



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Máster

Diseño de una actividad basada en ABP "Proyecto de una Célula Electroneumática de Producción".

Design of an activity based on PBL "Project of an Electro-Pneumatic Production Cell".

Autor

Jaime Ríos Cañada

Directora  
Raquel Acero Cacho

FACULTAD DE EDUCACIÓN  
Año 2019

# Índice

<b>1</b>	<i>Introducción: Objeto y Justificación del Trabajo.</i>	<b>3</b>
1.1	Enunciado del Proyecto .....	5
<b>2</b>	<i>Aprendizaje Basado en Proyectos</i>	<b>5</b>
2.1	Objetivos del Aprendizaje Basado en Proyectos.....	6
2.2	Aprendizaje Basado en Proyectos en Formación Profesional.....	7
2.2.1	Comunicación .....	8
2.2.2	Trabajo en Equipo.....	9
2.2.3	Innovación/Trabajo Emprendedor.....	10
2.3	Tipos de Proyectos.....	12
2.4	Fases de un Proyecto ABP .....	14
2.4.1	Fase I. Inicio .....	14
2.4.2	Fase 02: Primeras actividades de los equipos .....	16
2.4.3	Fase 03: Desarrollo del proyecto.....	17
2.4.4	Fase 04: Conclusiones desde la perspectiva del alumnado .....	18
2.4.5	Fase 05: Conclusiones desde la perspectiva del profesorado.....	18
2.5	Evaluación en ABP .....	18
2.5.1	Aspectos a Evaluar.....	19
2.5.2	La evaluación continua del Alumnado/Grupo.....	20
2.5.3	Evaluación de la Presentación.....	21
<b>3</b>	<i>Documentación del Proyecto.</i>	<b>21</b>
<b>4</b>	<i>Conclusiones.....</i>	<b>22</b>
<b>5</b>	<i>Bibliografía .....</i>	<b>23</b>
	<i>Anexo I Guía para el Profesor</i>	<b>24</b>
	<i>Anexo II Guía para el Alumno</i>	<b>25</b>

# 1 Introducción: Objeto y Justificación del Trabajo.

El presente Trabajo Fin de Máster tiene por objeto realizar una Actividad Didáctica basadas en la estrategia pedagógica del Aprendizaje Basado en Proyectos que englobe dos módulos del Segundo Curso del Ciclo Formativo de Grado Superior de Mecatrónica Industrial.

¿Porqué utilizar esta estrategia pedagógica cuando aparentemente es más fácil diseñar una serie de unidades didácticas que recojan todos los contenidos de los módulos sin más?

En este caso, como veremos, está totalmente justificado ya que los dos módulos elegidos son complementarios y se aplican de manera conjunta a la hora de realizar un proyecto de Mecatrónica.

Para poder seguir con la justificación conviene identificar los módulos que posibilitan la realización del Proyecto.

- Título de Técnico Superior en Mecatrónica Industrial
- Nivel: Formación profesional de Grado Superior.
- Duración: 2000 horas.
- Familia profesional: Instalación y Mantenimiento.
- Referente en la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación: CINE-5b.
- Nivel del Marco Español de Cualificaciones para la educación superior: Nivel 1 Técnico Superior.
- **Módulo profesional: Proyecto de Mecatrónica Industrial.**
  - Código: 0945
  - Equivalencia en créditos ECTS: 5.
  - Duración: 40 Horas
- **Módulo profesional: Simulación de Sistemas Mecatrónicos.**
  - Código: 0944
  - Equivalencia en créditos ECTS: 5.
  - Duración: 42 Horas

Como se ha dicho, con el resto de los conocimientos adquiridos en el resto de módulos del Ciclo, con estos dos módulos se adquieren el resto de competencias necesarias para

realizar un Proyecto de Mecatrónica desde su planteamiento inicial hasta su presentación final.

El Módulo 0945 “Proyecto de Mecatrónica Industrial” nos servirá de guía para la realización del Proyecto ya que en este módulo se adquieren las competencias necesarias para la realización desde cero de cualquier Proyecto de Mecatrónica Industrial:

- Identificar necesidades del sector productivo, relacionándolas con proyectos tipo que las puedan satisfacer.
- Diseñar proyectos relacionados con las competencias expresadas en el título, incluyendo y desarrollando las fases que lo componen.
- Planificar la ejecución del proyecto, determinando el plan de intervención y la documentación asociada.
- Definir los procedimientos para el seguimiento y control en la ejecución del proyecto, justificando la selección de variables e instrumentos empleados.

Los contenidos de este módulo servirán de base para estructurar el trabajo. Seguir un orden lógico que haga que el alumno sepa en todo momento en qué fase del proyecto se encuentra, los problemas que debe resolver en cada fase, con el nivel de definición necesario y la documentación a realizar así como su presentación al cliente.

Los contenidos del Módulo 0944 “Simulación de Sistemas Mecatrónicos” y su conocimiento permitirán al alumno realizar el diseño del objeto del proyecto hasta su último nivel de concreción. La aplicación y los conocimientos de los contenidos de este módulo se aplican al propio desarrollo del proyecto, adquiriendo el alumno las siguientes competencias:

- Diseña prototipos y mecanismos de los sistemas mecatrónicos, utilizando programas específicos para la simulación en tres dimensiones.
- Simula el funcionamiento una célula robotizada, diseñándola y realizando operaciones de control.
- Simula células robotizadas y prototipos mecatrónicos, validando su diseño mediante programas informáticos de simulación.
- Integra sistemas de adquisición de datos en entornos de simulación, monitorizando el estado del sistema mecatrónico y verificando su funcionamiento.
- Simula procesos mecatrónicos complejos, integrando subsistemas y analizando su funcionamiento.

## 1.1 Enunciado del Proyecto

Se trata de diseñar una Célula Electroneumática que permita, en el taller, realizar prácticas de automatismos, robótica y neumática.

Para ello se podrá disponer de hasta tres cintas transportadoras controladas por variador, un brazo robótico de 7 ejes y dos PLC en red, así como material neumático con actuadores de simple y doble efecto.

Con la célula se deberán poder realizar operaciones de:

- Clasificación de piezas por tamaño, forma, material, color, peso.
- Aceptación / rechazo, de piezas según distintos criterios.
- Contaje de piezas para su embalaje.
- Manipulación.
- Sencillos mecanizados.

Los grupos una vez diseñada la célula deberán proponer un conjunto de 3 prácticas diferentes y establecer la configuración de la célula correspondiente a cada práctica.

Los niveles de las prácticas obedecerán a los contenidos de:

- 2º de Grado Medio
- 1º de Grado Superior
- 2º de Grado Superior

## 2 Aprendizaje Basado en Proyectos

El Aprendizaje Basado en Proyectos es una estrategia de enseñanza-aprendizaje que parte de dos premisas:

- Disponer de un problema/proyecto real planteado al alumnado que impulsa a los/las estudiantes a trabajar en equipo para buscarle solución.
- Una integración total y plena del proyecto en el currículo del módulo correspondiente de forma que las materias impartidas se supediten a la resolución del mismo.

## 2.1 Objetivos del Aprendizaje Basado en Proyectos

El método ABP data sus primeras aplicaciones en la década de los años 60. Esta metodología se desarrolló en la escuela de medicina de la Universidad de Case Western Reserve (EEUU) y en la Universidad McMaster (Canadá) (Lohfeld, 2005).

Su objetivo consistía en mejorar la calidad de la educación médica orientando el currículo anteriormente basado en una colección de unidades y exposiciones del profesorado a uno más integrado y organizado que incluyera problemas de la vida real en el cual concurrieran las distintas áreas de conocimiento impartidas durante la formación.

El ABP, como estrategia de aprendizaje, debe producir cambios significativos en los/las estudiantes.

Se partirá de un problema/proyecto que proponga un conflicto cognitivo. Debía ser interesante y motivador para que el alumno/a se interesase por buscar la solución.

Además, este problema debe ser lo suficientemente complejo para que requiera la cooperación de los alumnos/as del grupo (si quieren completarlo de forma eficaz). La complejidad debe controlarla el profesor/a para evitar que los/as estudiantes se dividan el trabajo y se limiten a desarrollar sólo una parte del proyecto.

La metodología del Aprendizaje Basado en Proyectos (Project Based Learning también conocido por sus siglas en inglés PBL) permite que, a través de su trabajo transversal, se puedan articular los distintos módulos del Ciclo Formativo en el cual se esté trabajando de forma que se refuerce de forma significativa su vertiente más práctica.

Al utilizar ABP, la idea es que los alumnos/as se embarquen en un proceso de aprendizaje en respuesta a un desafío en el que no solo aprenden contenidos académicos clave sino que practican competencias del Siglo XXI como son las de “Comunicación”, “Trabajo en equipo” e “Innovación/Espíritu emprendedor”. Dejan de ser meros espectadores de su formación.

Barrows define al ABP (Barrows, 1986) como “un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos”.

Desde el punto de vista de Barrows, en esta metodología los protagonistas del aprendizaje son los propios alumnos/as, que asumen la responsabilidad de ser parte activa en el proceso.

ABP parte de la premisa de un proyecto y de unos conceptos que, una vez explicados, deberían aplicar. Por lo tanto, la gestión de un proyecto arranca con la visión de un producto o presentación final que requiere un aprendizaje concreto. Es decir, se crea un contexto y por lo tanto un motivo para que el estudiante quiera aprender y comprender la información y los conceptos presentados.

Es obvio, que el Aprendizaje por Proyectos no es tarea fácil y que requiere constancia, tesón y el mayor de los esfuerzos por parte de todos/as, pero la recompensa es importante ya que el Aprendizaje Basado en Proyectos contribuye de forma directa a:

- Desarrollar la habilidad de la empatía al relacionarse con otras personas (Olga, 19 90).
- Establecer relaciones de trabajo con personas de diversa índole y condición y, por lo tanto, causar una conciencia de respeto hacia otras culturas, lenguas y personas.
- Implantar un concepto integrador de las diversas áreas del conocimiento.
- Promover la capacidad de investigación.
- Proveer de una herramienta y una metodología para aprender cosas nuevas eficazmente.

Si se trabaja con un proyecto es necesario que las modificaciones sean continuas y que las mejoras sean incrementales durante el desarrollo del mismo. Cuando el alumno/a se enfrenta a un problema o tarea que constituye un desafío, utiliza el propio conocimiento, las habilidades, y la experiencia adquirida en trabajos anteriores.

Un proyecto tiene restricciones de tiempo. Este aspecto debe trabajarse desde el prisma de la competencia “trabajo en equipo”. Si se emplea demasiado tiempo mejorando un aspecto, es posible que otros no logren el mismo nivel de calidad y, además, retrase otras partes del proyecto elaboradas por sus compañeros/as.

## 2.2 Aprendizaje Basado en Proyectos en Formación Profesional

La competencia es la aplicación de un conocimiento teórico más un conocimiento práctico sostenidos por una actitud determinada.

Los Centros Educativos, las entidades que trabajan con jóvenes o personas desempleadas y el mundo de la empresa (todos ellos representados entre los socios del proyecto), piensan que deben trabajarse con el alumnado de Formación Profesional las siguientes competencias básicas para la empleabilidad de manera transversal:

- Comunicación
- Trabajo en equipo
- Innovación/Espíritu emprendedor

Estas tres competencias tienen una estrecha y clara relación con las competencias clave “Autonomía e iniciativa personal”, “Comunicación lingüística” y “Competencia social y ciudadana”, respectivamente.

En la actualidad, las competencias indicadas anteriormente se encuentran entre las más demandadas por el mercado laboral y, por lo tanto, son las que deben adquirir o desarrollar los futuros trabajadores/as a lo largo de la Formación Profesional por lo que toman un sentido especial y son parte fundamental del currículo de cualquier Ciclo Formativo.

### 2.2.1 Comunicación

La “Comunicación” es un elemento fundamental con este tipo de alumnado ya que se necesita para que puedan transmitir con eficacia sus ideas y lograr que sus interlocutores apuesten por su persona, su trabajo y sus proyectos.

Para trabajar la competencia “comunicación” desde el punto de vista profesional, se deben tener en cuenta, de forma global, el conjunto de Conocimientos, Conocimientos aplicados (habilidades y destrezas) y Actitudes que puedan emplearse en cada uno de los ciclos formativos correspondientes.

Tomando como referencia las ideas marcadas por las 8 competencias básicas de la UE9, otros textos adicionales (Rojo, 2008) e ideas proporcionadas por empresas y entidades colaboradoras en este proyecto, se propone, en la siguiente tabla, una serie de puntos básicos para trabajar y desarrollar la competencia “Comunicación”.

Conocimientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Situaciones de comunicación oral y escrita, características, intención comunicativa y estructuras lingüísticas.</li> <li>- Conciencia de la variabilidad del lenguaje y de las formas de comunicación a través del tiempo y en diferentes ámbitos sociales y comunicativos.</li> </ul>
Conocimientos aplicados (habilidades y destrezas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Escuchar y comprender mensajes producidos en diferentes situaciones comunicativas.</li> <li>- A la hora de escuchar, hablar, leer y escribir, distinguir la información relevante de la no relevante.</li> <li>- Comunicar (de forma oral o escrita) y comprender (o hacer que otros/as comprendan) diversos mensajes producidos en situaciones y entornos distintos.</li> <li>- Iniciar, sostener y finalizar una conversación en diversos contextos comunicativos.</li> <li>- Escribir diferentes textos controlando el proceso de escritura (desde el borrador al documento final).</li> <li>- Formular, de forma convincente, los argumentos propios, de teniendo en cuenta otros puntos de vista.</li> </ul>
Actitudes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disposición para recibir las opiniones y argumentos de otros/as sin prejuicios y así mantener un diálogo crítico y constructivo.</li> <li>- Confianza para hablar en público.</li> <li>- Actitud constructiva a la hora de comunicarse, comentar ideas, realizar opiniones, sugerencias, etc.</li> </ul>

## 2.2.2 Trabajo en Equipo.

Si hablamos de “Trabajo en equipo” queremos indicar que el alumnado debe mantener unas relaciones profesionales adecuadas en el entorno de trabajo, saber colaborar y cooperar por una meta común<sup>11</sup>. Esto resulta especialmente relevante si tenemos en cuenta que cualquier proyecto es multidisciplinar.

Para trabajar la competencia “trabajo en equipo” desde el punto de vista profesional, se deben tener en cuenta, de forma global, el conjunto de Conocimientos, Conocimientos aplicados (habilidades y destrezas) y Actitudes que puedan emplearse en cada uno de los ciclos formativos correspondientes.

Tomando como referencia las ideas marcadas por las 8 competencias básicas de la UE15, otros textos adicionales (Rojo, 2008) e ideas proporcionadas por empresas y entidades colaboradoras en este proyecto, se propone, en la siguiente tabla, una serie de puntos básicos para trabajar y desarrollar la competencia “Trabajo en equipo”.

Conocimientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Integración en equipos de trabajo asumiendo diferentes papeles en distintas situaciones y colaborando con los otros miembros del equipo para el logro de un objetivo común.</li> </ul>
Conocimientos aplicados (habilidades y destrezas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tomar decisiones valorando, de forma conjunta, los intereses individuales y grupales.</li> <li>- Resolver conflictos con actitud constructiva.</li> <li>- Ser capaz de ponerse en el lugar de otro/a integrante del equipo y comprender y valorar su punto de vista aunque sea diferente del propio.</li> <li>- Resolver problemas de organización y planificación de actividades de forma efectiva.</li> <li>- Planteamiento de metas alcanzables (a corto, medio y largo plazo) y posterior cumplimiento.</li> </ul>
Actitudes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disposición para respetar los valores y la privacidad de otros/as integrantes.</li> <li>- Ser capaz de autoevaluarse y auto-regularse.</li> <li>- Responsabilidad y compromiso personal.</li> <li>- Aceptación de los errores y aprender de y con los demás.</li> <li>- Actitud favorable para pensar y trabajar de forma colectiva.</li> </ul>

### 2.2.3 Innovación/Trabajo Emprendedor.

Si algo debería destacar en el alumnado de Formación Profesional son sus ganas de “comerse el mundo” y su creatividad. La competencia “innovación y emprendimiento” es uno de los puntos claves en el abanico de destrezas y habilidades que debe conseguir y obtener un alumno/a cuyo objetivo sea la inserción laboral al terminar su ciclo formativo.

En la actualidad, y según los datos del INE para el primer trimestre del 2019, la tasa de paro en España para menores de 25 años se sitúa en un 35,0%.

Contra esos datos es importante entender que las empresas no siempre buscan un perfil de trabajador con muchos conocimientos. En ocasiones, lo que intentan localizar es un perfil de trabajador que sea capaz de resolver problemas, sea proactivo, tenga capacidad de propuesta, etc. Y muchos de estos puntos se pueden tratar desde el punto de vista de la competencia relacionada con el espíritu emprendedor.

La competencia “innovación y espíritu emprendedor” es vital en esta situación económica desfavorable, ya que la fórmula del autoempleo es clave en época de crisis (es cierto que el índice de emprendimiento ha caído en un 15% durante el 2010 pero en otras ciudades como es el caso de Madrid ha subido un 7,3%). El uso de apoyos, viveros, asesoramiento, etc. ha permitido, además, que el ratio de supervivencia de estas empresas

creadas por emprendedores sea de un 95%. De ahí que sea tan importante potenciar esta competencia.

El espíritu emprendedor no debe confundirse con el denominado espíritu de empresa. Éste sólo consiste en identificar oportunidades y reunir recursos suficientes de naturaleza variada para transformarlos en una empresa.

Sin embargo, lo que denominamos “innovación/espíritu emprendedor” conlleva un aspecto mucho más amplio de actitudes positivas y competencias profesionales y personales que pueden ser desarrolladas en el aula sin necesidad de construir un proyecto puramente empresarial. Entre otras competencias se trabajan: autoestima, autoconcepto, desarrollo personal, creatividad, planificación estratégica, capacidad de liderazgo, etc.

El espíritu emprendedor incluye la aceptación del cambio, asumiendo la responsabilidad de las propias acciones (positivas o negativas) marcando objetivos y alcanzándolos y teniendo motivación para lograr el éxito.

Para trabajar la competencia “innovación/espíritu emprendedor” desde el punto de vista profesional, se deben tener en cuenta, de forma global, el conjunto de Conocimientos, Conocimientos aplicados (habilidades y destrezas) y Actitudes que puedan emplearse en cada uno de los ciclos formativos correspondientes.

Tomando como referencia las ideas marcadas por las 8 competencias básicas de la UE20, otros textos adicionales (Rojo, 2008) e ideas proporcionadas por empresas y entidades colaboradoras en este proyecto, se propone, en la siguiente tabla, una serie de puntos básicos para trabajar y desarrollar la competencia “innovación/espíritu emprendedor”.

Conocimientos	<ul style="list-style-type: none"><li>- Oportunidades existentes con el fin de identificar a aquellos más aptos para los proyectos personales, profesionales y/o de negocios.</li></ul>
Conocimientos aplicados (habilidades y destrezas)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Desarrollo e implementación de proyectos.</li><li>- Planificar, organizar, analizar, comunicar, hacer, informar, evaluar.</li><li>- Actuar con decisión y responder de forma positiva ante los cambios.</li><li>- Evaluar y decidir en la medida de lo necesario.</li><li>- Trabajar de forma cooperativa y flexible como parte de un equipo.</li><li>- Identificar las virtudes y defectos de uno mismo/a.</li></ul>
Actitudes	<ul style="list-style-type: none"><li>- Actitud positiva hacia el cambio y la innovación.</li><li>- Disposición para identificar áreas en las cuales pueda demostrar la totalidad de capacidades emprendedoras.</li><li>- Actitud para mostrar iniciativas propias.</li><li>- Disposición para el trabajo en equipo</li></ul>

## 2.3 Tipos de Proyectos

El equipo docente puede definir múltiples proyectos dependiendo del objetivo que se quiera acometer. El equipo de profesores/as debe ponerse de acuerdo en la elección del proyecto o proyectos a trabajar en los distintos módulos.

Una tarea de aprendizaje es la realización de una labor determinada mediante la cual el/la estudiante ejercita el conocimiento adquirido.

En un proyecto puede confluir más de una tarea de aprendizaje:

Análisis de problemas y Planificación

- Ante un problema dado, el/la estudiante debe plantearse cómo esquematizarlo para resolverlo. La solución será un Plan de trabajo que incluya un mapa conceptual, un reparto de tareas, una aproximación del resultado, etc.
- Las tareas de Planificación suelen incorporar una fase de análisis (CUÁL es el problema, QUÉ voy a hacer) y de diseño (CÓMO voy a hacerlo).

Actividades de Investigación y consulta

- Se emplea cuando existe un escaso conocimiento previo por parte de los/as estudiantes o cuando el contenido es muy abstracto para formular un caso concreto.
- En este tipo de tarea o escenario, el/la estudiante debe buscar, analizar y seleccionar información en distintas fuentes.
- El resultado será, normalmente, un informe a presentar, debatir, compartir, etc.

Tareas o actividades de Evaluación

- En esta tarea se combinan dos acciones. Una primera orientada a presentar la información del proyecto elaborado y una segunda a evaluar si el proyecto, grupo y estudiantes cumplen los objetivos marcados.

Tareas o actividades de Construcción

- Es el tipo de tarea “típica” en ABP. El/la estudiante debe desarrollar una propuesta completa de acuerdo a los criterios y estándares definidos.
- Se parte de un caso concreto especificado por el equipo docente y suele englobar tareas de los tres tipos anteriores, es decir, es necesario planificar lo que se

quiere hacer, localizar información adicional y, finalmente, presentar el proyecto y evaluarlo.

- Este tipo de tareas sólo interesa realizarlas cuando el/la estudiante se encuentra familiarizado con la metodología ABP.

Para que cualquiera de estas tareas se encuentre bien enfocada, el tutor/a debe fijar en el caso presentado los criterios de entrega y los objetivos que se buscan con el proyecto.

## 2.4 Fases de un Proyecto ABP

Podemos definir 5 fases durante la vida de un Proyecto ABP:

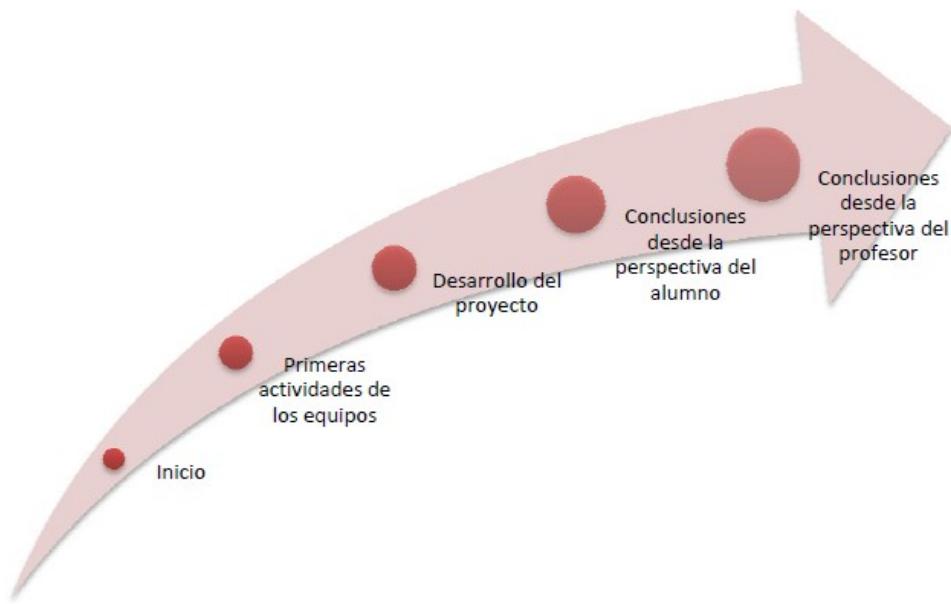


Figura 1. Fases de un Proyecto ABP.

Ministerio de Educación Ciencia y Deporte. (2012). "Competencias para la Inserción Laboral. Guía para el Profesorado"

### 2.4.1 Fase I. Inicio

En esta fase se establecen los puntos fundamentales del problema indicando, de forma clara, que quiere conseguir el profesor/a durante el proyecto.

Pasos:

**El profesor/a define el proyecto que permita cubrir los objetivos de la materia a aprender**

- Establecer programas, metas parciales y métodos de evaluación.
- Identificar los recursos y los requisitos previos.
- Establecer las reglas de trabajo y las características de los roles
- Calcular el tiempo que dedicarán los/as estudiantes a resolver el proyecto

**El profesor/a entrega la guía del proyecto impreso a cada alumno/a**

Programar una clase para discutir con el alumnado:

- Cómo definir y desarrollar un proyecto complejo

- Cómo se va a obtener el conocimiento nuevo que vayan a necesitar los/as estudiantes para realizar el proyecto
- Cómo se van a adquirir los conocimientos o habilidades nuevas y necesarias en las TIC

### **Establecer e indicar los objetivos del proyecto.**

- Conformar los equipos.
- Discutir la frecuencia, el tiempo y el lugar de las reuniones.

#### 2.4.1.1 Planteamiento Inicial

Si se quiere que el proyecto se plantee y se complete de la forma más efectiva posible, es importante que todos los alumnos/as tengan claros los objetivos<sup>28</sup>.

El tutor/a debe realizar un planteamiento inicial que explique los elementos esenciales del proyecto y las expectativas. Este planteamiento inicial debería contener los siguientes elementos (Bottoms, 1998):

- Situación o problema: una o dos frases que describan el tema o problema que el proyecto busca resolver.
- Descripción y propósito del proyecto: una explicación concisa del objetivo último del proyecto y de qué manera atiende éste la situación o el problema.
- Especificaciones de desempeño: lista de criterios o estándares de calidad que el proyecto debe cumplir.
- Reglas: guías o instrucciones para desarrollar el proyecto. Incluyen la guía de diseño de proyectos, duración del proyecto y metas a corto plazo.
- Listado de los/as participantes en el proyecto y de los roles que se les asignaron: incluyendo los miembros del equipo, expertos, miembros de la comunidad, personal de la institución educativa.
- Evaluación: cómo se va a valorar el desempeño de los/as estudiantes. En el aprendizaje por proyectos, se evalúan tanto el proceso de aprendizaje como el producto final.

#### 2.4.1.2 Definición de Recursos

El equipo docente debe definir y especificar cuáles van a ser los recursos de los que va a disponer el/la estudiante para realizar el proyecto:

- ¿Qué recursos están disponibles para el proyecto?
- ¿Cómo será el acceso a los recursos (Ej.- acceso a recursos físicos –impresora-)?
- ¿Estarán siempre disponibles esos recursos o solamente durante una parte del proyecto?
- ¿Qué tipo de recursos se utilizará para cada etapa?
  - Investigación: Internet, enciclopedias, bibliotecas, libro de texto, etc.
  - Construcción: procesador de texto, herramientas para la elaboración de mapas conceptuales y diagramas, etc.
  - Comunicación: correo electrónico, grupos de discusión online, etc.
  - Planificación: cronogramas, diagramas de Gantt
  - Evaluación: herramienta para realizar presentaciones.

#### 2.4.2 Fase 02: Primeras actividades de los equipos

En esta etapa el alumnado elabora el plan de acción para solucionar el caso planteado por el equipo de profesores/as. Los pasos a dar serían los siguientes:

##### FASE PASOS

- Planteamiento inicial. Leer y analizar por parte del alumno/a el escenario en el que se presenta el proyecto.
- Identificar los objetivos de aprendizaje que pretende cubrir el profesor/a.
- Identificar la información con la que se cuenta.
- Establecer las carencias conceptuales para realizar el proyecto.
- Indicar el conocimiento necesario y la información de la que se dispone.
- Se sugieren posibles ideas de cara al proyecto. Se realiza un esquema del proyecto con una descripción breve de la solución.
- De forma grupal, se realiza un listado de los que requiere para enfrentar el problema, un listado de preguntas de lo que se necesita conocer y una lista de los conceptos que deben dominarse
- Especificar el plan de trabajo.

- El equipo debe dividir el proyecto en una secuencia de tareas y dotará a cada parte de su programación y objetivos a conseguir.
- El plan debe cubrir todas las necesidades de conocimiento especificadas.
- Dividir el proyecto en módulos/componentes y asignar los roles y las responsabilidades.
- Recibir el “feed-back” por parte del profesor/a.
- Revisar el planteamiento inicial tomando como referencia el feedback del profesor/a.

#### 2.4.3 Fase 03: Desarrollo del proyecto

Si en el punto anterior el alumno/a con ayuda del profesor/a ha establecido una serie de metas e hitos parciales, ahora es el momento para que el/la estudiante consiga todas y cada una de esas metas. Los pasos a dar serían los siguientes:

- El equipo recopila la información necesaria para cubrir y los objetivos de aprendizaje.
- Se analiza la información recopilada y se comprueba que cubra las necesidades planteadas en el proyecto. El caso de ser necesario, el grupo se dedica a buscar más información.
- Los alumnos/as realizarán el proyecto teniendo en cuenta dos aspectos:
  - Reajustar la definición del proyecto y de la solución (a medida que avanza el proyecto) con la aprobación del profesorado.
  - Avance hacia la conclusión del proyecto incorporando las mejoras percibidas y apercibidas
- Realizar una autoevaluación continua y mutua entre los miembros de los equipos (tanto por parte del profesor/a como de los alumnos)
- Repetir los pasos anteriores hasta conseguir que todas las metas parciales se hayan alcanzado.
- Al final el equipo debe asegurar que se han completado las tareas y las metas parciales una por una.

En esta fase el profesor/a cumple una labor secundaria pero muy importante: evaluar las acciones de cada grupo y si fuera necesario encauzarlas para conseguir el objetivo definido.

#### 2.4.4 Fase 04: Conclusiones desde la perspectiva del alumnado

El proyecto ya está finalizado, pero el alumno/a debe acostumbrarse a “cerrar” el producto.

Los pasos a dar serían los siguientes:

- Revisión final. Completar el proyecto y pulir el producto, la presentación o la interpretación finales.
- Evaluación final. Presentar el trabajo terminado en la forma acordada.
- Cierre del proyecto. Los equipos de trabajo deben analizar sus productos, presentaciones o interpretaciones finales, apoyándose en el feedback recibido.
- Además, deberán criticar si la desarrollada era la solución más adecuada al enunciado planteado.

#### 2.4.5 Fase 05: Conclusiones desde la perspectiva del profesorado

El profesor/a debe evaluar a cada equipo y reflexionar con el alumnado sobre los productos realizados. Los pasos a dar serían los siguientes:

- Preparar el cierre del proyecto programando una discusión y evaluación general del proyecto en la clase.
- Realizar un registro de las valoraciones finales.
- Reflexionar sobre el proyecto: sobre lo que funcionó bien y sobre lo que se debe mejorar para la próxima vez que se utilice en una clase.

El profesorado debe ser autocrítico para poder descubrir los puntos fuertes y débiles del proyecto acometido.

Para que tenga sentido, el equipo docente debe preestablecer los criterios que emplearán para realizar una evaluación continua, ya que en ABP no se realiza una evaluación final.

### 2.5 Evaluación en ABP

El reto consiste en encontrar un eje estructurador que permita evaluar, a través de un problema o proyecto determinado, las competencias que queremos desarrollar en el alumnado.

En este proceso, el alumno/a debe aprender a autoevaluarse (de un modo constructivo), lo cual le será muy necesario en su actividad laboral.

En ABP es interesante que el conjunto de prácticas y proyectos que se realice durante el curso, incorpore una variedad de métodos de evaluación distintos a los tradicionales para comprobar que se cumplan todos los aspectos formativos implicados, ya que el objetivo es evaluar una competencia en todas sus dimensiones

### 2.5.1 Aspectos a Evaluar

Realmente en metodología ABP se evalúan de forma continua tres aspectos diferentes: alumnado, profesorado y proyecto.

Alumnado:

- El trabajo realizado.
- Los conocimientos obtenidos.
- Las competencias implicadas.
- Las actitudes desarrolladas.

Profesorado:

- El papel realizado
- La preparación previa como tutor/a del proyecto

Proyecto:

- Su elección como idea central
- Adecuación del problema a los objetivos marcados

Las evaluaciones sobre el proyecto y sobre el profesorado podrían realizarse en la última fase del proyecto. Sin embargo, cualquier evaluación que se realice sobre el alumnado debe ser continua. No tiene sentido que se realice solamente al final del proyecto.

Teniendo en cuenta que los dos agentes principales son el profesor/a y el alumno/a, ¿qué tipos de evaluación deben realizarse durante un proyecto y quiénes las hacen?

**Profesorado:**

- Evaluación del Proyecto: enunciado, nivel de definición, metodología... (al final del proyecto)
- Autoevaluación (al final del proyecto)
- Evaluación de cada proyecto presentado (al final del proyecto)

- Observaciones: individual y grupal (continua)

## Alumnado

- Evaluación del Profesor/es/a/as (al final del proyecto)
- Evaluación al proyecto (al final del proyecto)
- Evaluación al compañero/a (al final del proyecto)
- Autoevaluación (al final del proyecto)

### 2.5.2 La evaluación continua del Alumnado/Grupo

Es evidente que la evaluación más compleja es la evaluación continua realizada por el docente a cada alumno individualmente y a los grupos.

El siguiente cuadro (Monterrey, 2010) describe algunas de las áreas que pueden ser evaluadas por parte del profesorado:

AREA	ACCIÓN A EVALUAR
Preparación para la sesión	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utiliza material relevante durante la sesión, aplica conocimientos previos, demuestra iniciativa, curiosidad y organización.</li> <li>- Demuestra su preparación para las sesiones de trabajo en grupo.</li> </ul>
Participación y contribuciones al trabajo del grupo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Participa de manera constructiva y apoya al proceso del grupo.</li> <li>- Tiene además la capacidad de dar y aceptar retroalimentación constructiva y contribuye a estimular el trabajo colaborativo.</li> </ul>
Habilidades Interpersonales y Trabajo Profesional	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muestra habilidad para comunicarse con los compañeros/as, escucha y atiende las diferentes aportaciones.</li> <li>- Es respetuoso y ordenado en su participación, es colaborativo/a y responsable.</li> </ul>
Contribuciones al Proceso del Grupo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apoya el trabajo del grupo colaborando con sus compañeros/as y aportando ideas e información recabada por él mismo.</li> <li>- Estimula la participación de los compañeros/as y reconoce sus aportaciones.</li> </ul>
Actitudes y Habilidades Humanas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es consciente de las fuerzas y limitaciones personales, escucha las opiniones de los demás, tolera los defectos del resto y estimula el desarrollo de sus compañeros/as.</li> </ul>
Evaluación Crítica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Clarifica, define y analiza el problema.</li> <li>- Es capaz de generar y probar una hipótesis e identificar los objetivos de aprendizaje.</li> </ul>

En general, la mayoría de estos datos los debe obtener el tutor/a mediante observación del estudiante, tanto durante el proceso de desarrollo del proyecto como en la posterior presentación.

De hecho, la propia presentación final del proyecto debería ser uno de los puntos principales en la evaluación del mismo.

### 2.5.3 Evaluación de la Presentación

En la presentación final el grupo (y por ende cada estudiante) defenderán los resultados obtenidos y el proyecto realizado.

Aquí el profesor debe obtener, de cada alumno, un perfil en base a las siguientes preguntas:

- ¿Los materiales generados para la presentación son correctos?
- ¿Ha entendido realmente el proyecto?
- ¿Entiende el alumno de lo que está hablando? ¿Conoce el proyecto completo?
- ¿Se expresa con claridad? ¿Se le entiende?
- ¿Ha organizado el grupo de forma correcta la presentación?

## 3 Documentación del Proyecto.

Adjuntos a esta memoria y presentados como Anexos se incluye la siguiente documentación:

- Documento – guía para el Profesor.

En este documento se desarrollan, de forma pormenorizada, todos los aspectos a tener en cuenta por los docentes que guían el Proyecto ABP.

Sesiones de trabajo, evaluaciones, temporización, consejos para realizar las sesiones, contenidos etc.

Este documento permite a los docentes tener una visión global del Proyecto antes de su inicio, y es una herramienta esencial para que el Proyecto avance de manera adecuada y, en su caso, anticiparse a las posibles desviaciones.

- Documento – guía para los Alumnos.

Este documento es esencial, sobre todo en los inicios del Proyecto ABP para que el alumno comprenda el trabajo que tiene que realizar en las próximas semanas.

Se desarrollan, de forma pormenorizada, todos los aspectos a tener en cuenta por los alumnos en las distintas fases del Proyecto.

## 4 Conclusiones.

A lo largo de este Máster he conocido multitud de herramientas y estrategias pedagógicas. Cuando las ves en clase las entiendes, ves sus posibilidades, las comparas con tus propias experiencias docentes del pasado, y en algún caso buscas alguna información extra que te amplíe el conocimiento si la estrategia te parece interesante.

Al realizar este trabajo he tenido que profundizar mucho en la estrategia pedagógica de ABP, y mi nivel de conocimiento no tiene nada que ver con el resto de estrategias vistas.

Tuve la suerte de vivir en primera persona un proyecto ABP durante los Prácticum II y III en el Centro San Valero. Este hecho fue el que me inclinó a realizar este TFM.

Era un poco distinto a lo planteado aquí ya que el proyecto, además, era un concurso entre los grupos. La competitividad anula la posibilidad de colaboración entre grupos, cuestión que me parece importante.

Me ha servido mucho para este trabajo conocer el Banco de Retos del Departamento de Educación del Gobierno Vasco. Esta comunidad es pionera y cree profundamente en el aprendizaje colaborativo en Formación Profesional. Además comparten toda su información con cualquiera, de hecho, este banco de datos está compartido en la nube de Google que se actualiza constantemente.

Yo también creo que en Formación Profesional, los Proyectos ABP no son sólo una estrategia más, son la estrategia perfecta para aprender a aprender y para fijar los conocimientos de la forma más eficaz, trabajando.

Espero que esto sólo sea, para mí, el comienzo. Intentaré, como docente, poder desarrollar este tipo de estrategias en el futuro.

## 5 Bibliografía

Oliva Herrer, M y Carabias Galindo, D.,(2006). “Resultados de la experimentación de una metodología didáctica basada en proyectos de aprendizaje tutorado”. Universidad de Valladolid.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. (2015). “Aprendizaje Basado en Proyectos. Infantil, Primaria y Secundaria”. Secretaría General Técnica de Documentación y Publicaciones.

Ministerio de Educación Ciencia y Deporte. (2012). “Competencias para la Inserción Laboral. Guía para el Profesorado”

Tknika. (2019). Banco de retos del Gobierno Vasco. Recuperado de <https://ethazi.tknika.eus/es/retos/>



## Trabajo Fin de Máster

Diseño de una actividad basada en ABP “Proyecto de una Célula Electroneumática de Producción”.

### **Anexo I. Guía para el Profesor**

Autor

Jaime Ríos Cañada

Directora  
Raquel Acero Cacho

Simulación de Sistemas Mecatrónicos (42 horas)

Proyecto de Mecatrónica Industrial (40 horas)

**Duración: 28 Sesiones 3h  
Fecha Inicio 21-02-19 - y Fin 12-4-19 L-J**

**Organización: Grupos 4 personas**

## Proyecto de una Célula Electroneumática de Producción.

Ejemplar para el Profesor.



Figura 1. Ejemplo de Célula Electroneumática. Fotografía propiedad del Laboratorio Remoto de Automática de la Universidad de León

# Proyecto Célula Electroneumática

Fecha inicio: 21-02-2019 – Fin 12-04-2019 | Duración: 28 sesiones de 3h

Unidades de trabajo.

## Competencias Profesionales, Personales y Sociales.

Las competencias profesionales, personales y sociales de este título son las que se relacionan a continuación:

- a) Obtener los datos necesarios para programar el montaje y el mantenimiento de los sistemas mecatrónicos.**
- b) Configurar sistemas mecatrónicos industriales, seleccionando los equipos y elementos que las componen.**
- c) Planificar el montaje y mantenimiento de sistemas mecatrónicos industriales: maquinaria, equipo industrial y líneas automatizadas de producción, entre otros, definiendo los recursos, los tiempos necesarios y los sistemas de control.**
- d) Supervisar y/o ejecutar los procesos de montaje y mantenimiento de sistemas mecatrónicos industriales, controlando los tiempos y la calidad de los resultados.
- e) Supervisar los parámetros de funcionamiento de sistemas mecatrónicos industriales, utilizando instrumentos de medida y control y aplicaciones informáticas de propósito específico.**
- f) Diagnosticar y localizar averías y disfunciones que se produzcan en sistemas mecatrónicos industriales, aplicando técnicas operativas y procedimientos específicos, para organizar su reparación.
- g) Elaborar los procedimientos de aprovisionamiento y recepción de repuestos y consumibles, a partir de la documentación técnica, para el mantenimiento de maquinaria, equipo industrial y líneas automatizadas de producción.
- h) Establecer los niveles de repuestos mínimos para el mantenimiento de maquinaria, equipo industrial y líneas automatizadas de producción.
- i) Poner a punto los equipos, después de la reparación o montaje de la instalación, efectuando las pruebas de seguridad y funcionamiento, las modificaciones y ajustes necesarios, a partir de la documentación técnica, asegurando la fiabilidad y la eficiencia energética del sistema.
- j) Programar los sistemas automáticos, comprobando los parámetros de funcionamiento y la seguridad de la instalación, siguiendo los procedimientos establecidos en cada caso.**
- k) Supervisar o ejecutar la puesta en marcha de las instalaciones, ajustando los parámetros y realizando las pruebas y verificaciones necesarias, tanto funcionales como reglamentarias.

- l) Elaborar la documentación técnica y administrativa para cumplir con la reglamentación vigente, con los procesos de montaje y con el plan de mantenimiento de las instalaciones.**
- m) Elaborar planos y esquemas con las herramientas informáticas de diseño, para actualizar la documentación y reflejar las modificaciones realizadas.**
- n) Organizar, supervisar y aplicar los protocolos de seguridad y de calidad en las intervenciones que se realizan en los procesos de montaje y mantenimiento de las instalaciones.**
- ñ) Adaptarse a las nuevas situaciones laborales, manteniendo actualizados los conocimientos científicos, técnicos y tecnológicos relativos a su entorno profesional, gestionando su formación y los recursos existentes en el aprendizaje a lo largo de la vida y utilizando las tecnologías de la información y la comunicación.**
- o) Resolver situaciones, problemas o contingencias con iniciativa y autonomía en el ámbito de su competencia, con creatividad, innovación y espíritu de mejora en el trabajo personal y en el de los miembros del equipo.**
- p) Organizar y coordinar equipos de trabajo con responsabilidad, supervisando el desarrollo del mismo, manteniendo relaciones fluidas y asumiendo el liderazgo, así como aportando soluciones a los conflictos grupales que se presenten.**
- q) Comunicarse con sus iguales, superiores, clientes y personas bajo su responsabilidad, utilizando vías eficaces de comunicación, transmitiendo la información o conocimientos adecuados y respetando la autonomía y competencia de las personas que intervienen en el ámbito de su trabajo.**
- r) Generar entornos seguros en el desarrollo de su trabajo y el de su equipo, supervisando y aplicando los procedimientos de prevención de riesgos laborales y ambientales, de acuerdo con lo establecido por la normativa y los objetivos de la empresa.**
- s) Supervisar y aplicar procedimientos de gestión de calidad, de accesibilidad universal y de «diseño para todos», en las actividades profesionales incluidas en los procesos de producción o prestación de servicios.**
- t) Realizar la gestión básica para la creación y funcionamiento de una pequeña empresa y tener iniciativa en su actividad profesional con sentido de la responsabilidad social.**
- u) Ejercer sus derechos y cumplir con las obligaciones derivadas de su actividad profesional, de acuerdo con lo establecido en la legislación vigente, participando activamente en la vida económica, social y cultural.**

Siendo las competencias a), b), c), e), j), l), m), ñ), o), p), q) y s) del título, señaladas en negrita, las que corresponden a los módulos de Simulación de Sistemas Mecatrónicos y Proyecto de Mecatrónica Industrial.

## Objetivos / Resultados de Aprendizaje (Relación con los requisitos DCB).

### 0944 SIMULACIÓN DE SISTEMAS MECATRÓNICOS

1. Diseña prototipos y mecanismos de los sistemas mecatrónicos, utilizando programas específicos para la simulación en tres dimensiones.
2. Simula el funcionamiento una célula robotizada, diseñándola y realizando operaciones de control.
3. Simula células robotizadas y prototipos mecatrónicos, validando su diseño mediante programas informáticos de simulación.
4. Integra sistemas de adquisición de datos en entornos de simulación, monitorizando el estado del sistema mecatrónico y verificando su funcionamiento.
5. Simula procesos mecatrónicos complejos, integrando subsistemas y analizando su funcionamiento.

### 0945 PROYECTO DE MECATRÓNICA INDUSTRIAL

1. Identifica necesidades del sector productivo, relacionándolas con proyectos tipo que las puedan satisfacer.
2. Diseña proyectos relacionados con las competencias expresadas en el título, incluyendo y desarrollando las fases que lo componen.
3. Planifica la ejecución del proyecto, determinando el plan de intervención y la documentación asociada.
4. Define los procedimientos para el seguimiento y control en la ejecución del proyecto, justificando la selección de variables e instrumentos empleados. Organiza la ejecución de los procesos de fabricación interpretando las especificaciones del producto y las hojas de proceso.

### COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- 1. Pensamiento creativo e innovador: Iniciativa emprendedora.
- 2. Trabajo en equipo: Comunicación, Responsabilidad.
- 3. Aprender a aprender: Planificación y organización, Prevención, Autonomía, Implicación, Toma de decisiones, Gestión de la información.
- 4. Competencia digital: Búsqueda y filtrado de la información, Intercambio de información, Almacenamiento y recuperación de la información.

Tabla 1. Objetivos y Resultados de Aprendizaje

## 0. Crear / Activar el Equipo

21-2-19. Duración orientativa: 1h

1. Se priorizará que en cada grupo haya, al menos, un alumno que tenga conocimientos de dibujo CAD en 3D y, en concreto, que tenga conocimientos de SolidWorks.
2. Los grupos los proponen los docentes previo consenso en función de la experiencia previa en retos o proyectos anteriores. Una vez formados los grupos se podrá escuchar a los alumnos por si propusieran alguna modificación necesaria.
3. Se ensalzarán las bondades del trabajo en grupo. Se visualizarán estos dos vídeos y se debatirá sobre ellos:

Trabajo en equipo positivo <https://www.youtube.com/watch?v=EnQhERZwF5k>

Trabajo en equipo negativo <https://www.youtube.com/watch?v=226iRoOSIWM>

4. Asignación de Roles: Cada grupo asignará a cada miembro un rol que implicará una responsabilidad individual para con el grupo.

- Portavoz: es el interlocutor entre el grupo y el equipo docente. Transmite las dudas del grupo a los docentes y las decisiones de éstos al grupo. Se preocupa del consenso en las decisiones.
- Coordinador: Conoce perfectamente el trabajo que hay que realizar y la reparte entre el grupo por consenso.

Dirige la evaluación Grupal

Comprueba que todos hayan realizado su parte.

- Secretario: Recuerda los compromisos grupales e individuales

Anota las decisiones tomadas en las discusiones de grupo.

Recuerda las tareas pendientes de cada uno y del grupo a corto y medio plazo

- Controlador: Se preocupa del cumplimiento del planning.

Modera las discusiones y se preocupa de que todos tengan la palabra.

Organiza el material y se preocupa del orden durante y después del trabajo.

## 1. Presentación del Proyecto

21-2-19. Duración orientativa: 2h

1. Se le entrega un ejemplar a cada alumno de la documentación del Proyecto y se les da tiempo para que la lean en su totalidad individualmente. Las dudas se resolverán en la lectura conjunta
2. Se comenta cada apartado y se resuelven las dudas que vayan surgiendo.
3. Comentar el alcance del Proyecto. Producto Final.
4. Revisar por encima con el PC y proyector la documentación de los materiales.
5. Explicar brevemente la estructura de cada uno de los dos módulos que se van a trabajar. Orden CA Aragón
6. Explicar brevemente la memoria que deberán hacer, aunque esto se desarrollará en el módulo de Proyecto.
7. Explicar qué se pretende y cuál es el alcance del diseño de las tres prácticas.
8. Comentar las evaluaciones que se van a realizar.

9. Comentar la Temporalización incidiendo en los distintos hitos previstos: Presentación de propuestas, días de control/evaluación, defensa del proyecto.

## 2. Identificar el Proyecto

25-02-2019. Duración orientativa: 45 min

Ahora es necesario que todos hayan entendido lo que les queremos transmitir. Por ello, en vez de preguntar simplemente si han entendido, se plantea una dinámica para asegurarnos de que así es. por ejemplo:

Podemos plantearles la herramienta 1-2-4, de forma que:

- (1) cada uno se plantea qué es lo que ha entendido
- (2) se reúnen en parejas y comparten información
- (4) lo comparten en el grupo, con lo que posibilitamos que aprendan unos de otros.

Finalmente, cada portavoz expone al gran grupo y entre todos, y ayudados por el profesor, llegan a una conclusión.

## 3. Establecer Parámetros.

25-02-2019. Duración orientativa: 1 h

En este apartado el alumnado es el que tiene que pensar qué es lo que va a necesitar para la realización del Proyecto (materiales, conocimientos técnicos...) y de dónde parten (conocimientos previos).

Es decir, en vez de ser nosotros los que directamente les decimos qué van a necesitar, dejamos un espacio para que ellos piensen:

En los grupos que ya se han creado antes del Proyecto, primero individualmente y luego con los compañeros deben reflexionar sobre cómo y con qué hacer frente al Proyecto. Sus reflexiones deben formularse a modo de pregunta

¿Cómo es una Célula Electroneumática?

¿Qué hay en el mercado de Células Electroneumáticas para docencia?

¿Qué conocimientos debo adquirir para poder desarrollarla?

Es decir, es el alumnado el que tiene que pensar qué va a necesitar para hacer frente al Proyecto, claro está, siempre teniendo como respaldo al profesor.

### 1. Necesidades para resolver el Proyecto, a nivel de:

- conocimientos: teorías, fórmulas, dibujos....
- Procesos: búsqueda de información, compartir la información y trabajo en equipo....
- Técnicas: las que el alumnado conozca o haya aprendido del curso anterior o formación extra
- Materiales: ordenadores, impresoras, programas, videos, tutoriales...
- Locales: aula, taller, otras....

### 2. Conocimiento previo: qué saben

De nuevo, podríamos plantearles la herramienta 1-2-4, de forma que:

- (1) Cada uno se plantea qué conocimientos resolver el Proyecto
- (2) Se reúnen en parejas y comparten lo que saben y manejan
- (4) Lo comparten en el grupo, con lo que posibilitamos que aprendan unos de otros

La sistemática para trabajar en esta cuestión es que, durante 10 minutos, se lo plantea cada uno individualmente. Posteriormente lo ponen en común en el equipo, y el secretario lo va apuntando. Lo ponen en común en el grupo-clase y completan lo que han escrito con las aportaciones del resto de los equipos.

El profesorado observa y, al final, comenta si les falta alguna cuestión importante que no haya salido en ningún equipo.

#### **4. Obtener y Organizar la Información.**

**25-02-2019. Duración orientativa: 1 h**

En esta parte del trabajo se va a extraer la información necesaria para la solución del Proyecto, haciendo una síntesis de la misma.

Por un lado el profesorado ofrecerá la información que considere el alumnado necesita para comenzar su andadura en este Proyecto.

Para ello, se van a utilizar los siguientes recursos

- Libros de texto de los módulos que se trabajan en este Proyecto.
- Apuntes facilitados por el profesorado.
- Diferentes direcciones web.
- Ordenadores portátiles con navegadores web, paquete ofimático y software para el diseño y simulación de sistemas mecatrónicos.
- Manuales técnicos y de usuario correspondientes a los equipos a utilizar.

Metodología para el alumnado:

El alumno debe plantearse si se necesita o no recabar información, de dónde hacerlo y acerca de qué, preguntándose ¿Qué?, ¿Por qué?, ¿Cómo?, ¿Cuándo?, ¿Dónde?, ¿Quién?

También puede preguntarse ¿Qué no?, ¿Por qué no?, ¿Cómo no?, ¿Cuándo no?, ¿Dónde no?, ¿Quién no?

#### **5. Generar Alternativas.**

**25-02-2019. Duración orientativa: 1 h**

##### **CUESTIONES PLANTEADAS**

Cada equipo deberá elaborar dos alternativas para desarrollar la solución.

##### **METODOLOGÍA PARA EL ALUMNADO:**

Utilizando métodos como BrainStorming, BrainWriting, Analogías, Relaciones Forzadas, Design Thinking o similar, cada equipo planteará un par de alternativas para cada parámetro. No se debe desechar de antemano ninguna propuesta.

## 6. Presentar las Propuestas.

27-02-2019. Duración orientativa: 1 h

Los componentes de cada equipo expondrán sus alternativas de una forma abierta y que de la posibilidad de que el resto de la clase opine e intervenga en la exposición de dichas alternativas.

Cada alumno podrá aportar áreas de mejora, cuando las detecte, al resto de equipos de trabajo del curso.

### METODOLOGÍA PARA EL ALUMNADO:

1. Presentación de las alternativas acordadas por el equipo al resto de la clase mediante algún de aplicación al efecto (PowerPoint, Prezi,...) de manera que provoque la recepción de algún tipo de feedback por parte del resto de la clase.
2. Utilizar algún tipo de herramienta como, por ejemplo, Padlet para la recogida de dicho feedback.

## 7. Seleccionar la Propuesta.

27-02-2019. Duración orientativa: 45 min

### CUESTIONES PLANTEADAS

Cada equipo selecciona de entre las propuestas la mejor una vez analizadas las aportaciones de la clase.

### METODOLOGÍA PARA EL ALUMNADO:

1. Cada equipo analizará las propuestas formuladas por el resto de la clase y las comparará con las inicialmente identificadas como idóneas por el propio equipo.
2. Se valoran los posibles aspectos positivos y negativos de cada propuesta para, finalmente, escoger una alternativa de entre las inicialmente planteadas por el equipo y las aportadas por el resto de la clase.

## 8. Planificar Acciones.

27-02-2019. Duración orientativa: 45 min

### CUESTIONES PLANTEADAS

Reflejar en un cronograma, diagrama de Gantt o similar, todas las tareas con sus correspondientes tiempos que se deben llevar a cabo a lo largo del Proyecto.

### METODOLOGÍA PARA EL ALUMNADO:

1. Diseñar una tabla que recoja de manera unívoca las tareas a llevar a cabo por el equipo, con las duraciones

y los recursos correspondientes a utilizar.

2. Debe contemplarse la temporización prevista en el documento del Proyecto.

El profesor recibirá una copia del documento que devolverá corregida al grupo.

## **9. Ejecutar Acciones.**

**28-02-2019 a 9-04-2019. Duración orientativa: 57 horas**

Llevar a cabo cada una de las tareas establecidas en la lista ejecución del cronograma diseñado en el paso anterior.

METODOLOGÍA PARA EL ALUMNADO:

1. Utilizar el cronograma previamente diseñado y seguirlo atendiendo a las estimaciones horarias inicialmente diseñadas.

2. Ejecutar todas y cada una de las tareas identificadas para la consecución del Proyecto.

## **10.Exponer Resultados.**

**10-4-2019. Duración orientativa: 3 h**

Cada equipo expondrá a toda la clase su trabajo final.

METODOLOGÍA PARA EL ALUMNADO:

Cada grupo expondrá los resultados del trabajo que ha realizado (PowerPoint, videos, Prezi, etc.).

2. Las comunicaciones verbal y no verbal serán consideradas de manera apropiada.

3. Se atenderán las dudas que el resto de la clase o el profesorado pueda plantear al equipo.

## **11.Evaluación.**

**11-4-2019. Duración orientativa: 3 h**

Los equipos se reúnen con el profesorado que ha participado en el reto y comenta el resultado de la evaluación, indicando los aspectos positivos y los aspectos a mejorar en futuros Proyectos.

Cada equipo elaborará el documento de reflexión y mejora.

METODOLOGÍA PARA EL ALUMNADO:

1. Realización del documento de reflexión y mejora.

## 12.Criterios de Evaluación.

Competencias Técnicas 70% (valoración por parte del profesor). 50% (conceptual y procedimental)-20% (presentación-exposición).

Competencias Básicas-transversales 30% (comunicación, organización del trabajo, iniciativa personal, relación entre compañeros, trabajo en equipo, resolución de problemas; valoración por parte del alumnado y profesorado)

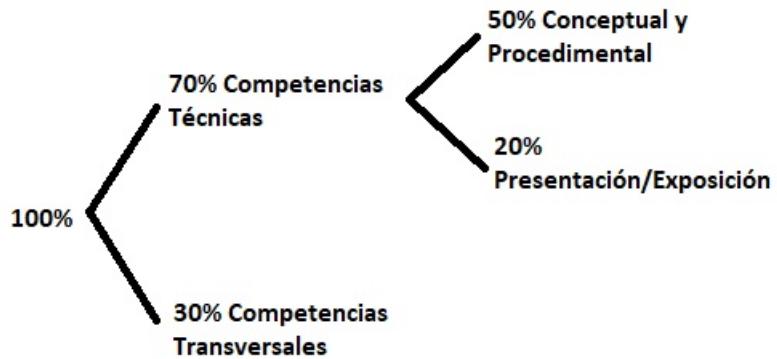


Figura 2. Criterios Generales de Evaluación (el autor).

## Rúbrica de Evaluación de las Competencias Transversales

	<b>EXPERTO (3) 10-9</b>	<b>AVANZADO (2) 8-7</b>	<b>APRENDIZ (1) 6-4</b>	<b>NÓVEL (0) 0-3</b>	<b>PESO</b>
AUTONOMÍA	Ante situaciones imprevistas tiene recursos y capacidad para buscar soluciones por sí mismo/a.	Habitualmente no necesita de la guía del profesor para llevar a cabo las actividades; es capaz de llevarlas a cabo por sí mismo/a	Habitualmente necesita la guía del profesor para llevar a cabo sus tareas, no es capaz de aprender por sí solo/a	Necesita continuamente la ayuda del profesor para cualquier tipo de actividad.	25%
PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN	Planifica y ejecuta lo planificado. Ante los imprevistos que surgen propone acciones correctoras y áreas de mejora	Planifica las tareas y las ejecuta a tiempo aunque salva los imprevistos no planificados como puede	Hace una planificación meramente formal, pero no sigue su ejecución. Necesita ser guiado constantemente para cumplirla	Improvisa; no se planifica. No distingue lo urgente de lo aplazable	25%
COMPETENCIA DIGITAL (en base a almacenamiento y recuperación de información; y en base a aspectos de comunicación)	Siempre guarda información de utilidad en diferentes formatos (vídeos, imágenes, texto y páginas web) y la clasifica de forma que le permita recuperarla. Siempre realiza copias de seguridad.  Organiza, de forma eficiente actividades de interacción y participa con información acompañada de imágenes, enlaces y vídeos.	Habitualmente, pero no siempre, guarda información de utilidad en diferentes formatos (vídeos, imágenes, texto y páginas web) y la clasifica de forma que le permita recuperarla.  Habitualmente, pero no siempre, realiza copias de seguridad.  Organiza actividades de interacción en medios digitales y participa con información, aunque solo es texto	De vez en cuando, guarda información de utilidad en diferentes formatos (vídeos, imágenes, texto y páginas web) y la clasifica de forma que le permita recuperarla. De vez en cuando, realiza copias de seguridad.  No suele organizar actividades de interacción en medios digitales.	No suele guardar información de utilidad en diferentes formatos (vídeos, imágenes, texto y páginas web) y no la clasifica de forma que le permita recuperarla.  No suele realizar copias de seguridad.  No conoce entornos de trabajo digitales para la comunicación con sus compañeros	25%
IMPLICACIÓN y TRABAJO EN EQUIPO	Participa en las actividades y situaciones de trabajo desarrollando correctamente su labor, asumiendo la responsabilidad del reto o actividad en su conjunto. No busca el camino más corto y fácil. Adelanta trabajo fuera de clase o por las tardes.	Participa en las actividades y situaciones de trabajo desarrollando correctamente su labor, asumiendo su responsabilidad en la mayoría de las tareas que ha realizado dentro del reto o actividad.	Participa en las actividades del grupo y, aún cuando cumple con los compromisos pactados, hay que reclamarle que haga su parte, limitándose a cumplirlos. No sabe lo que el compañero está haciendo o ha hecho.	Es poco o nada participativo/a en las actividades del grupo y no cumple con los compromisos que le corresponden, de manera que el grupo se desequilibra. Falta o llega tarde a clase.	25%

Tabla 2. Rúbrica de Evaluación de Competencias Transversales (el autor).

## Rúbrica de Evaluación de la Presentación

	<b>SOBRESALIENTE (4) 10-9</b>	<b>NOTABLE (3) 8-7</b>	<b>SUFICIENTE (2) 6</b>	<b>FLOJO (1) 5-4</b>	<b>MUY FLOJO (0) 0-3</b>	<b>PESO</b>
<b>Conocimiento y preparación.</b> Profundiza Bien Superficial flojo nulo	Sobresaliente conocimiento y preparación	Notable conocimiento y preparación	Suficiente conocimiento y preparación	Flojo conocimiento y preparación	Muy flojo conocimiento y preparación	20%
<b>Expresión Correcta</b>	Sobresaliente utiliza muchas expresiones técnicas correctas y adecuadas	Notable utiliza bastantes expresiones técnicas correctas y adecuadas	Suficiente utiliza algunas expresiones técnicas y adecuadas	Utiliza pocas expresiones técnicas y a veces de forma inadecuada	No utiliza expresiones adecuadas	10%
<b>Estructura</b> Organización y Tieempo	Estructura muy bien organizada con tiempo adecuado.	Estructura bastante bien organizada con tiempo adecuado.	Estructura organizada con tiempo corto	Estructura poco organizada con tiempo justo	Estructura desorganizada con tiempo corto	10%
<b>Lenguaje</b> Fluidez Tono Ritmo No uso muletillas	Presenta cumpliendo todos los aspectos	Presenta cumpliendo 3 de los aspectos	Presenta cumpliendo 2 de los aspectos	Presenta cumpliendo 1 de los aspectos	Presenta imcumpliendo todos los aspectos	10%
<b>Powerpoint</b> Poco texto Fotos Orden Coherente Diseño	Contiene todos los aspectos bien trabajados en el archivo.	Contiene 4 aspectos bien trabajados en el archivo.	Contiene 3 aspectos bien trabajados en el archivo.	Contiene 2 aspectos bien trabajados en el archivo.	Contiene algún aspecto bien trabajado en el archivo.	20%
<b>Lectura</b>	No lee los contenidos, utiliza su vocabulario.		Lee directamente algunos contenidos y no el resto.		Lee los contenidos directamente	10%
<b>Presentación en general</b>	Excelente casi inmejorable.	Muy buena, con pocos aspectos a mejorar.	Buena, con algunos aspectos a mejorar	Floja con bastantes aspectos a mejorar	Muy floja muy mejorable	20%

Tabla 3. Rúbrica de Evaluación de la Presentación (el autor).

## Rúbricas de Evaluación Conceptual y Procedimental

Módulo 0944 Simulación de Sistemas Mecatrónicos	N1	N2	N3	N4	N5
1. Diseña prototipos y mecanismos de los sistemas mecatrónicos, utilizando programas específicos para la simulación en tres dimensiones.					
a) Se ha seleccionado el software idóneo para optimizar el diseño de sistemas mecatrónicos.					
b) Se han ideado soluciones constructivas de sólidos y superficies.					
c) Se han diseñado los ensamblajes de los sistemas mecatrónicos.					
d) Se han importado/exportado elementos mecatrónicos.					
e) Se ha actualizado el control de revisiones con el objeto de reducir costes y seleccionar el diseño adecuado.					
f) Se ha calculado la vida útil de los elementos, así como su coste de fabricación.					

Módulo 0944 Simulación de Sistemas Mecatrónicos	N1	N2	N3	N4	N5
2. Simula el funcionamiento una célula robotizada, diseñándola y realizando operaciones de control.					
a) Se ha seleccionado el software idóneo para optimizar el diseño de células robotizadas.					
b) Se han diseñado células robotizadas con diferentes posiciones de robot: centrada en el robot, con el robot en línea y con un robot móvil.					
c) Se ha realizado el control de la célula robotizada: control de secuencia, interfaz del operador,					
d) Se ha operado sobre el control de la célula, mediante relés, autómatas u ordenadores.					
e) Se ha analizado el tiempo de ciclo, utilizando la metodología RTM.					

Módulo 0944 Simulación de Sistemas Mecatrónicos	N1	N2	N3	N4	N5
3. Simula células robotizadas y prototipos mecatrónicos, validando su diseño mediante programas informáticos de simulación.					
a) Se han detectado las posibles colisiones a que pueda estar sometido el sistema mecatrónico.					
b) Se han verificado los movimientos del sistema mecatrónico, deslizamiento, rodadura, y pivotante, entre otros.					
c) Se han aplicado la simulación de fluidos y el análisis térmico a los sistemas mecatrónicos.					
d) Se han realizado las funciones de validación del diseño mecatrónico mediante programas de simulación					
e) Se ha evaluado el potencial de fabricación de la solución propuesta.					

Módulo 0944 Simulación de Sistemas Mecatrónicos	N1	N2	N3	N4	N5
4. Integra sistemas de adquisición de datos en entornos de simulación, monitorizando el estado del sistema mecatrónico y verificando su funcionamiento.					
a) Se han integrado sistemas de exploración lineal y cámaras de estado sólido.					
b) Se han aplicado las funciones de detección y digitalización.					

d) Se han segmentado las imágenes y obtenido características.				
e) Se han reconocido las escenas.				

Módulo 0944 Simulación de Sistemas Mecatrónicos	N1	N2	N3	N4	N5
5. Simula procesos mecatrónicos complejos, integrando subsistemas y analizando su funcionamiento.					
a) Se han identificado las características del proceso que se va a simular.					
b) Se han seleccionado los subsistemas que lo integran.					
c) Se ha verificado la relación entre los subsistemas.					
d) Se han identificado desviaciones del funcionamiento previsto.					
e) Se han localizado los elementos responsables de la desviación.					
f) Se ha corregido la desviación.					
g) Se ha documentado el resultado de la simulación.					

<b>Módulo 0945 Proyecto de Mecatrónica Industrial</b>	<b>N1</b>	<b>N2</b>	<b>N3</b>	<b>N4</b>	<b>N5</b>
1. Identifica necesidades del sector productivo, relacionándolas con proyectos tipo que las puedan satisfacer.					
a) Se han clasificado las empresas del sector por sus características organizativas y el tipo de producto o servicio que ofrecen.					
b) Se han caracterizado las empresas tipo indicando la estructura organizativa y las funciones de cada departamento.					
c) Se han identificado las necesidades más demandadas a las empresas.					
d) Se han valorado las oportunidades de negocio previsibles en el sector.					
e) Se ha identificado el tipo de proyecto requerido para dar respuesta a las demandas previstas.					
f) Se han determinado las características específicas requeridas en el proyecto.					
g) Se han determinado las obligaciones fiscales, laborales y de prevención de riesgos, y sus condiciones de aplicación.					
h) Se han identificado posibles ayudas o subvenciones para la incorporación de las nuevas tecnologías de producción o de servicio que se proponen.					
i) Se ha elaborado el guión de trabajo que se va a seguir para la elaboración del proyecto.					

<b>Módulo 0945 Proyecto de Mecatrónica Industrial</b>	<b>N1</b>	<b>N2</b>	<b>N3</b>	<b>N4</b>	<b>N5</b>
2. Diseña proyectos relacionados con las competencias expresadas en el título, incluyendo y desarrollando las fases que lo componen.					
a) Se ha recopilado información relativa a los aspectos que van a ser tratados en el proyecto.					
b) Se ha realizado el estudio de viabilidad técnica del mismo.					
c) Se han identificado las fases o partes que componen el proyecto y su contenido.					
d) Se han establecido los objetivos que se pretenden conseguir, identificando su alcance.					
e) Se han previsto los recursos materiales y personales necesarios para realizarlo.					
f) Se ha realizado el presupuesto económico correspondiente.					
g) Se han identificado las necesidades de financiación para la puesta en marcha del mismo.					
h) Se ha definido y elaborado la documentación necesaria para su diseño.					
i) Se han identificado los aspectos que se deben controlar para garantizar la calidad del proyecto.					

<b>Módulo 0945 Proyecto de Mecatrónica Industrial</b>	<b>N1</b>	<b>N2</b>	<b>N3</b>	<b>N4</b>	<b>N5</b>
3. Planifica la ejecución del proyecto, determinando el plan de intervención y la documentación asociada.					
a) Se han secuenciado las actividades ordenándolas en función de las necesidades de su desarrollo.					
b) Se han determinado los recursos y la logística necesaria para cada actividad.					
c) Se han identificado las necesidades de permisos y autorizaciones para llevar a cabo las actividades.					
d) Se han determinado los procedimientos de actuación o ejecución de las					

actividades.				
e) Se han identificado los riesgos inherentes a la ejecución, definiendo el plan de prevención de riesgos y los medios y equipos necesarios.				
f) Se han planificado la asignación de recursos materiales y humanos y los tiempos de ejecución.				
g) Se ha hecho la valoración económica que da respuesta a las condiciones de su puesta en práctica.				
h) Se ha definido y elaborado la documentación necesaria para la ejecución.				

Módulo 0945 Proyecto de Mecatrónica Industrial	N1	N2	N3	N4	N5
4. Define los procedimientos para el seguimiento y control en la ejecución del proyecto, justificando la selección de variables e instrumentos empleados.					
a) Se ha definido el procedimiento de evaluación de las actividades o intervenciones.					
b) Se han definido los indicadores de calidad para realizar la evaluación.					
c) Se ha definido el procedimiento para la evaluación de las incidencias que puedan presentarse durante la realización de las actividades, su posible solución y registro.					
d) Se ha definido el procedimiento para gestionar los posibles cambios en los recursos y en las actividades, incluyendo el sistema de registro de los mismos.					
e) Se ha definido y elaborado la documentación necesaria para la evaluación de las actividades y del proyecto.					
f) Se ha establecido el procedimiento para la participación de los usuarios o clientes en la evaluación y se han elaborado los documentos específicos.					
g) Se ha establecido un sistema para garantizar el cumplimiento del pliego de condiciones del proyecto, cuando este existe.					

Tabla 4. Rúbrica de Evaluación Conceptual y Procedimental (el autor).

#### Criterios de Evaluación

- **N1:** Cumple perfectamente el criterio de evaluación (4p)
- **N2:** Se cumple adecuadamente el criterio de evaluación (3p)
- **N3:** Se cumple suficientemente el criterio de evaluación (2p)
- **N4:** Se cumple muy escasamente el criterio de evaluación (1p)
- **N5:** No se cumple prácticamente nada el criterio de Evaluación. (0 p)

Cálculo de la nota final Conceptual / Procedimental.

$$\text{Por cada RA} \quad \text{Nota (0-10)} = \text{Nota (0 - 10)} = \frac{\sum_{n=1}^n (N1x4)+(N2x3)+(N3x2)+(N2x1)}{n}$$

Siendo n el número de criterios de evaluación que hay en cada RA

## Temporalización

Para poder respetar el ritmo de trabajo de cada equipo, y de esta manera fomentar la autonomía y la gestión del tiempo, no se contempla temporalizar cada paso con ciertas fechas. Si bien se realizarán sesiones teóricas en fechas concretas para desarrollar contenidos esenciales de ambos módulos tal y como puede verse en el calendario adjunto.

	L	M	X	J	V	S	D
Febrero				21	22	23	24
	25	26	27	28	1	2	3
	4	5	6	7	8	9	10
Marzo	11	12	13	14	15	16	17
	18	19	20	21	22	23	24
	25	26	27	28	29	30	31
Abril	1	2	3	4	5	6	7
	8	9	10	11	12	13	14
Sem. Santa	15	16	17	18	19	20	21
	22	23	24	25	26	27	28

The legend identifies the colors used in the calendar to represent different activities:

- Blue: Realización Grupos y Presentación del Proyecto
- Pink: Presentación y Elección de Propuestas
- Orange: Teoría Simulación
- Yellow: Teoría Proyectos
- Green: Defensa
- Grey: Semana Santa
- Red: Control de Proyecto / Evaluación

Tabla 3.- Temporalización

Los días de trabajo en el proyecto serán de 3 horas de Lunes a Jueves.

Los días marcados en color naranja o amarillo corresponden a las clases teóricas de Simulación y Proyectos respectivamente. Todos los días de teoría se dejará tiempo para trabajar en el Proyecto. Básicamente aplicando la teoría estudiada.

Según veamos vuestro avance y vuestro nivel competencial se le dedicará más o menos tiempo a la teoría.

Algunos Jueves se realizará un control de ejecución donde se revisará el cumplimiento del planning realizado por el grupo.

## Bibliografía

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. “Aprendizaje Basado en Proyectos. Infantil, Primaria y Secundaria”. Secretaría General Técnica de Documentación y Publicaciones. 2015.

Tknika (2019). Banco de Retos del Departamento de Educación del País Vasco. Recuperado de

<https://ethazi.tknika.eus/es/retos/>



## Trabajo Fin de Máster

Diseño de una actividad basada en ABP “Proyecto de una Célula Electroneumática de Producción”.

### **Anexo II. Guía para el Alumno**

Autor

Jaime Ríos Cañada

Directora  
Raquel Acero Cacho

Simulación de Sistemas Mecatrónicos (42 horas)

Proyecto de Mecatrónica Industrial (40 horas)

**Duración: 28 Sesiones 3h  
Fecha Inicio 21-02-19 - y Fin 12-4-19 L-J**

**Organización: Grupos 4 personas**

## Proyecto de una Célula Electroneumática de Producción. Ejemplar para el Alumno.

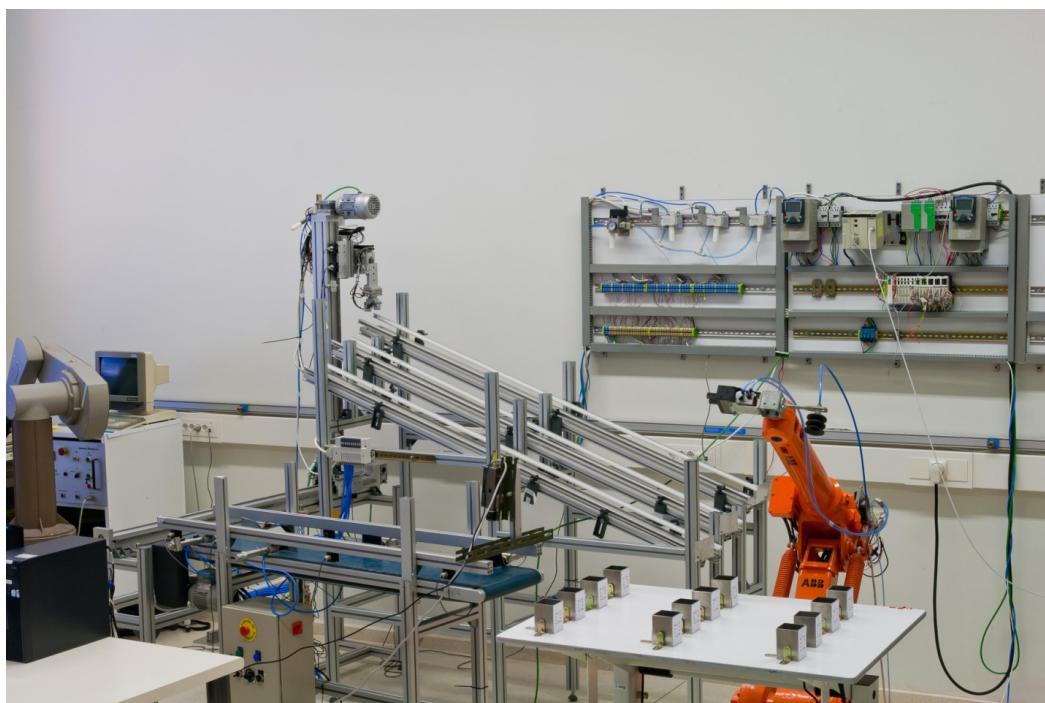


Figura 1. Ejemplo de Célula Electroneumática. Fotografía propiedad del Laboratorio Remoto de Automática de la Universidad de León

## **ÍNDICE**

<b>1</b>	<b><i>Introducción</i></b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b><i>Enunciado</i></b>	<b>3</b>
2.1	Alcance del Proyecto	4
2.2	Materiales	4
<b>3</b>	<b><i>Lo que vas a aprender: Objetivos / Resultados de Aprendizaje</i></b>	<b>7</b>
3.1	0944 Simulación de Sistemas Mecatrónicos	7
3.2	0945 Proyecto de Mecatrónica Industrial	7
<b>4</b>	<b><i>Competencias Transversales</i></b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b><i>Trabajo a realizar</i></b>	<b>9</b>
5.1	Memoria del proyecto	9
5.2	Definición y Desarrollo de la Célula Electroneumática	9
5.3	Desarrollo de las prácticas	11
5.4	Ejecución del Proyecto	11
5.5	Presentación del resultado del Proyecto	12
<b>6</b>	<b><i>Criterios de evaluación</i></b>	<b>12</b>
<b>7</b>	<b><i>Temporalización</i></b>	<b>15</b>

# El Proyecto

---

## 1 Introducción

Durante las clases prácticas de este curso, y del anterior habéis aprendido las diferentes tecnologías que se utilizan en Mecatrónica Industrial. Sabéis trabajar con circuitos neumáticos, pudiendo diseñar cualquier aplicación tanto desde el punto de vista teórico como su ejecución práctica.

Habéis trabajado con Autómatas. Sabéis programarlos e instalarlos y habéis conseguido realizar, desde cero, instalaciones complejas utilizando todas las capacidades del PLC.

Habéis trabajado con brazos robóticos que sabéis programar y hacerlos trabajar de muchas maneras en cualquier aplicación.

Manejáis sensores de todos los tipos, variadores de frecuencia, motores, relés etc.

En fin, estáis perfectamente capacitados para realizar el proyecto que os proponemos que consiste, básicamente, en aunar todas las tecnologías aprendidas en una única instalación diseñada y calculada por vosotros y con el nivel de definición necesario para que pueda ser materializada por cualquier técnico capacitado.

## 2 Enunciado

Diseñar una célula Electroneumática de configuración abierta que permita realizar múltiples prácticas de procesos productivos.

Para ello se contará con el material relacionado más abajo.

## 2.1 Alcance del Proyecto

Se trata de diseñar una Célula Electroneumática que permita, en el taller, realizar prácticas de automatismos, robótica y neumática.

Para ello se podrá disponer de hasta tres cintas transportadoras controladas por variador, un brazo robótico de 7 ejes y dos PLC en red, así como material neumático con actuadores de simple y doble efecto.

La fotografía de la portada de este documento puede dar una idea de lo que se quiere proyectar.

Con la célula se deberán poder realizar operaciones de:

- Clasificación de piezas por tamaño, forma, material, color, peso.
- Aceptación / rechazo, de piezas según distintos criterios.
- Contaje de piezas para su embalaje.
- Manipulación.
- Sencillos mecanizados.

Los grupos una vez diseñada la célula deberán proponer un conjunto de 3 prácticas diferentes y establecer la configuración de la célula correspondiente a cada práctica.

Los niveles de las prácticas obedecerán a los contenidos de:

- 2º de Grado Medio
- 1º de Grado Superior
- 2º de Grado Superior

## 2.2 Materiales

- Brazo robótico colaborativo KUKA LBR iiwa 7 R800 de 7 kg de carga y 800 mm de alcance.
  - Controlador KUKA Sunrise Cabinet
  - Panel de Control KUKA smartPAD
  - Manipulador
  - Connecting cable to the smartPAD
  - Connecting cable to KUKA Sunrise Cabinet robot controller
- Autómata Siemens S71200

- CPU 1214 AC/DC Relay (2 Uds para poder trabajar en red)
- Módulo 8 Entradas Analógicas SM 1231 AI 8 x 13 bit analog input (voltage/current) (2 Uds)
- Módulo 4 Salidas Analógicas SM 1232 AO 8 x 13 bit analog ouput (voltage/current) (2 Uds)
- Módulo de Comunicaciones Profibus CM1243-5 DP Master
- Módulo de Comunicaciones Profibus CE1242-5 DP Slave
- Pantalla comunicaciones HMI TP 1200 de 12”
- Encoder Absoluto Profibus MC Encoder
- Cintas transportadoras Kepack TKB 06 con bastidor regulable.
  - 200x1200 mm (2 Uds)
  - 300x1500 mm (1 Ud)
- Variador de frecuencia Siemens Simatic V20 230(I+N) 400(III) (3 Uds)
- Ordenador PC de sobremesa.
  - CPU Intel Core i7 64 bits
  - 8 Gb Ram
  - 1TB Disco duro sólido
  - 2 Pantallas Led 32”
  - Conexión Internet
  - Wifi
  - BlueTooth
- Material Neumático Festo
  - 4 Cilindros doble efecto Festo DSNU 8mm x 200mm carrera
  - 4 Cilindros doble efecto Festo DSNU 8mm x 320mm carrera
  - 4 Cilindros simple efecto compresión Festo ESNU 8mm x 50 mm carrera
  - 1 Unidad de Mantenimiento
  - 5 Válvulas 5/2 biestables (neumática-neumática)
  - 1 Válvula de escape rápido
  - 1 Regulador de caudal
  - 2 Válvula limitadora de presión
  - 4 Electroválvula 5/2 biestable (bobina-bobina)
  - 4 Electroválvula 5/2 monoestable (bobina-muelle)
  - 4 Electroválvula 3/2 monoestable (bobina-muelle)

- Detección
  - o Cámara inteligente Festo Smart Camera SBRB
  - o Sensores Inductivos
  - o Sensores Capacitivos
  - o Finales de carrera
  - o Interruptores reed
  - o Sensores ópticos
  - o Sensores Fotoeléctricos
  - o Sondas de Temperatura
  - o Sondas de Presión
- Elementos estructurales: se dispone de mecano de perfilería de aluminio industrial.
  - o Perfilería 20 x 20 mm
  - o Perfilería 30 x 30 mm
  - o Perfilería 50 x 50 mm
  - o Elementos de Fijación
  - o Elementos de Unión
  - o Elementos de montaje
  - o Elementos de Posicionamiento (patas y apoyos)
  - o Elementos de Fijación
- Material Vario:
  - o Fuente de alimentación 12/24V 100W Schneider Electric
  - o Carril Din
  - o Pequeño material Automatismos: Pulsadores, selectores, interruptores, señalización, setas...
  - o Pequeño Material Eléctrico: aparamenta carril din, envolventes, terminales, Relés, contactores, guardamotores, disyuntores...

La documentación técnica relativa al material citado se encuentra compartida en:

<https://drive.google.com/open?id=161P1KT0hFIU19xceCPFNckbEBNbBLgt0>

### **3 Lo que vas a aprender: Objetivos / Resultados de Aprendizaje**

Este Proyecto abarca dos módulos completos: el 0944 Simulación de Sistemas Mecatrónicos y 0945 Proyectos de Mecatrónica Industrial.

La evaluación de estos dos módulos se realizará evaluando el Proyecto en el que vais a trabajar.

#### **3.1 0944 Simulación de Sistemas Mecatrónicos**

1. Diseña prototipos y mecanismos de los sistemas mecatrónicos, utilizando programas específicos para la simulación en tres dimensiones.
2. Simula el funcionamiento una célula robotizada, diseñándola y realizando operaciones de control.
3. Simula células robotizadas y prototipos mecatrónicos, validando su diseño mediante programas informáticos de simulación.
4. Integra sistemas de adquisición de datos en entornos de simulación, monitorizando el estado del sistema mecatrónico y verificando su funcionamiento.
5. Simula procesos mecatrónicos complejos, integrando subsistemas y analizando su funcionamiento.

#### **3.2 0945 Proyecto de Mecatrónica Industrial**

1. Identifica necesidades del sector productivo, relacionándolas con proyectos tipo que las puedan satisfacer.
2. Diseña proyectos relacionados con las competencias expresadas en el título, incluyendo y desarrollando las fases que lo componen.
3. Planifica la ejecución del proyecto, determinando el plan de intervención y la documentación asociada.
4. Define los procedimientos para el seguimiento y control en la ejecución del proyecto, justificando la selección de variables e instrumentos empleados.

## 4 Competencias Transversales

1. Pensamiento creativo e innovador: Iniciativa emprendedora.
2. Trabajo en equipo: Comunicación, Responsabilidad.
3. Aprender a aprender: Planificación y organización, Prevención, Autonomía, Implicación, Toma de decisiones, Gestión de la información.
4. Competencia digital: Búsqueda y filtrado de la información, Intercambio de información, Almacenamiento y recuperación de la información.



Figura 2. Competencias Transversales.

Tknika (2019). Recuperado de <https://tknika.eus/eu/cont/materiales/escenarios-de-aprendizaje-2/>

## 5 Trabajo a realizar

### 5.1 Memoria del proyecto

Debe ser un documento que sea el reflejo de todo el proceso de diseño de la Célula. Respetar, aplicar y evidenciar los 9 pasos (documentos, gráficos, mapas mentales,...).

- 1.- Plantear el Problema
- 2.- Obtener y organizar la Información.
- 3.- Generar Alternativas
- 4.- Presentar Propuestas
- 5.- Seleccionar la Propuesta
- 6.- Planificar Desarrollo
- 7.- Desarrollar Proyecto
- 8.- Exponer Resultados
- 9.- Evaluar

Debe contener los siguientes apartados:

- Portada (Título del reto, autores, tutores, grupo, fecha y curso escolar, imagen relevante del proyecto, logo San Valero).
- Índice (Apartados principales y subapartados numerados y paginados).
- Introducción.
- Desarrollo del proyecto.
- Mediciones y Presupuesto
- Anexos (Especificaciones técnicas, programación, planos, etc.)

### 5.2 Definición y Desarrollo de la Célula Electroneumática.

Para la realización de este apartado se va a trabajar el módulo 0944 Simulación de Sistemas Mecatrónicos. El proyecto que estamos realizando cubre los objetivos y Resultados de Aprendizaje previstos en el módulo.

Una vez habéis elegido cual es la opción de configuración más adecuada para la Célula hay que definirla en el proyecto.

- Explicar qué elementos principales tiene la célula y cuál es su disposición.

Pensad en la ubicación de los paneles de mando y equipos electrónicos.

La disposición de los elementos debe ser tal que permita su mantenimiento, montaje, desmontaje y sustitución de una manera sencilla, y que, a su vez, la célula sea funcional.

La configuración elegida tiene que ser capaz de posibilitar la realización de distintas prácticas sin tener que realizar grandes cambios.

Dar importancia a la posibilidad necesaria de tener que ampliar aparenta eléctrica, electrónica, sensores etc. Las regletas de cableado y las canales deben estar adecuadamente dimensionadas para poder admitir nuevos circuitos.

- Justifica la configuración elegida en función de los criterios anteriores.
- Dibujad la célula Electroneumática con todos sus elementos con el fin de poder simular su funcionamiento.

Para la realización de este apartado aprenderemos, previamente, a dibujar y simular sistemas mecatrónicos con SolidWorks y su módulo de simulación.

El uso de esta aplicación nos permitirá:

- Dibujar cada uno de los elementos de la célula individualmente para poder realizar planos.
- Realizar dibujos de conjunto en 3D que nos permita comprobar la correcta disposición de los elementos y poder realizar planos de ensamblaje.
- Comprobar la correcta disposición de los elementos móviles (brazo robótico, pistones y cintas) para poder predecir las posibles interferencias en sus movimientos.
- Predecir el movimiento de las piezas dentro de la célula, su circulación, su trayectoria dentro de la misma según sean admitidas o rechazadas etc.
- Diseñar soportes de sensores para incorporarlos a las cintas teniendo en cuenta el sistema de anclaje, tamaño del sensor, distancia a la cinta.
- Diseñar y distribuir el panel de control con todos sus elementos y prever los espacios de reserva.
- Ubicar el PC y la Pantalla HMI integrándolos en la zona de control.

### 5.3 Desarrollo de las prácticas.

Una vez tenemos perfectamente definida la Célula Electroneumática deberéis enunciar, como se ha dicho, tres prácticas de tres niveles distintos.

En cada práctica se explicará cómo tiene que trabajar la célula según un supuesto de producción.

Se definirán los elementos que se deben utilizar y las funciones de cada uno.

Se indicarán qué sensores se van a utilizar, su ubicación y su función.

En el caso de utilizar el Robot, el PLC o los actuadores neumáticos se propondrán criterios de funcionamiento para que puedan ser programados por los alumnos según su nivel de conocimiento.

Práctica de 2º curso de Grado Superior.

En esta práctica se utilizarán todos los elementos de la célula y el grupo deberá aportar la programación del PLC, el esquema neumático, la programación del brazo robótico y el programa de la pantalla HMI.

### 5.4 Ejecución del Proyecto

Para la realización de este apartado se va a trabajar el módulo 0945 Proyecto de Mecatrónica Industrial. El proyecto que estamos realizando cubre los objetivos y Resultados de Aprendizaje previstos en el módulo.

En este módulo se van a tratar todos los aspectos que se tienen que tratar en la ejecución de un Proyecto de Mecatrónica:

- Estudio del mercado. ¿Qué hay en el mercado relativo a entrenadores de Mecatrónica para uso docente?
- Planifica el Proyecto, qué vas a hacer y cuanto tiempo le vais a dedicar.
- Qué documentación vais a generar
- Realización de un presupuesto
- Aprende a gestionar el tiempo y los recursos de tu equipo. Aprende a planificar y a corregir las posibles desviaciones.

La presentación del proyecto y sus apartados serán definidos durante el desarrollo de las sesiones relativas a este módulo.

## 5.5 Presentación del resultado del Proyecto

Utilizar un soporte auxiliar (power point, prezi, presentaciones google,...) para la realización de la presentación.

Estructurar de una manera diferenciada la apertura, base y cierre de la presentación.

Distribuir y equilibrar el tiempo para cada ponente. El equipo de profesores puede elegir quien empezar, quien sigue, etc.

Cuidar las características de calidad que se esperan de una presentación (lenguaje empleado, formatos de presentación, distribución de ponentes, tiempos medios mínimos por cada integrante del equipo,...).

Justificar al equipo de profesores las propuestas que habéis optado presentar. No obstante también exponer el proceso que habéis seguido hasta llegar a estas soluciones. Mostrar las evidencias (información obtenida, documentación generada, planos, esquemas...) que habéis ido generando.

## 6 Criterios de evaluación

La evaluación será un proceso en el que tendremos en cuenta las siguientes indicaciones:

La nota final de cada reto, se formará ponderando cada rúbrica. La rúbrica de cada Resultado de Aprendizaje se definirá tomando en cuenta todas las evidencias de todo el Proyecto, es decir, el equipo de profesores analizará todas las evidencias y consensuará una rúbrica final.

Estas serán las rúbricas que se emplearán:

- **Mejorar:** No es competente. Aunque se le presta ayuda, no entiende ni tiene interés por el resultado de aprendizaje que debe alcanzar.

- **Regular:** Empieza a ser competente. Entiende el resultado de aprendizaje que tiene que alcanzar, aunque todavía necesita ayuda (de sus profesores y profesoras, y/o de sus compañeras y compañeros) para llevarlo a la práctica con ciertas garantías.
- **Bien:** Es competente. Ya es capaz de alcanzar el resultado de aprendizaje por sí solo. Es autónomo y reactivo.
- **Muy bien:** Domina esta competencia y está seguro de sí mismo. Es capaz de ayudar a sus compañeros y compañeras a alcanzar este resultado de aprendizaje. Tiene iniciativa y es proactivo.

Las empresas demandan un técnico cualificado con competencias técnicas, transversales y sociales. Por ello, a la hora de evaluar el reto se tendrán en cuenta ambas competencias, y el porcentaje que se aplicará para obtener la calificación final de cada reto será:

- Competencias técnicas: 70%
- Competencias transversales y sociales: 30%

<b>Resultados de Aprendizaje de las Competencias Técnicas</b>		
<b>0944 Simulación de Sistemas Mecatrónicos</b>	1. Diseña prototipos y mecanismos de los sistemas mecatrónicos, utilizando programas específicos para la simulación en tres dimensiones.	10%
	2. Simula el funcionamiento una célula robotizada, diseñándola y realizando operaciones de control.	10%
	3. Simula células robotizadas y prototipos mecatrónicos, validando su diseño mediante programas informáticos de simulación.	10%
	4. Integra sistemas de adquisición de datos en entornos de simulación, monitorizando el estado del sistema mecatrónico y verificando su funcionamiento.	2.5%
	5. Simula procesos mecatrónicos complejos, integrando subsistemas y analizando su funcionamiento.	10%
<b>0945 Proyecto de Mecatrónica Industrial Sistemas Mecatrónicos</b>	1. Identifica necesidades del sector productivo, relacionándolas con proyectos tipo que las puedan satisfacer.	2.5%
	2. Diseña proyectos relacionados con las competencias expresadas en el título, incluyendo y desarrollando las fases que lo componen.	10%
	3. Planifica la ejecución del proyecto, determinando el plan de intervención y la documentación asociada.	5%
	4. Define los procedimientos para el seguimiento y control en la ejecución del proyecto, justificando la selección de variables e instrumentos empleados.	10%

Tabla 1.- Resultados de Aprendizaje de las Competencias Técnicas

<b>Resultados de Aprendizaje de las Competencias Transversales y Sociales</b>	
1. Pensamiento creativo e innovador: Iniciativa emprendedora.	5%
2. Trabajo en equipo: Comunicación, Responsabilidad.	10%
3. Aprender a aprender: Planificación y organización, Prevención, Autonomía, Implicación, Toma de decisiones, Gestión de la información.	5%
4. Competencia digital: Búsqueda y filtrado de la información, Intercambio de información, Almacenamiento y recuperación de la información.	10%

Tabla 2.- Resultados de Aprendizaje de las Competencias Transversales y Sociales

Una vez realizada la evaluación, el profesorado mantendrá una sesión de feedback con cada alumno, así como con cada equipo. Mediante este feedback tanto cada alumno como cada equipo reflexionará sobre la experiencia vivida en el reto y asumirá compromisos de mejora con el fin de ponerlos en práctica en el siguiente Proyecto.

## 7 Temporalización

Para poder respetar el ritmo de trabajo de cada equipo, y de esta manera fomentar la autonomía y la gestión del tiempo, no se contempla temporalizar cada paso con ciertas fechas. Si bien se realizarán sesiones teóricas en fechas concretas para desarrollar contenidos esenciales de ambos módulos tal y como puede verse en el calendario adjunto.

	L	M	X	J	V	S	D
Febrero				21	22	23	24
	25	26	27	28	1	2	3
	4	5	6	7	8	9	10
Marzo	11	12	13	14	15	16	17
	18	19	20	21	22	23	24
	25	26	27	28	29	30	31
Abril	1	2	3	4	5	6	7
	8	9	10	11	12	13	14
Sem. Santa	15	16	17	18	19	20	21
	22	23	24	25	26	27	28
				Presentación del Proyecto			
				Teoría Simulación			
				Teoría Proyectos			
				Defensa			
				Semana Santa			
				Control de Proyecto			

Tabla 3.- Temporalización

Los días de trabajo en el proyecto serán de 3 horas de Lunes a Jueves.

Los días marcados en color naranja o amarillo corresponden a las clases teóricas de Simulación y Proyectos respectivamente. Todos los días de teoría se dejará tiempo para trabajar en el Proyecto. Básicamente aplicando la teoría estudiada.

Según veamos vuestro avance y vuestro nivel competencial se le dedicará más o menos tiempo a la teoría.

Algunos Jueves se realizará un control de ejecución donde se revisará el cumplimiento del planning realizado por el grupo.

## Bibliografía

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. “Aprendizaje Basado en Proyectos. Infantil, Primaria y Secundaria”. Secretaría General Técnica de Documentación y Publicaciones. 2015.

Tknika (2019). Banco de Retos del Departamento de Educación del País Vasco. Recuperado de <https://ethazi.tknika.eus/es/retos/>