Sesión	Semana 15-21/02/2021	
9	Impartición Cuarta Sesión		
10	Impartición Quinta Sesión	Semana 22-26/02/2021	
11	Impartición Sexta Sesión		
12	Impartición Séptima Sesión	Semana 01-04/03/2021	
13	Difusión a Equipo del centro	Marzo 2021	Según agenda
14	Difusión a familiares / alumnos del centro	Marzo 2021	Según agenda
15	Participación en programas de radio/prensa	Abril 2021	Junio 2021
16	Difusión en redes sociales	Marzo 2021	Difusión continua
17	Difusión en Jornada de puertas abiertas	Mayo 2021	
18	Difusión	Junio 2021	Septiembre 2021

7.3 Seguimiento de la formación

El seguimiento del proyecto son las acciones que se realizarán para comprobar la correcta ejecución de las actividades planteadas en la planificación temporal. Su objetivo es proporcionar una herramienta para poder valorar el desarrollo del proyecto y tomar acciones correctivas apropiadas cuando la ejecución del proyecto así lo requiera.

Para el seguimiento del proyecto es necesario nombrar un Responsable de Proyecto que será el encargado de liderar el Seguimiento del mismo a través de la metodología que aquí se describe.

A través de la EVALUACIÓN INICIAL-FINAL, **Anexo II**, se pone en marcha la propia intervención en la primera sesión y, en la sexta sesión, nos sirve como indicador para evaluar el grado de adquisición de conocimientos de los alumnos. Esta evaluación tiene 3 apartados diferenciados que permite tomar acciones correctivas de manera colectiva o individualizada:

- Industria 4.0
- Productividad (OEE)
- ODS

El responsable del Proyecto deberá coordinar 3 reuniones que son las siguientes:

- **Reunión previa:** antes de comenzar la formación del alumnado se reunirá a los docentes que deban tomar parte del equipo formativo, además de contar con mínimo 1 miembro de equipo directivo. En esta reunión se mostrarán los objetivos de la formación y se aportará el material didáctico a las personas que vayan a impartir cada una de las 7 sesiones. El responsable del Proyecto deberá realizar un acta de la reunión y compartirla con los asistentes.
- **Reunión intermedia:** tras la 3ª sesión se valorará el progreso del proyecto por parte del equipo y para ello se estudiarán estos objetivos:
 - Análisis de la EVALUACIÓN INICIAL, **Anexo II**, por parte del alumnado.
 - Comunicar el grado de progreso del proyecto.
 - Informar de las incidencias y riesgos encontrados.
 - Proponer un plan de acciones en caso de necesitar correcciones ante contratiempos.

Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

- Comunicar la relación de entregables y cambios que deban ser aprobados.
- **Reunión final:** será necesario volver a valorar los mismos puntos de la reunión intermedia y, además añadir:
 - Análisis de la EVALUACIÓN FINAL, Anexo II, por parte del alumnado.
 - Actualizar el proyecto en función de las acciones correctivas exitosas llevadas a cabo en el desarrollo.

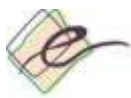
7.4 Evaluación de la formación

Para evaluar si los alumnos han asimilado los contenidos expuestos a lo largo de esta formación, se cuenta con cinco pruebas principales:

1. EVALUACIÓN INICIAL-FINAL → Ver Test en formato Word en **Anexo II**
2. Prueba Abierta One Minute Paper en DEBATE → Ver **Anexo III**
3. Prueba Expresión Oral en DEBATE GENERAL → Ver **Anexo IV**
4. Prueba Expresión Oral en DEBATE OEE → Ver **Anexo V**
5. Prueba Escrita Ejercicio SMED → Ver **Anexo VI**

Se puntuará sobre un total de 10 puntos (100%) y el reparto de los mismos se hará de la siguiente forma:

Test	Sesión	Porcentaje %
One Minute Paper en DEBATE	3	15%
Expresión Oral en DEBATE GENERAL	3	15%
Expresión Oral en DEBATE ODS	4	15%
Ejercicio escrito SMED	5	25%
Kahoot CONOCIMIENTOS GENERALES	6	30%



Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

En cuanto a la parte de evaluación a los docentes, se plantea una Encuesta de Satisfacción de la Formación que los alumnos deben cumplimentar al terminar el mismo (no es necesario que se cumplimente en la última sesión; pueden hacerlo días después, cuando su profesor considere conveniente, y entregar los resultados al profesor que dirija la formación. **Ver Anexo VI.**

Las dimensiones evaluadas serán las siguientes:

- **Curso:** para evaluar si el curso ha cumplido con las expectativas de los alumnos con respecto a los objetivos establecidos
- **Metodología:** para evaluar si el método utilizado y las actividades propuestas han favorecido el aprendizaje de los alumnos
- **Formadores:** para evaluar si los formadores están bien preparados, conocen los temas impartidos en profundidad y fomentan la participación de los alumnos
- **Organización:** para evaluar tanto las instalaciones donde se imparte la formación como el material utilizado durante el desarrollo de la misma.

8. Conclusiones

Como conclusión del trabajo, basándonos en los datos analizados:

1. Analizar las necesidades para mejorar la productividad en la PYME mediante Industria 4.0:
 - 1.1 Se ha descrito cuales son las causas que frenan a la PYME para implantar Industria 4.0, teniendo dos barreras: (1) la económica y (2) la formativa.
 - 1.2 Se ha valorado la posibilidad de sensorizar la maquinaria mediante IoT y Big Data, que tiene un coste de implantación en la PYME asequible y mucho menor que la robotización o la paletización.
 - 1.3 Se ha propuesto el diseño de una formación en Industria 4.0, productividad y ODS para los estudiantes de FP, Familia Profesional Fabricación Mecánica, y futuros trabajadores de las PYMES. Para ello la formación debe contener herramientas que cumplen los dos puntos anteriores.
2. Diseñar un plan de formación en Industria 4.0, productividad y ODS para los estudiantes de FP y futuros trabajadores de la PYME aragonesa:
 - 2.1. Objetivos para el docente y centro educativo:
 - 2.1.1. Se ha investigado y desarrollado el contenido para poner en marcha una formación en Industria 4.0 y ODS, de implantación sencilla y económica, para los estudiantes de FP.
 - 2.1.2. Se utilizan técnicas que fomentan el aprendizaje colaborativo, la autonomía en la búsqueda de información, etc. y se relacionan estos métodos con las prácticas habituales en el mundo laboral. Por ejemplo, en el método del caso se trabaja SMED simulando los roles de un taller de mecanizado y con un utillaje como el que se encontrarán en su vida laboral.
 - 2.1.3. Los debates generados en las sesiones pretenden incentivar la reflexión sobre las ventajas e inconvenientes de trabajar con las nuevas tecnologías.
 - 2.2. Objetivos para los alumnos:
 - 2.2.1. Conocen, evalúan y analizan los resultados que provienen de las herramientas mostradas de Industria 4.0 y ODS. A través del indicador OEE.

Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

2.2.2. Mejoran su empleabilidad promoviendo su adhesión al mundo laboral al acercarles a la realidad que se van a encontrar en el futuro.

2.2.3. Han trabajado competencias Clave, homogeneizadas a nivel europeo, que están en línea con las competencias analizadas que facilitan la implantación de la Industria 4.0 en la PYME. Competencia digital, social y cívica y, por último, sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.

3. Analizar cómo una formación en Industria 4.0, productividad y ODS en la PYME puede impulsar la Cooperación al Desarrollo en Aragón:

3.1. La formación ha sido sencilla, siendo 7 sesiones de 2 horas cada una y además su implantación a nivel empresarial (se enseñan herramientas de IoT y Big Data con coste de 50€/mes/máquina) y educativo es económica (sin inversiones directas).

3.2. Se facilita la transición de la PYME de Aragón hacia la Industria 4.0, productividad y ODS a través de la educación de los alumnos-trabajadores y su futura incorporación.

3.3. En la discusión se han analizado los beneficios que aporta la PYME a nivel local frente a las grandes empresas.

3.4. Existen evidencias que permiten valorar que mediante la formación en Industria 4.0 se puede ayudar a impulsar y promover un crecimiento económico y social en Aragón.

Como conclusión, se ha descrito como poder superar las barreras que tiene la PYME para abordar la innovación centrándonos en herramientas de bajo coste y en la formación de los futuros trabajadores de FP, que son los que tienen una influencia más ligada a procesos de innovación en producción

Por ello, se ha diseñado una formación específica para los centros de Formación Profesional, formando en las mejores competencias para educar en Industria 4.0, Productividad y ODS y llevando la formación a un centro exterior a la PYME para evitar y aislar a los alumnos de los posibles problemas derivados de los condicionamientos formativos por parte la dirección de las empresas. Sumando para aumentar la capacidad de innovación de la PYME.

Finalmente, se relaciona esta capacidad de innovación en la PYME con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y con las ventajas que tiene generar empleo y riqueza a través de una PYME a nivel local y regional, en este caso, en Aragón.

9. Líneas futuras y limitaciones del estudio

En este apartado se pretende analizar las líneas futuras y limitaciones el proyecto, se trabajan en conjunto debido a que las limitaciones pueden ser solucionadas mediante los siguientes pasos a realizar según estos puntos:

- 1- Implantación de la formación en el aula
- 2- Difusión del proyecto de Formación en Industria 4.0, productividad y ODS en FP
- 3- Ampliación de la colaboración entre los Centros de Formación Profesional y la PYME

1. Implantación de la formación en el aula

El contenido del proyecto ha sido teórico, no se ha llevado a la práctica, con excepción de la sesión de SMED que se ha llevado a cabo en La Salle en el Prácticum I, cuyo feedback ha sido muy positivo por parte de los docentes presentes y de los alumnos.

Esto es considerado como una limitación del estudio, al no implantar la formación no se puede valorar de manera práctica que los alumnos adquieren los resultados de aprendizaje necesarios para validar el diseño.

El primer paso sería dar la formación en un Centro de Formación Profesional que cuente con el título de Técnico Superior de Programación de la Producción en Fabricación Mecánica, módulo profesional de Programación de la Producción.

La formación aportada es el primer paso para comenzar la implantación y sigue viva ante las mejoras que se podrán ir acoplando cuando se desarrolle. Es importante dotar de conocimientos a los alumnos para que sepan trabajar en esta nueva realidad de Industria 4.0 conectada y digital, pensando siempre en objetivos éticos y sostenibles.

Esta formación es escalable a nivel global, a diferentes títulos de Formación Profesional realizando pequeños cambios en las dos sesiones específicas del título en el que engloba el proyecto actual. Los contenidos pueden ser utilizados en cualquier lugar, debido a que el material didáctico preparado está colgado en Drive.

2. Difusión del proyecto de Formación en Industria 4.0, productividad y ODS en FP

El objetivo de dar a conocer lo que se ha realizado en este TFM es que cualquier miembro de la comunidad educativa o de fuera de ella conozca lo que se ha hecho e incluso poder crear

Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

sinergias para intercambiar conocimientos y experiencias.

El proyecto está diseñado para poder ser de aplicación en los centros en los que se imparten Ciclos Formativos de Formación Profesional, tanto de Grado Medio como el Grado Superior, en la Familia Profesional de Fabricación Mecánica.

El conocimiento de este proyecto puede ayudar a los alumnos a conocer de antemano lo que pueden encontrar en muchas empresas y a partir de ahí, en la empresa, aportar conocimientos propios del currículo del título y otros de fuera de él, pero totalmente presentes en el mundo laboral actual.

Por tanto, y al estar en un contexto escolar y empresarial, la difusión del proyecto irá dirigida principalmente a los diferentes estamentos del centro:

- Equipo Directivo
- Consejo Escolar
- Claustro de Profesores
- Familias (AMPA)
- Alumnado
- Centros de Formación Profesional de Aragón, incluyendo los rurales.

Y agentes empresariales:

- Clústeres de Aragón: CAAR, AERA, TECNARA, ALIA
- ITAINNOVA, ZLC
- AEFA: Asociación de Empresas Familiares de Aragón
- CEPYME Aragón: Confederación Española de la Pequeña y Mediana Empresa

Tras la formación, se informará al Equipo Directivo, Consejo Escolar y Claustro de Profesores de los resultados del proyecto en el centro donde se imparta. Se les expondrá en qué consiste y las intenciones de difundirlo al resto de alumnado y sus familias.

Para darlo a conocer a las familias, concertaremos reuniones vía AMPA.

Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

En cuanto al resto de alumnos del centro, la difusión se realizará mediante exposiciones en el hall/pasillos de los centros, redes sociales, webs, etc.

Respecto a la difusión para dar a conocer el proyecto fuera del centro educativo, se planifica la participación en un programa de radio y una nota de prensa/artículo en uno o varios periódicos locales y enviar dicha información a los agentes empresariales y centros de Formación Profesional nombrados anteriormente.

Para su utilización en las zonas rurales de Aragón, el proyecto será enviado, en concreto, a los centros de Formación Profesional que se encuentran en Tamarite, Calatayud, Monzón y Utrillas. De esta manera, puede ser utilizado como herramienta para mejorar la empleabilidad de estas regiones, su innovación y su desarrollo.

A continuación, mostramos un cuadro resumen con las modalidades de difusión, sus destinatarios y un planning orientativo que puede variar en función de las agendas de los participantes.

ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN SEGÚN DESTINATARIOS	FECHA DEL ACONTECIMIENTO DEL AÑO 2021
Centro de Formación Profesional inicial	
Presentación al Equipo Directivo	MARZO 2021 (según agenda de los implicados)
Presentación al Consejo Escolar	MARZO 2021 (según agenda de los implicados)
Presentación al Claustro	MARZO 2021 (según agenda de los implicados)
Presentación a los padres	MARZO 2021 (según agenda de los implicados)
Exposición en el hall/pasillos del centro	MARZO 2021 en adelante
Redes sociales (instagram, facebook)	MARZO 2021 (difusión continua)
Revista del Centro Escolar	ABRIL 2021
Presentación a alumnos que muestren interés en el proyecto tras conocerlo por las exposiciones,	Programar talleres / seminarios según número de participantes, disponibilidad de salas y agenda

Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

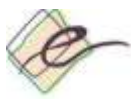
redes sociales, etc. en forma de talleres / seminarios	alumnos y docentes
Agentes empresariales	
Artículos y notas de prensa	JUNIO – SEPTIEMBRE 2021
Periódicos, revistas y radio	
Participación en Programa de radio	ABRIL-JUNIO 2021
Artículo/nota de prensa en periódico local	ABRIL-JUNIO 2021
Centros de FP	
Correo electrónico, notas de prensa y planificación y diseño de la formación si fuera de interés.	JUNIO- SEPTIEMBRE 2021

3. Ampliación de los servicios de los Centros de Formación Profesional a la PYME

Existen muchos métodos en los cuales los Centros de Formación Profesional y la PYME colaboran de manera habitual (FCT, dual, etc). Sin embargo, una limitación del proyecto está en la poca colaboración que se establece entre el Centro de Formación Profesional y la PYME en cuanto a implantación de Industria 4.0 y consultoría tecnológica. Por ello se plantea que sea el alumno-trabajador el que empiece a establecer la conexión entre los conocimientos aprendidos de Industria 4.0 y su aplicación en la PYME para, a partir de ahí, poder seguir construyendo y ampliando la colaboración del Centro de FP y la PYME.

Para reducir esta limitación se pueden ampliar las colaboraciones entre los Centros de Formación Profesional y la PYME, basándonos en el artículo de Rosenfeld (1989) que sugiere que Centros de Formación Profesional estaban en una posición mejor que las universidades para ponerse al servicio de la PYME. En este sentido, Rosenfeld la ayuda a la PYME en el despliegue de la tecnología, la innovación y la cooperación entre empresas.

Respecto a las posibles contribuciones de los centros de FP a las empresas, la vía de los servicios de innovación supone una forma de transferencia más significativa que la que se puede generar mediante la FCT (Formación en el Centro de Trabajo que los alumnos realizan como “prácticas”). Sin embargo, existe una serie de obstáculos al desarrollo y consolidación de este tipo de acciones. Entre otros, destaca un bajo conocimiento de estos servicios por



Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

parte de las empresas, la competencia de otros agentes de innovación, la reticencia de las empresas a contratar dichos servicios o la limitada promoción de los centros de FP. Aun así, la propia dinámica de los centros de FP permite una mejor adaptación a los ritmos y necesidades de las empresas (especialmente, la PYME) que la que muestran otros agentes de I+D como las universidades.

10. Bibliografía

Abisuga-Oyekunle, O. A., Patra, S. K., y Muchie, M. (2019). SMEs in sustainable development: Their role in poverty reduction and employment generation in sub-Saharan Africa. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*.
<https://doi.org/10.1080/20421338.2019.1656428>

Agencias. (22/06/2020). *EMPRESA / En Cataluña 7 de cada 10 titulados en FP de fabricación mecánica tienen trabajo* - murcia.com. Recuperado de
<https://www.murcia.com/empresas/noticias/2020/06/22-en-cataluna-7-de-cada-10-titulados-en-fp-de-fabricacion-mecanica-tienen-trabajo.asp>

AI4.0-Gobierno de Aragón. (2019). *Portal de Apoyo al despliegue de la Industria 4.0 en las empresas de Aragón*. Recuperado de [__https://aragonindustria40.es/index.php/que-es-industria-4-0/](https://aragonindustria40.es/index.php/que-es-industria-4-0/)

Atresmedia/IESE. (2018). *Reflexiones sobre la Formación Profesional de Grado Medio y Superior en España*. Recuperado de <https://www.descubrelafp.org/proyecto/reflexiones-sobre-fp-espana/files/assets/common/downloads/publication.pdf?uni=fb1cf47330daeef27805f021db83fbf0>

Benešová, A., y Tupa, J. (2017). *Requirements for Education and Qualification of People in Industry 4.0*. *Procedia Manufacturing*, 11, 2195–2202.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.366>

BlueOrchard Survey. (2017). *SMEs and SDGs: Supporting Small and Medium Enterprises to Achieve the Sustainable Development Goals*. Recuperado de
<https://www.findevgateway.org/paper/2017/11/smes-and-sdgs-supporting-small-and-medium-enterprises-achieve-sustainable-development>

BOA. (26/12/2019). ORDEN ICD/1709/2019, de 10 de diciembre, por la que se convocan para el ejercicio 2020 Ayudas para la Industria Digital, Integradora y Sostenible, en el marco del Programa de Ayudas a la Industria y la PYME en Aragón (PAIP). Zaragoza, España. Recuperado de <http://www.boa.aragon.es/cgi-bin/EBOA/BRSCGI?CMD=VEROBJ&MLKOB=1100382903939&type=pdf>

Bustos, A., y Román, M. (n.d.). *LA IMPORTANCIA DE EVALUAR LA INCORPORACIÓN Y*

Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

EL USO DE LAS TIC EN EDUCACIÓN THE IMPORTANCE OF EVALUATING THE INCORPORATION AND USAGE OF ICT IN EDUCATION A IMPORTÂNCIA DE AVALIAR A INCORPORAÇÃO E USO DAS TIC NA EDUCAÇÃO. Recuperado de <http://www.rinace.net/riee/numeros/vol4-num2/editorial.pdf>

C. Cortinas. (noviembre, 2018). La Industria 4.0 avanza a dos velocidades. Madrid, España. *Cinco Días*. Recuperado de https://cincodias.elpais.com/cincodias/2018/11/27/companias/1543338916_331271.html

Cabero Almenara, J. (2010). *The challenges of the TICs integrating's in education. Limits and possibilities*.

Cepyme. (mayo 2019). *La PYME, esencia del tejido social aragonés*. Zaragoza, España. Recuperado de <http://www.cepymearagon.es/wp-content/uploads/La-pyme-esencia-del-tejido-social-aragon%C3%A9s-CEPYME-Arag%C3%B3n.pdf>

Chen, B., Wan, J., Shu, L., Li, P., Mukherjee, M., y Yin, B. (2017). Smart Factory of Industry 4.0: Key Technologies, Application Case, and Challenges. *IEEE Access*, 6, 6505–6519. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2783682>

Chiam Chooi Chea, y Joshua Tan Juat Huan. (2019, April 18). Higher Education 4.0: The Possibilities and Challenges. Journals-Paper Information - *American Institute of Science*. Recuperado de <http://www.publicscienceframework.org/journal/paperInfo/jssh?paperId=4421>

Dario Nuñez, R. (09/05/2019). A la caza (casi desesperada) de titulados de FP. Huesca, España. *Heraldo*. Recuperado de <https://www.heraldo.es/noticias/aragon/huesca/2019/05/08/feria-empleo-huesca-titulados-fp-formacion-profesional-1313651.html>

Europa Press. (24/01/2020). El Departamento de Educación incluirá contenidos digitales en todos los ciclos de Formación Profesional - Noticias Aragón - *El Periódico de Aragón*. Recuperado de https://www.elperiodicodearagon.com/noticias/aragon/departamento-educacion-incluire-contenidos-digitales-todos-ciclos-formacion-profesional_1405996.html

Fuentes, M. (12/10/2019). El Gobierno de Aragón pide al Estado la cesión del Pabellón de España para articular su campus digital. *Heraldo*. Recuperado de <https://www.heraldo.es/noticias/aragon/2019/10/12/el-gobierno-de-aragon-pide-al-estado-la-cesion-del-pabellon-de-espana-para-articular-su-campus-digital-1338066.html>

Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

García, A. (2020). *Mejoras productivas para duplicar el EBITDA mediante LEAN, OEE y la Industria 4.0*. Zaragoza: TFM MBA Ceste.

Hernandez, R. M. (2017). Impacto de las TIC en la educación: Retos y Perspectivas. *Propósitos y Representaciones*, 5(1), 325. <https://doi.org/10.20511/pyr2017.v5n1.149>

IsoTools (2018) *¿Qué es la industria 4.0 y qué se necesita saber sobre este concepto?*
Recuperado de <https://www.isotools.org/2018/07/12/industria-4-0-que-debemos-saber/>

Justin Wood. (2017). ASEAN 4.0: What does Fourth Industrial Revolution mean for regional economics integration? <https://doi.org/10.22617/TCS179126-2>

Maisiri, W., Darwish, H., y van Dyk, L. (2019). An investigation of industry 4.0 skills requirements. *South African Journal of Industrial Engineering*, 30(3), 90–105. <https://doi.org/10.7166/30-3-2230>

Malbernath, L. R. (2011). *TICs en educación: competencias docentes para la innovación en pos de un nuevo estudiante*.

Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. (2019). *ACTIVA Industria 4.0*. Recuperado de <https://www.industriaconectada40.gob.es/programas-apoyo/Paginas/activa.aspx>

Ortega, F. (2008). *Lean Manufacturing en español: ¿Qué es SMED?* Recuperado de <https://lean-esp.blogspot.com/2008/10/qu-es-smed.html>

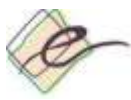
Otero, S. (17/02/2020). *Ciclos con pocos alumnos y mucha salida - Faro Educa*. Recuperado de <https://www.faroeduca.es/actualidad/ciclos-fp-demanda-alumnado-salida.html>

PAIP-Gobierno de Aragón. (septiembre 2016). Programa de ayudas a la industria y la PYME en Aragón (PAIP). Zaragoza, España. Recuperado de <https://www.aragon.es/-/programa-de-ayudas-a-la-industria-y-la-pyme-en-aragon-fomento-industrial-y-pyme-economia-industria-y-empleo-departamentos-y-organismos-publicos-gobierno-de-aragon>

Rafael Merino y Saturnino Martínez. (2012). *La formación profesional y la desigualdad social*. Recuperado de https://josamaga.webs.ull.es/FP_CdP.pdf

Raposo-Rivas, M., y Esther Martínez-Figueira, M. (2014). Evaluación educativa utilizando rúbrica: un desafío para docentes y estudiantes universitarios. *Educ. Educ*, 17(3), 499–513. <https://doi.org/10.5294/edu.2014.17.3.6>

Significados. (2019). *Significado de Productividad (Qué es, Concepto y Definición)* - Recuperado de <https://www.significados.com/productividad/>



Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

Stål, H. I., y Babri, M. (2020). Educational interventions for sustainable innovation in small and medium sized enterprises. *Journal of Cleaner Production*, 243. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118554>

Rodríguez, S. D., y González, M. F. (2018). ANÁLISIS DE LA IMPLANTACIÓN DE LAS TIC EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA. TENDENCIAS TECNOLÓGICAS ACTUALES. *Revista De Estilos De Aprendizaje*, 11(22). Recuperado a partir de <http://revistaestilosdeaprendizaje.com/article/view/1082>

11. Anexos

11.1 Anexo I: Desarrollo de las actividades de innovación docente.....	33
11.2 Anexo II: EVALUACIÓN INICIAL-FINAL (sesión 1-6)	51
11.3 Anexo III: Prueba abierta, One minute paper en debate (sesión 3)	57
11.4 Anexo IV: Prueba expresión oral en debate general (sesión 3) y en debate OEE (sesión 4)	59
11.5 Anexo V: Ejercicio práctico SMED (sesión 5)	61
11.6 Anexo VI: Encuesta de satisfacción final (sesión 7)	63

11.1 Anexo I: DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES DE INNOVACIÓN DOCENTE

1ª sesión: PRESENTACIÓN, EVALUACIÓN INICIAL E INTRODUCCIÓN A LA INDUSTRIA 4.0, PRODUCTIVIDAD Y ODS

En azul: herramientas/metodologías/técnicas/apps/TICs utilizadas

Comenzaremos con una breve presentación para exponer los objetivos y contenidos de este proyecto.

Los **objetivos** son los siguientes:

1. Dar a conocer a alumnos y docentes de FP la importancia de la industria 4.0 en la empresa y la vinculación del ámbito educativo con la misma.
2. Invitar a la reflexión sobre la importancia de acercar las metodologías de trabajo en las empresas al ámbito educativo

¿**Cómo** vamos a realizar esta formación?

- Utilizando técnicas innovadoras en la impartición de las clases para fomentar el aprendizaje colaborativo, la autonomía en la búsqueda de información, etc. y relacionando estos métodos con las prácticas habituales en el mundo laboral.
- **¿Por qué?** Para preparar a los alumnos en su incorporación al mundo laboral acercándoles a la realidad que van a encontrar en el futuro.
- Para preparar a los alumnos en su incorporación al mundo laboral acercándoles a la realidad que van a encontrar en el futuro.

Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón



Para que podamos evaluar sus conocimientos acerca de los temas que trataremos, haremos una **pequeña prueba de conocimientos**, que consiste en un test de 25 preguntas.

Cada pregunta está puntuada con 40 puntos, de tal forma que, si alguien contesta a todas de manera correcta, conseguirá los 1000 puntos totales de la prueba. Esta prueba se ha realizado con la **herramienta Kahoot**.

Podemos ver el test en este enlace: <https://play.kahoot.it/v2/?quizId=56eb5246-8e4d-48ff-aa90-d933fc41dd34> (Ver word correspondiente en **Anexo I**)



Utilizaremos dicha herramienta porque con ella, podemos hacer el test de manera individual o por equipos para fomentar la competitividad, y es una herramienta muy lúdica.

Tras realizar el test, proyectaremos una presentación de **Power Point** que incluye una línea del tiempo en la que mostramos la historia de los procesos de manufactura comenzando desde que se acuña la palabra Manufactura y terminando en la Industria 4.0; también se incluye una infografía con la misma información expuesta de manera diferente y varias diapositivas en las que mostramos brevemente los conceptos básicos de Industria 4.0, Productividad y Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Enlace al **Power Point**:

Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

https://drive.google.com/file/d/1QI9tNTS93qvBDR_7iM1bGwgjiW9pEH0V/view?usp=sharing

Podemos ver la línea del tiempo elaborada con **Tiki-Toki** en este enlace: <https://www.tiki-toki.com/timeline/entry/1383478/Historia-de-los-Procesos-de-Manufactura/>

En ella, se hace un repaso por los acontecimientos más relevantes durante toda la etapa industrial, desde la aparición de la palabra Manufactura hasta la Industria 4.0.



Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

La infografía, elaborada con **Canva** pueden verla también en el enlace siguiente:
<https://www.canva.com/design/DAD1aqYeOHO/3GdQUsrZwksL6daWcLU-xg/edit>

En ella se puede ver, de manera conjunta, esa evolución a lo largo de los años, de la Historia de los Procesos de Manufactura



2ª sesión: LOS 9 PILARES DE LA INDUSTRIA 4.0

Al comienzo de esta Segunda Sesión, repasaremos brevemente lo tratado en la Primera.

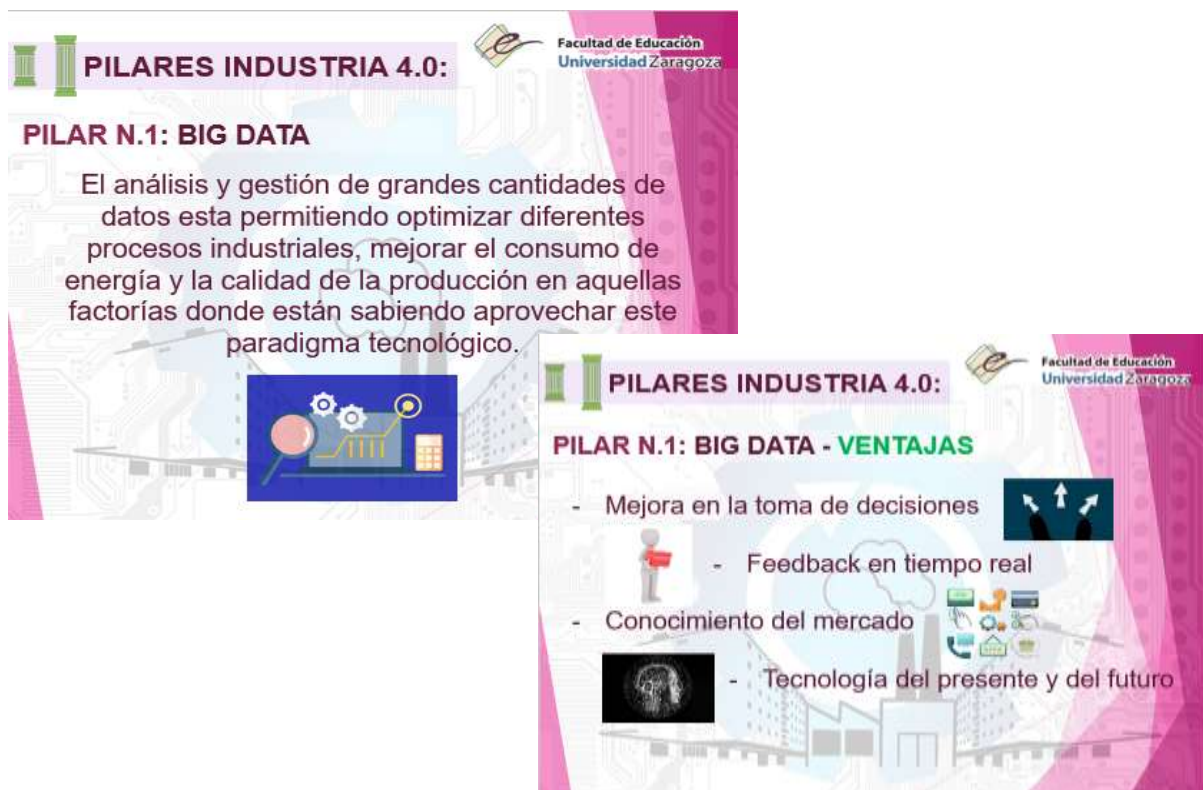
Tras este repaso, proyectaremos una presentación de **Power Point** en la que explicaremos detalladamente cuáles son los 9 pilares de la Industria 4.0 y *en qué consisten*, haciendo hincapié en las *ventajas* de cada uno de ellos.

<https://drive.google.com/file/d/1JHAbtLCjMdOehLrXi7ORNkTNmW5e3tkX/view?usp=sharing>

Los 9 pilares de los que hablaremos son:

1. Big Data
2. Simulación
3. Fabricación Aditiva
4. Ciberseguridad
5. Cloud Computing
6. IoT: Internet de las Cosas
7. Sistemas Ciberfísicos y Robótica
8. Integración
9. Realidad Aumentada

Un ejemplo lo vemos a continuación:



Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

Para cada uno de esos pilares, mostraremos también un vídeo para completar las explicaciones y puedan ver ejemplos y comprender mejor los contenidos de la presentación.



Una vez terminada, propondremos una **Flipped Classroom** (o clase invertida). En este modelo pedagógico, los alumnos adquieren conocimientos antes de la clase (en sus hogares), y después, comparten dichos conocimientos y posibles dudas al docente durante la clase.

En la figura siguiente, vemos la diferencia entre el modelo tradicional y este enfoque:



Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

Para facilitarles la búsqueda de información acerca del tema propuesto, se les proporcionarán varios enlaces web en los que podrán encontrar fácilmente información clara y con la que podrán completar perfectamente la información proporcionada durante la Segunda Sesión.

Estos enlaces web se encuentran en una webmix de la **herramienta Symbaloo**, diseñada especialmente para este proyecto:

El enlace es el siguiente: <https://www.symbaloo.com/mix/industria40> y se verá como se refleja en la siguiente imagen:



NOTA: en este punto de la formación, no se proporciona este enlace, ya que, en él, hay información que aún no ha sido dada, por lo que más adelante, en la 7ª sesión se explicará y facilitará explicando previamente la conexión entre todas estas herramientas/TICs con la educación.

3ª sesión: DEBATE SOBRE LA TEMÁTICA MOSTRADA EN LAS DOS SESIONES ANTERIORES

Comenzaremos la Tercera Sesión comentando qué información han encontrado acerca de la temática mostrada en los enlaces proporcionados en la sesión previa.

En caso de dudas, procederemos a su resolución, bien los formadores u otro compañero/a que pueda aclarar esas dudas.

Tras la “ronda” de comentarios/ preguntas / dudas, propondremos un **DEBATE**, apoyándonos en una presentación de **Power Point**, enlace a continuación:

<https://drive.google.com/file/d/1ch7I5CjFs-IK40ZhaMcR9zyDZJMEe6qd/view?usp=sharing>

El título de este debate será: **Impacto de las nuevas tecnologías en la empresa actual**



Como, al término de esta sesión, propondremos una prueba abierta, como, por ejemplo, un “**ONE MINUTE PAPER**” en el cual deberán escribir un resumen de las conclusiones extraídas del debate para evaluar su capacidad de síntesis/resumen y extracción de conclusiones de una manera rápida y también evaluaremos mediante una rúbrica cómo se han desenvuelto en el debate, evaluando aspectos como si mantienen la lógica al argumentar, si tienen una buena expresión verbal y no verbal, si respetan al resto de participantes, etc., les proporcionaremos dichas **Rúbricas** para que sepan qué aspectos van a ser evaluados en ambas rúbricas..

Corubrics – Enlace para formulario de evaluación Prueba ONE MINUTE PAPER:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSemNh_cKL-8X_J7UpdJcDsgMkUTwgh3dzCcZHBpQfK1afQRCQ/viewform (Ver Anexo III)

Corubrics – Enlace para formulario de evaluación Expresión Oral en DEBATE:

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfSsc5Y2463iwB4d5EzxRZEhJHhai8imSBeESUMKH7ZrqaHXQ/viewform> (Ver Anexo IV)

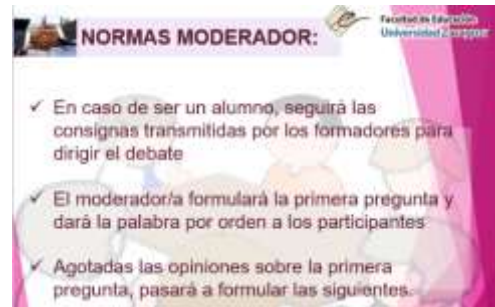
Con esto pretendemos que los alumnos sean evaluados de forma objetiva y coherente; mientras que los docentes pueden especificar qué esperan de ellos y cuáles son los criterios con los cuales se va a calificar un trabajo

Tras proporcionar ambas rúbricas, pasaremos a elegir un moderador/a (puede ser uno de los formadores o uno de los alumnos) y estableceremos unas normas para debatir de manera ordenada y educada.

Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

Son las siguientes:

- Moderador:
 - En caso de ser un alumno, seguirá las consignas transmitidas por los formadores para dirigir el debate
 - Agotadas las opiniones sobre la primera pregunta, pasará a formular las siguientes.
- Participantes
 - Respetar la palabra de cada ponente
 - Ponerse en el lugar de los demás
 - Ser breve y concreto al hablar
 - Ser tolerante respecto a posibles diferencias
 - Evitar los gritos para acallar a otro interlocutor
 - No burlarse de la intervención de nadie



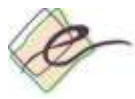
Plantearemos las siguientes 3 preguntas para que sirvan de guía:

- ¿Cómo creéis que se puede utilizar esta tecnología para ser más productivos en una PYME de mecanizado?
- ¿Cómo podemos hacer que todos los trabajadores comprendan la importancia de aplicar estas tecnologías y, sobre todo, que no se queden atrás, anclados en formas de trabajar que ya están obsoletas?
- ¿Creéis que la Industria 4.0 puede ayudar el desarrollo de la PYME de mecanizado en Aragón? ¿por qué? ¿Creéis que se destruye empleo o que, por el contrario, da más oportunidades de empleo?

Durante el debate, uno de los formadores anotará en la pizarra los argumentos a favor y en contra por cada una de las preguntas formuladas.

Una vez terminado el debate, realizarán la prueba One Minute Paper. Ver **Anexo III**

Los resultados de ambas evaluaciones se darán en la 7ª sesión.



4ª sesión: OEE y Productividad

En esta sesión se explica a los alumnos que es el indicador universal OEE, que sirve para medir la productividad de las máquinas en un taller de mecanizado.

Aprenderán cómo calcularlo a través del desarrollo de un caso real de taller de mecanizado y para qué sirve, es decir, los problemas típicos que penalizan el indicador en un taller y cómo solucionarlos para mejorar el OEE (introduciendo la técnica SMED que veremos en la siguiente sesión).

El OEE contiene 3 indicadores en uno, combina:

- Disponibilidad: % tiempo máquina funcionando vs tiempo disponible. Ej. 50%
- Eficiencia o Rendimiento: % velocidad de trabajo vs velocidad máxima. Ej. 80%
- Calidad: % de piezas defectuosas vs piezas buenas. Ej. 95%
- $OEE = Disponibilidad \times Eficiencia \times Calidad = 50\% \times 80\% \times 95\% = 38\%$ (este Centro de Mecanizado estaría trabajando a menos de la mitad de su capacidad)

Una vez visto este ejemplo práctico se trabajará con los alumnos como mejorar este indicador, qué herramientas existen para solucionar cada punto, los problemas que los ocasionan y su repercusión económica. Para ello se saldrá al taller para poder valorar cuales son los defectos más recurridos en cada caso.

Además, el concepto de OEE se conecta con las tecnologías de Industria 4.0 que permiten monitorizar en tiempo real un centro de mecanizado mediante:

1. La captura de datos (IoT)
2. Análisis de los mismos para conocer el OEE (Big Data)
3. Su acceso everywhere desde cualquier dispositivo conectado a internet (Cloud Computing)
4. Esta implantación tiene un coste de unos 50€/mes por máquina por lo que es asequible a la gran mayoría de PYME de mecanizado en Aragón.

En el transcurso de la sesión se incita a la reflexión a través de preguntas que pueden hacerles pensar en los conceptos de productividad y su importancia para el desarrollo de la industria, finalizando con un debate conjunto sobre productividad e Industria 4.0.

Evaluación OEE: Como ejercicio entregable, cada alumno debe responder las preguntas del debate de manera individual para que el profesor pueda valorar si comprenden la importancia de los conceptos. (**Ver Anexo VI**).

Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

Material didáctico: para mostrar los contenidos se ha desarrollado una presentación **Power Point** y un PDF. En el siguiente enlace a Drive se puede ver la presentación:

<https://drive.google.com/drive/folders/184Aoj28WrdsJfgvX4FaHwWcly5vTC5e4?usp=sharing>



5ª sesión: SMED

En esta sesión se explica a los alumnos la técnica SMED (Single Minute Exchange of Die), que se utiliza, entre otras cosas, para mejorar el indicador OEE que ya conocen de la sesión anterior.

En concreto, SMED se centra en mejorar la Disponibilidad de las máquinas y lo aplicaremos en un centro de mecanizado.

Utilizaremos el **Método del caso**, una metodología activa de enseñanza-aprendizaje que les permitirá investigar un problema real y específico para conocer cómo analizar las pérdidas productivas, contemplar varias perspectivas y concluir en una solución, esto son capacidades valiosas que deben adquirir para ejercer con éxito su profesión.

A través del Método del caso, simularemos su futura labor como operario de producción en un taller de mecanizado. Tendremos preparado un utillaje que 1 de los alumnos debe desmontar y montar mientras se le cronometra. Tras realizarlo analizaremos los pasos que ha utilizado el alumno entre todos para que aprendan las 5 etapas del proceso SMED (Observar, identificar + separar, convertir, refinar y estandarizar).

Una vez realizada la técnica SMED, el alumno volverá a realizar la tarea, que ha sido optimizada entre todos y podrán comprobar que fácilmente se consiguen reducciones del 50-

Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

70% de tiempo de cambio del utillaje.

Como ejercicio final, utilizaremos los 2 tiempos analizados (1) antes y (2) después de SMED para calcular entre todos el beneficio económico que eso supone al taller de mecanizado. Ya que cuando consigues verlo en € el impacto es mucho mayor.

Además, aprovecharemos el conocimiento que tenemos de la sesión anterior de OEE para calcular el mismo antes y después de SMED.

Para el ejercicio utilizaremos estos datos que aparecen en el Anexo IV:

- Venta de la pieza mecanizada: 10€/pieza
- Tiempo de mecanizado: 10 min/pieza
- Se trabaja 2 turnos de 16 horas
- Los dos tiempos de cambio (antes y después de SMED).
- Para el OEE contaremos con un Rendimiento del 80% y calidad del 95%

Evaluación SMED: Una vez realizada en clase de manera conjunta, deberán realizarla los propios alumnos en su casa. La tarea entregable será evaluada y ponderará para la nota final de las sesiones impartidas. (**Ver Anexo V**)

Material didáctico: para mostrar los contenidos se ha desarrollado una presentación Power Point que acompaña al desarrollo del Método del Caso.

https://drive.google.com/file/d/1p-WmEEnRj4UIZ2ae_sirX0gvznGd99C_/view?usp=sharing

INTRODUCCIÓN:

SMED son las siglas de Single Minute Exchange of Die que significan "Cambio de útiles en un sólo dígito" (en menos de 10 minutos).

ETAPAS:

- ETAPA 1: DESMONTAR Y LIMPIAR EL PROCESO. Se va desmontando la herramienta interna de la máquina.
- ETAPA 2: IDENTIFICAR Y SEPARAR. Separación de las herramientas de preparación interna de las de preparación externa.
- ETAPA 3: CONVERTIR INTERNOS EN EXTERNOS. Conversión de preparación interna en externa.
- ETAPA 4: REDUCIR TODO AL MÍNIMO. Reducir todos los aspectos de las operaciones de preparación.
- ETAPA 5: ESTANDARIZAR. Garantizar que los nuevos cambios sean rápidos y fáciles.

Utilillaje diseñado y fabricado en La Salle Santo Ángel para una práctica impartida por el autor de este proyecto durante el Prácticum

1*

Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

***NOTA:** Esta práctica fue ya realizada durante la fase de Prácticum 1 con alumnos de IG-CSM2 (Interpretación Gráfica, Segundo curso de Ciclo Superior Mecánico y FAV-CMM1 (Fabricación por arranque de viruta, primer curso de Grado Medio Mecánico) con un feedback muy positivo tanto de los dos profesores como de los alumnos.

6ª sesión: ODS – Objetivos de Desarrollo Sostenible

En esta sesión se enseñará a los alumnos una introducción a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, conectando con el debate de la 3ª y 4ª sesión.

Mientras proyectamos los 17 ODS en la web de la ONU se les introducirá a los mismos y comenzaremos un debate sobre cuáles de ellos pueden ser solucionados mediante la Industria 4.0 en la PYME.

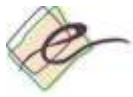
Se les explicarán las razones mediante las cuales a través de la tecnología (Industria 4.0) y la productividad (OEE) de la PYME de Aragón se puede ayudar a colaborar en algunos de los ODS, como los objetivos 8, 9, 10 y 12:

- ODS 8: colaborar en crear Trabajo decente y crecimiento económico.
- ODS 9: permite tener una Industria innovadora.
- ODS 10: reduce las desigualdades al tener capacidad de aportar a la PYME herramientas para poder mejorar las condiciones económicas de sus trabajadores (la PYME genera el 75% del empleo en Aragón).
- ODS 12: la optimización y el máximo aprovechamiento de la maquinaria (OEE) permite producir de una manera mucho más eficiente, sostenible y responsable.



Material didáctico: el material necesario será una conexión a internet y el proyector para poder introducirnos a la web de los ODS.

Evaluación FINAL: para finalizar, se repetirá la misma prueba que hicieron el primer día vía [Kahoot](#) para comprobar la adquisición de conocimiento de todas las sesiones y compararemos los resultados de ambas pruebas.



Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

Podemos ver el test en este enlace: <https://play.kahoot.it/v2/?quizId=56eb5246-8e4d-48ff-aa90-d933fc41dd34>



7º sesión: EVALUACIÓN FINAL y EXPLICACIÓN TICs

En esta 7ª sesión dedicaremos 30 minutos a dar resultados de manera individual y feedback general de las 2 evaluaciones realizadas en la 3ª sesión: DEBATE

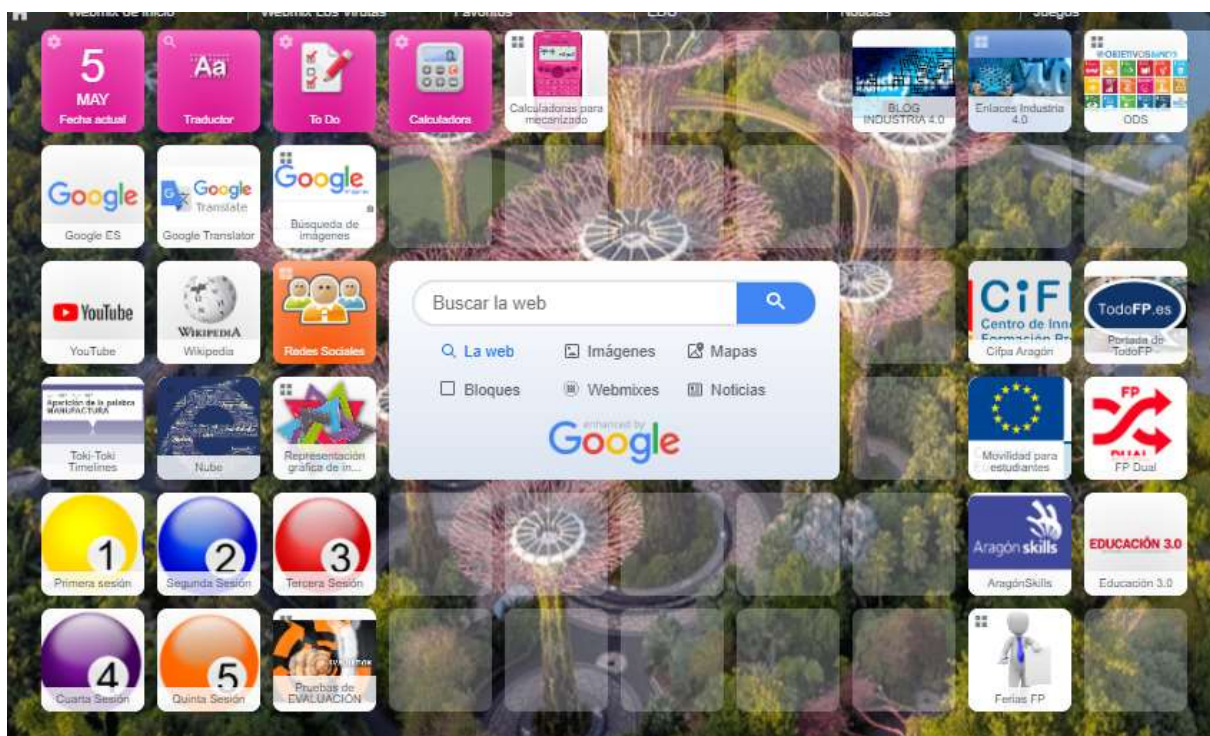
Se dedicarán 10 minutos para comentarios/preguntas sobre ambas evaluaciones.

Durante la siguiente hora, se procederá a explicar la conexión entre el tema explicado y las TICs utilizadas durante todo el proyecto.

Tanto los contenidos impartidos como las webs que se les proporcionaron en la 2ª sesión están recogidos en una webmix de **Symboloo** (<https://www.symboloo.com/mix/industria40>) junto con mucha más información que se ha incluido por considerarla importante para la preparación de los estudiantes de este Ciclo Formativo en su futura incorporación en el mundo laboral.

Symboloo es una herramienta que genera escritorios web con un diseño webmix muy moderno y fácil de utilizar.

Permite crear varios escritorios (personal, de trabajo, temáticos, etc.) así como compartirlos con otros usuarios. En este caso, esta webmix se ha creado para gestionar una serie de bloques que contienen información relacionada con el tema de este proyecto y poder acceder a ellos desde cualquier dispositivo con conexión a internet.

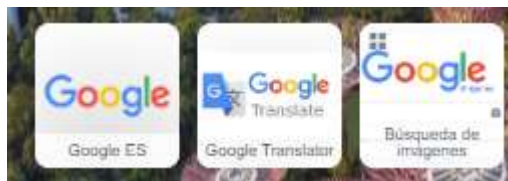


Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

A continuación, mostramos qué contenidos hay en cada bloque:



- Calendario
- Traductor
- To Do
- Calculadora



- Google.es
- Google Translate
- Google



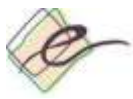
- YouTube
- Wikipedia
- Redes Sociales:
 - Pinterest
 - LinkedIn
 - Whatsapp Web
 - Instagram
 - Evernote



- Tiki-Toki-Línea del Tiempo
- Nube de Palabras-Manufactura
- Representación gráfica de información:
 - Canva
 - Tiki-Toki
 - Nube de Palabras



- Calculadoras específicas de mecanizado:
 - Tolerancias
 - Peso
 - Ajustes



Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón



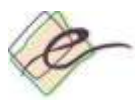
- Blog INDUSTRIA 4.0:
<https://industria4punto0paraestudiantesdefp.blogspot.com/>
- Enlaces Industria 4.0
- Enlaces ODS



- Web de CIFPA
- TodoFP.es
- Movilidad para estudiantes
- FP Dual
- Aragón skills
- Educación 3.0
- Ferias FP:
 - Feria de la Formación
 - FIMA 2020
 - Fira BCN 2020



- 1. Power Point Sesión 1
- 2. Power Point Sesión 2
- 3. Power Point Sesión 3
- 4. Power Point Sesión 4
- 5. Power Point Sesión 5
- Pruebas de Evaluación
 - One Minute Paper
 - Evaluación Debate
 - Kahoot inicial-final
 - Ejercicio SMED



Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

Esta webmix de symboloo está recogida a su vez en el blog: <https://industria4punto0paraestudiantesdefp.blogspot.com/> creado especialmente para este proyecto.

Se explicará a los alumnos cómo pueden acceder a la webmix y al blog; también se hará una demostración sobre cómo escribir comentarios en el blog para que puedan dar su opinión, proponer nuevos contenidos o hacer preguntas en caso de duda, por ejemplo.

Si se les permite el uso de su dispositivo móvil, accederemos a estos contenidos desde esos dispositivos para que vean lo fácil que es acceder a ellos y a la información contenida en cualquier momento, siempre que tengan una conexión a internet.

El objetivo es que vean la utilidad de las TICs en el entorno educativo, de qué manera están presentes en nuestras vidas en todo momento y la facilidad que ofrecen a la hora de encontrar información y compartirla.

11.2 Anexo II: EVALUACIÓN INICIAL-FINAL (SESIÓN 1 y 6)

Preguntas EVALUACIÓN de Industria 4.0, productividad y ODS.

Industria 4.0:

10 preguntas

- ¿Cómo llamamos a la 4ª revolución industrial?
 - Industria 2.0
 - Industria 3.0
 - **Industria 4.0**
 - 5G
- La palabra Manufactura proviene del término latino manu factus que significa:
 - Fabricación mecánica
 - **Hecho a mano**
 - Hecho en casa
 - Factoría de hombres
- ¿Quién es el autor de la obra “La Riqueza de las Naciones”?
 - David Hume
 - Jean-Jacques Rousseau
 - Nicolas de Condorcet
 - **Adam Smith**
- ¿Qué es el BIG DATA?
 - **Analizar gran cantidad de datos para obtener información**
 - Interconexión de cualquier producto a otro de su alrededor
 - Moldear un sólido por adición de material
 - Defender cualquier dispositivo electrónico de ataques maliciosos
- ¿Qué es el Internet Of Things, IoT?
 - Analizar gran cantidad de datos para obtener información
 - **Interconexión de cualquier producto a otro de su alrededor**
 - Moldear un sólido por adición de material
 - Defender cualquier dispositivo electrónico de ataques maliciosos
- ¿Qué empresa revolucionó la producción industrial en el año 1908?
 - Mercedes-Benz
 - Toyota
 - Honda
 - **Ford**

Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

- ¿Qué es la Impresión 3d?
 - Analizar gran cantidad de datos para obtener información
 - Interconexión de cualquier producto a otro de su alrededor
 - **Moldear un sólido por adición de material**
 - Defender cualquier dispositivo electrónico de ataques maliciosos

 - ¿Qué es la Ciberseguridad?
 - Analizar gran cantidad de datos para obtener información
 - Interconexión de cualquier producto a otro de su alrededor
 - Moldear un sólido por adición de material
 - **Defender cualquier dispositivo electrónico de ataques maliciosos**

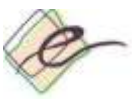
 - ¿Qué es la tecnología de Realidad Aumentada, RA?
 - **Permite superponer elementos virtuales sobre nuestra visión de la realidad**
 - Analizar gran cantidad de datos para obtener información
 - Defender cualquier dispositivo electrónico de ataques maliciosos
 - Permite ofrecer servicios a través de internet

 - ¿Qué es Cloud Computing o “la nube”?
 - Defender cualquier dispositivo electrónico de ataques maliciosos
 - **Permite ofrecer servicios a través de internet**
 - Permite superponer elementos virtuales sobre nuestra visión de la realidad
 - Analizar gran cantidad de datos para obtener información
-

Productividad:

10 preguntas

- ¿Qué indicador mide la productividad de una máquina?
 - SMED
 - **OEE**
 - KPI
 - JIT
- ¿Qué técnica se utiliza para mejorar el OEE o la productividad de una máquina?
 - **SMED**
 - OEE
 - KPI
 - JIT
- Si estás trabajando en una empresa y te enseñan un KPI “Key Performance Indicator”, ¿qué es esto?
 - Un EPI
 - **Un indicador**
 - Una máquina
 - Un utillaje
- La técnica SMED, ¿sobre que parte del OEE trabaja?
 - **Disponibilidad**
 - Rendimiento o eficiencia
 - Calidad
 - Las otras 3 son correctas
- ¿Qué tres partes mide el OEE?
 - **1- Disponibilidad, 2- Eficiencia o Rendimiento, 3-Calidad**
 - 1- SMED, 2- Eficiencia o Rendimiento, 3-Calidad
 - 1- Disponibilidad, 2- SMED, 3-Calidad
 - 1- Disponibilidad, 2- Eficiencia o Rendimiento, 3-SMED
- Dentro del OEE, ¿qué mide la DISPONIBILIDAD?
 - **% de tiempo que la máquina estuvo parada en comparación con el tiempo disponible**
 - % de rendimiento de trabajo. Parámetros menores al máximo. Ej “Velocidad de corte ”
 - % de piezas defectuosas
 - El OEE no se mide en porcentaje



Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

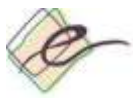
- Dentro del OEE, ¿qué mide la RENDIMIENTO o EFICIENCIA?
 - % de tiempo que la máquina estuvo parada en comparación con el tiempo disponible
 - **% de rendimiento de trabajo. Parámetros menores al máximo. Ej "Velocidad de corte"**
 - % de piezas defectuosas
 - El OEE no se mide en porcentajes

 - Dentro del OEE, ¿qué mide la CALIDAD?
 - % de tiempo que la máquina estuvo parada en comparación con el tiempo disponible
 - % de rendimiento de trabajo. Parámetros menores al máximo. Ej. " Velocidad de corte "

 - **% de piezas defectuosas**
 - El OEE no se mide en porcentajes

 - Este defecto del OEE, "cada operario trabaja con las velocidades de corte que le conviene", ¿de qué tipo es?
 - Disponibilidad
 - **Rendimiento o Eficiencia**
 - Calidad
 - Ninguno de los anteriores

 - Fabricar varias piezas a la vez en la misma máquina, ¿qué mejora del OEE?
 - **Disponibilidad**
 - Rendimiento o Eficiencia
 - Calidad
 - Ninguno de los anteriores
-



ODS, Objetivos de Desarrollo Sostenible: 5 preguntas

- ¿Cuántos ODS se concretaron en el año 2015?
 - 17
 - 15
 - 24
 - 16
- ¿Cuál es la finalidad de los objetivos de Desarrollo Sostenible?
 - **Alcanzar el bienestar de la humanidad sin dejar a nadie atrás**
 - Reducir la contaminación del planeta
 - Que nadie se encuentre en situación de desempleo
 - Sanidad pública para todos los habitantes del planeta
- El **ODS 5** busca "lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas." Contesta verdadero o falso.
 - Verdadero
 - **Falso**
- El **transporte público** efectivo y de bajo costo es fundamental para la reducción de la pobreza y la desigualdad urbana porque...
 - Es más seguro y reduce riesgo de asaltos
 - **Facilita el acceso a empleos, atención médica, servicios educativos y otros bienes públicos**
 - La gente llega más rápido a su trabajo promoviendo la eficiencia laboral
 - Disminuye la contaminación ambiental rebajando el nivel de estrés de los ciudadanos
- El consumo promedio de agua de una persona que vive en una zona residencial en los países desarrollados es:
 - **Entre 300 y 500 litros / día**
 - Entre 150 y 299 litros / día
 - 100 litros diarios
 - Entre 50 y 149 litros / día



11.3 Anexo III: Prueba Abierta One Minute Paper en DEBATE (SESIÓN 3)

EVALUACIÓN DE ONE MINUTE PAPER-DEBATE

Este formulario servirá para evaluar las actividades. Primero selecciona a qué compañero evalúas y después, para cada aspecto, elige la descripción que más coincida con su actividad

***Obligatorio**

Dirección de correo electrónico *

Tu dirección de correo electrónico

Alumno que se evalúa *

Elige

REDACCIÓN *

EXCELENTE	BUENO	ADECUADO	BÁSICO	ESCASO
9.1-10: El trabajo está bien estructurado y cumple en su totalidad con la estructura propuesta.	7.5-9: El trabajo se encuentra bien estructurado en un 80% y cumple en su totalidad con la estructura propuesta.	6.1-7.5: El trabajo se encuentra bien estructurado en un 50% y cumple en su totalidad con la estructura propuesta.	4.1-6: El trabajo se encuentra bien estructurado en un 50% pero no cumple en su totalidad con la estructura propuesta.	<4: El trabajo no se encuentra bien estructurado.
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

ORTOGRAFÍA *

EXCELENTE	BUENO	ADECUADO	BÁSICO	ESCASO
9.1-10: El texto no presenta errores ortográficos (puntuación, acentuación y gramática).	7.5-9: El texto presenta menos de 3 errores ortográficos (puntuación, acentuación y gramática).	6.1-7.5: El texto presenta entre 4 y 6 errores ortográficos (puntuación, acentuación y gramática).	4.1-6: El texto presenta entre 6 y 10 errores ortográficos (puntuación, acentuación y gramática).	<4: El texto presenta más de 10 errores ortográficos.
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

EXTENSIÓN *

EXCELENTE	BUENO	ADECUADO	BÁSICO	ESCASO
9.1-10: El ejercicio escrito se adapta a la extensión exigida.	7.5-9: El ejercicio escrito presenta una página más de la extensión exigida.	6.1-7.5: El ejercicio escrito presenta dos páginas más de la extensión exigida.	4.1-6: El ejercicio escrito presenta una página menos de la extensión exigida.	<4: El ejercicio escrito presenta dos páginas menos de la extensión exigida.
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

CONTENIDO *

EXCELENTE	BUENO	ADECUADO	BÁSICO	ESCASO
9.1-10: Se aborda el contenido que se ha pedido.	7.5-9: En algunos apartados no se aborda nada del contenido pedido.	6.1-7.5: Un 60% del texto no tiene relación con el contenido pedido.	4.1-6: Algunos párrafos aluden al contenido pedido.	<4: El tema pedido es mencionado, pero no se aborda de acuerdo a lo exigido.

CONTENIDO ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

PRESENTACIÓN Y LIMPIEZA (en caso de presentarse en formato papel) *

EXCELENTE	BUENO	ADECUADO	ESCASO
9.1-10: El trabajo está presentado con pulcritud y limpieza (sin tachones, dobleces o arrugas). Los márgenes, tipo de letra e interlineados están dentro de lo propuesto.	7.5-9: El trabajo está presentado con pulcritud, pero presenta un tachón/doblece/arruga. Los márgenes, tipo de letra e interlineados están dentro de lo propuesto.	6.1-7.5: El trabajo está presentado con pulcritud, pero presenta dos o tres tachones/dobleces/arrugas. Los márgenes, tipo de letra e interlineados están dentro de lo propuesto, pero no se mantienen a lo largo de todo el trabajo.	4.1-6: El trabajo está presentado con pulcritud, pero presenta más de tres tachones/dobleces/arrugas. Los márgenes, tipo de letra e interlineados no están dentro de lo propuesto.

PRESENTACIÓN Y LIMPIEZA (en caso de presentarse en formato papel)

☐ ☐ ☐

TIEMPO DE ENTREGA *

EXCELENTE	BUENO	ADECUADO	BÁSICO	ESCASO
9.1-10: La entrega se realiza en la fecha indicada.	7.5-9: La entrega se realiza con un día de retraso.	6.1-7.5: La entrega se realiza con dos días de retraso.	4.1-6: La entrega se realiza con tres días de retraso.	<4: La entrega se realiza con más de tres días de retraso.

TIEMPO DE ENTREGA ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Comentarios

Tu respuesta

☐ Envíame una copia de mis respuestas.

Enviar

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.



Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

RÚBRICA:

	EXCELENTE 9.1-10	BUENO 7.5-9	ADECUADO 6.1-7.5	BÁSICO 4.1-6	ESCASO <4	PESO
	5	4	3	2	1	
REDACCIÓN	El trabajo está bien estructurado y cumple en su totalidad con la estructura propuesta.	El trabajo se encuentra bien estructurado en un 80% y cumple en su totalidad con la estructura propuesta.	El trabajo se encuentra bien estructurado en un 50% y cumple en su totalidad con la estructura propuesta.	El trabajo se encuentra bien estructurado en un 50% pero no cumple en su totalidad con la estructura propuesta.	El trabajo no se encuentra bien estructurado.	15%
ORTOGRAFÍA	El texto no presenta errores ortográficos (puntuación, acentuación y gramática).	El texto presenta menos de 3 errores ortográficos (puntuación, acentuación y gramática).	El texto presenta entre 4 y 6 errores ortográficos (puntuación, acentuación y gramática).	El texto presenta entre 6 y 10 errores ortográficos (puntuación, acentuación y gramática).	El texto presenta más de 10 errores ortográficos.	15%
EXTENSIÓN	El ejercicio escrito se adapta a la extensión exigida.	El ejercicio escrito presenta una página más de la extensión exigida.	El ejercicio escrito presenta dos páginas más de la extensión exigida.	El ejercicio escrito presenta una página menos de la extensión exigida.	El ejercicio escrito presenta dos páginas menos de la extensión exigida.	15%
CONTENIDO	Se aborda el contenido que se ha pedido.	En algunos apartados no se aborda nada del contenido pedido.	Un 60% del texto no tiene relación con el contenido pedido.	Algunos párrafos aluden al contenido pedido.	El tema pedido es mencionado, pero no se aborda de acuerdo a lo exigido.	15%
PRESENTACIÓN Y LIMPIEZA (en caso de presentarse en formato papel)	El trabajo está presentado con pulcritud y limpieza (sin tachones, dobleces o arrugas). Los márgenes, tipo de letra e interlineados están dentro de lo propuesto.	El trabajo está presentado con pulcritud, pero presenta un tachón/doblece/arruga. Los márgenes, tipo de letra e interlineados están dentro de lo propuesto.	El trabajo está presentado con pulcritud, pero presenta dos o tres tachones/dobleces/arrugas. Los márgenes, tipo de letra e interlineados están dentro de lo propuesto, pero no se mantienen a lo largo de todo el trabajo.	El trabajo no está presentado con pulcritud, y presenta dos o tres tachones/dobleces/arrugas. Los márgenes, tipo de letra e interlineados no están dentro de lo propuesto. Irregularidad en el 60% del trabajo.	El trabajo no está presentado con pulcritud, y presenta gran número de tachones/dobleces/arrugas. Los márgenes, tipo de letra e interlineados no están dentro de lo propuesto. Irregularidad en el 80% del trabajo.	15%
TIEMPO DE ENTREGA	La entrega se realiza en la fecha indicada.	La entrega se realiza con un día de retraso.	La entrega se realiza con dos días de retraso.	La entrega se realiza con tres días de retraso.	La entrega se realiza con más de tres días de retraso.	10%

11.4 Anexo IV: Prueba Expresión Oral en DEBATE GENERAL (Sesión 3) Y EN DEBATE OEE (Sesión 4)

EVALUACIÓN EXPRESIÓN ORAL EN DEBATE

Este formulario servirá para evaluar las actividades. Primero selecciona a qué compañero evalúas y después, para cada aspecto, elige la descripción que más coincida con su actividad

**Obligatorio*

Dirección de correo electrónico *

Tu dirección de correo electrónico

Alumno que se evalúa *

Elige

HABLA *

EXCELENTE	BUENO	ADECUADO	BÁSICO
9.1-10: Habla despacio y con gran claridad y seguridad.	7.5-9: La mayoría del tiempo habla despacio y con claridad y seguridad.	6.1-7.5: Unas veces habla despacio y con claridad; otras, se acelera y se le entiende mal.	4.1-6: Habla muy rápido o se detiene demasiado a la hora de hablar. Su pronunciación no es buena.

HABLA

CONTENIDO *

EXCELENTE	BUENO	ADECUADO	BÁSICO
9.1-10: Demuestra un completo entendimiento sobre la temática	7.5-9: Demuestra un buen entendimiento sobre la temática	6.1-7.5: Demuestra un completo entendimiento de partes sobre la temática	4.1-6: No parece entender muy bien el tema.

CONTENIDO

DICCIÓN/VOLUMEN ORAL *

EXCELENTE	BUENO	ADECUADO	BÁSICO
9.1-10: Volumen apropiado y constante durante toda la presentación. Se entiende perfectamente todo lo que dice.	7.5-9: Volumen apropiado y constante durante al menos el 90% de la presentación. Se entiende todo lo que dice.	6.1-7.5: Volumen apropiado y constante durante al menos el 70% de la presentación. Se entiende el 70% de todo lo que dice.	4.1-6: El volumen con frecuencia es débil para que pueda ser escuchado por toda la audiencia. En ocasiones, no se entiende lo que dice.

DICCIÓN/VOLUMEN ORAL

EXPRESIVIDAD/MANEJO DE LA AUDIENCIA *

EXCELENTE	BUENO	ADECUADO	BÁSICO
9.1-10: Expresión y lenguaje corporal generan interés sobre el tema expuesto en la mayor parte de la audiencia durante toda la presentación. Mira a la audiencia con naturalidad.	7.5-9: Expresión y lenguaje corporal generan interés sobre el tema expuesto en la mayor parte de la audiencia durante la presentación. Mira a la audiencia casi siempre mientras habla.	6.1-7.5: Expresión y lenguaje corporal generan interés sobre el tema expuesto en parte de la audiencia durante algún momento de la presentación. En ocasiones, mira a la audiencia.	4.1-6: No consigue despertar el interés de la audiencia. Evita el contacto visual con la audiencia.

EXPRESIVIDAD/MANEJO DE LA AUDIENCIA

TIEMPO *

EXCELENTE	BUENO	ADECUADO	BÁSICO
9.1-10: La duración de la exposición se adapta al tiempo previsto incluyendo turno de preguntas.	7.5-9: La duración de la exposición se adapta al tiempo previsto sin incluir turno de preguntas.	6.1-7.5: La duración de la exposición es menor de lo establecido. Sobre tiempo.	4.1-6: Le sobra o le falta mucho tiempo.

TIEMPO

Comentarios

Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

RÚBRICA:

	EXCELENTE 9.1-10	BUENO 7.5-9	ADECUADO 6.1-7.5	BÁSICO 4.1-6	
	4	3	2	1	PESO
HABLA	Habla despacio y con gran claridad y seguridad.	La mayoría del tiempo habla despacio y con claridad y seguridad.	Unas veces habla despacio y con claridad; otras, se acelera y se le entiende mal.	Habla muy rápido o se detiene demasiado a la hora de hablar. Su pronunciación no es buena.	20%
CONTENIDO	Demuestra un completo entendimiento sobre la temática	Demuestra un buen entendimiento sobre la temática	Demuestra un completo entendimiento de partes sobre la temática	No parece entender muy bien el tema.	20%
DICCIÓN/VOLUMEN ORAL	Volumen apropiado y constante durante toda la presentación. Se entiende perfectamente todo lo que dice.	Volumen apropiado y constante durante al menos el 90% de la presentación. Se entiende todo lo que dice.	Volumen apropiado y constante durante al menos el 70% de la presentación. Se entiende el 70% de todo lo que dice.	El volumen con frecuencia es débil para que pueda ser escuchado por toda la audiencia. En ocasiones, no se entiende lo que dice.	20%
EXPRESIVIDAD/MANEJO DE LA AUDIENCIA	Expresión y lenguaje corporal generan interés sobre el tema expuesto en la mayor parte de la audiencia durante toda la presentación. Mira a la audiencia con naturalidad.	Expresión y lenguaje corporal generan interés sobre el tema expuesto en la mayor parte de la audiencia durante la mayor parte de la presentación. Mira a la audiencia casi siempre mientras habla.	Expresión y lenguaje corporal generan interés sobre el tema expuesto en parte de la audiencia durante algún momento de la presentación. En ocasiones, mira a la audiencia.	No consigue despertar el interés de la mayor parte de la audiencia. Evita el contacto visual con la audiencia.	20%
TIEMPO	La duración de la exposición se adapta al tiempo previsto incluyendo turno de preguntas.	La duración de la exposición se adapta al tiempo previsto sin incluir turno de preguntas.	La duración de la exposición es menor de lo establecido. Sobra tiempo.	Le sobra o le falta mucho tiempo.	20%



11.5 Anexo V: EJERCICIO PRÁCTICO SMED SESIÓN 5

EJERCICIO PRÁCTICO SMED SESIÓN 5

DATOS

Tiempo de mecanizado medio por pieza: 10 minutos.

Tiempo preparación inicial: _____ minutos.

Tiempo después de SMED: _____ segundos.

Venta media de cada pieza: 10€.

2 turnos de trabajo: 16 horas/día.

Eficiencia o Rendimiento: 80%

Calidad: 95%

Con los datos proporcionados, calcular las siguientes cuestiones:

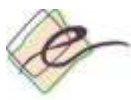
CUESTIONES:

Antes de SMED:

- ¿Cuántas piezas se fabricaban al día? _____ Unidades
- ¿Venta al día antes de SMED? _____ €

Después de SMED:

- ¿Cuántas piezas se fabricarán al día? _____ Unidades
- ¿Venta al día tras SMED? _____ €



Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

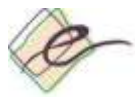
¿Cuánto se ganará de más cada día? _____ €

¿Cuánto se ganará de más cada mes (22 días/mes)? _____ €

¿Cada año (11 meses)? _____ € /año.

Por último, calcula el OEE antes y después de SMED. Nota: 1º calcularemos la disponibilidad con los datos del SMED y con ello el OEE:

- Disponibilidad antes de SMED: _____ %
- Disponibilidad después de SMED: _____ %
- OEE antes de SMED: _____ %
- OEE después de SMED: _____ %



11.6 Anexo VI: ENCUESTA DE SATISFACCIÓN FINAL SESIÓN 7

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN FINAL

A continuación, planteamos una serie de preguntas a través de cuyas respuestas pretendemos conocer vuestra opinión sobre la formación que habéis recibido a lo largo de 7 sesiones.

El objeto de esta encuesta es la mejora continua de la formación impartida.

Fecha: ____/____/20__

Nombre del Curso: **Formación en industria 4.0, Productividad y ODS para FP**

Edad: ____

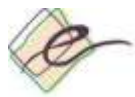
Curso: ____

Ciclo Formativo: _____

Señale la casilla correspondiente según la escala siguiente:

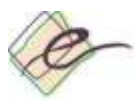
1. Totalmente en desacuerdo
2. En desacuerdo
3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4. De acuerdo
5. Totalmente de acuerdo

I. EL CURSO	1	2	3	4	5
1. ¿Fuiste informado con suficiente anterioridad de los objetivos y finalidad de la formación recibida?					
2. ¿Los contenidos se han ajustado a los objetivos del curso?					
3. ¿La duración del curso ha sido suficiente?					



Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

4. ¿El contenido impartido pueda ayudarle a mejorar en su faceta laboral?					
5. ¿El contenido impartido pueda ayudarle a encontrar un mejor puesto de trabajo?					
6. ¿El tiempo empleado para desarrollar cada uno de los temas ha sido adecuado?					
Comentarios:					
II. EL/LOS FORMADORES	1	2	3	4	5
1. Han explicado claramente los objetivos de la formación impartida					
2. Han demostrado conocimiento sobre los contenidos impartidos					
3. Han promovido la participación durante la formación					
4. Han empleado un lenguaje fácilmente comprensible					
5. Han presentado los contenidos de una manera ordenada y clara					
6. Han desarrollado todos los temas propuestos					
7. Han mantenido el interés de los participantes					
Comentarios:					



Industria 4.0 en FP, instrumento para la cooperación al desarrollo en Aragón

III. METODOLOGÍA	1	2	3	4	5
1. Los medios usados han sido los adecuados					
2. La metodología es la adecuada a los contenidos de la formación					
3. La calidad del material proporcionado ha sido suficiente					
4. Las técnicas de formación han facilitado asimilar los contenidos					
5. El ritmo de la exposición ha sido adecuado					
Comentarios:					
IV. ORGANIZACIÓN	1	2	3	4	5
1. La información previa sobre la formación fue adecuada					
2. El aula y los medios utilizados han sido los adecuados					
3. La duración de las sesiones ha sido adecuada					
Comentarios:					