

**UNIVERSIDAD DE MÁLAGA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN**

MÁSTER EN PROFESORADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA Y  
BACHILLERATO, FORMACIÓN PROFESIONAL Y ENSEÑANZA DE IDIOMAS

Especialidad: Tecnología, Informática y Procesos Industriales

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**Aprender haciendo en Formación Profesional: propuesta didáctica  
con UR3 y ESP32**

Realizado por: Cristóbal López de Gamarra Recio

Tutora: María José Cano Iglesias

MÁLAGA, junio de 2025



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
MÁSTER EN PROFESORADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA Y  
BACHILLERATO, FORMACIÓN PROFESIONAL Y ENSEÑANZA DE IDIOMAS  
Especialidad: Tecnología, Informática y Procesos Industriales

**Aprender haciendo en Formación Profesional: propuesta didáctica con UR3 y ESP32**

**Autor:** Cristóbal López de Gamarra Recio

**Tutora:** María José Cano Iglesias

**Palabras clave:** FP, aprendizaje experiencial, ESP32, robot UR3, automatización, metodología activa

**Resumen**

El presente trabajo desarrolla una intervención didáctica centrada en el módulo Mantenimiento de Equipos de Electrónica Industrial, perteneciente al Ciclo Formativo de Grado Superior en Mantenimiento Electrónico. La propuesta se fundamenta en un enfoque de aprendizaje activo y experiencial, articulado en torno al uso del brazo robótico colaborativo UR3 y la placa de desarrollo ESP32.

El objetivo principal es aproximar al alumnado a situaciones reales del entorno industrial, fomentando el desarrollo de competencias técnicas, la autonomía en la resolución de problemas y la reflexión crítica a través de la acción. Para ello, se plantea una secuencia de cinco sesiones prácticas donde los estudiantes programan, prueban y ajustan sistemas automatizados, enfrentándose a retos reales que requieren aplicar conocimientos de programación, electrónica y control.

La propuesta se caracteriza por integrar teoría y práctica en un mismo espacio, favorecer la evaluación continua mediante rúbricas, observación directa y autoevaluación, y priorizar el aprendizaje significativo frente a la mera transmisión de contenidos.

FACULTY OF EDUCATIONAL SCIENCES  
MASTER'S DEGREE IN TEACHER TRAINING FOR SECONDARY EDUCATION,  
BACCALAUREATE, VOCATIONAL TRAINING, AND LANGUAGE TEACHING  
Specialization: Technology, Computer Science, and Industrial Processes

**Learning by Doing in Vocational Education: A Didactic Proposal with UR3 and ESP32**

**Author:** Cristóbal López de Gamarra Recio

**Supervisor:** María José Cano Iglesias

**Keywords:** VET, experiential learning, ESP32, UR3 robot, automation, active methodology

**Abstract**

This work presents a didactic intervention focused on the *Maintenance of Industrial Electronic Equipment* module, which is part of the Advanced Vocational Training Program in Electronic Maintenance. The proposal is based on an active and experiential learning approach, structured around the use of the collaborative UR3 robotic arm and the ESP32 development board.

The main objective is to bring students closer to real-world industrial scenarios, promoting the development of technical skills, autonomy in problem-solving, and critical reflection through action. To achieve this, a sequence of five practical sessions is proposed, in which students program, test, and adjust automated systems, facing real challenges that require the application of knowledge in programming, electronics, and control.

The proposal is characterized by the integration of theory and practice within the same learning space, the promotion of continuous assessment through rubrics, direct observation and self-assessment, and an emphasis on meaningful learning rather than the mere transmission of content.

## Contenido

Capítulo 1. Introducción.....	7
Capítulo 2. Marco contextualizador .....	8
2.1 ¿Para qué y por qué educamos? .....	8
2.2 ¿Dónde, qué y cómo enseñar y cómo aprende el alumnado?.....	9
2.2.1 ¿Qué enseñar? .....	10
2.2.2 ¿Cómo enseñar? .....	10
2.2.3 ¿Cómo aprende el alumnado? .....	11
2.3 ¿Cómo organizar las clases, cómo evaluar al alumnado y a la enseñanza? .....	11
2.3.1 Organización del aula.....	12
2.3.2 Evaluación del alumnado .....	12
2.3.4 Evaluación de la enseñanza.....	13
2.4 ¿Cómo tutorizar, cómo relacionarse con las familias, compañeros...? .....	14
2.4.1 Tutoría en el aula: acompañamiento desde la práctica.....	14
2.4.2 Relación con las familias.....	15
2.4.3 Relación con el equipo docente.....	15
Capítulo 3. Diseño y fundamentación de proyecto .....	16
3.1 Justificación y marco teórico.....	16
3.1.1 Foco de interés .....	16
3.1.2 Fundamentación teórica .....	19
3.1.3 Hilo conductor metodológico.....	22
3.1.4 Justificación de la elección de recursos didácticos y tecnológicos .....	23
3.2 Resumen de la propuesta inicial.....	25
3.2.1 Contexto .....	25

3.2.2 Objetivos de la propuesta .....	26
3.2.3 Elementos curriculares .....	27
3.2.4 Metodología .....	27
3.2.5 Secuenciación de actividades .....	28
3.2.6 Tabla de vinculación entre actividades y elementos curriculares .....	29
3.2.7 Evaluación .....	30
3.2.8 Atención a la diversidad .....	30
3.2.9 Intervención docente .....	31
3.3 Evaluación de la planificación basada en evidencias que producen mejoras .....	32
3.3.1 Instrumentos de evaluación utilizados .....	33
3.3.2 Evidencias del proceso de aprendizaje y de enseñanza.....	35
3.3.3 Propuestas de mejora.....	39
3.3.4 Tabla de vinculación entre actividad, mejora y justificación.....	40
Capítulo 4. Nueva propuesta didáctica.....	41
4.1 Revisión.....	41
Capítulo 3. Planificación e intervención en el aula .....	41
3.1 Marco normativo .....	41
3.1.1 Estatal .....	42
3.1.2 Autonómico .....	42
3.2 Relación curricular .....	43
3.2.1 Objetivos generales .....	43
3.2.2 Competencias profesionales, personales y sociales trabajadas .....	44
3.2.3 Resultados de aprendizaje implicados.....	44
3.2.4 Criterios de evaluación.....	45
3.2.5 Contenidos básicos .....	47

3.3 Metodología .....	48
Capítulo 4. Secuenciación de actividades .....	51
4.1 Primera sesión – Familiarización con el equipo robótico .....	52
4.2 Segunda sesión – Operación manual y primeros desplazamientos .....	53
4.3 Tercera sesión – Programación de secuencias básicas .....	54
4.4 Cuarta sesión – Trabajo paralelo con UR3 y ESP32.....	56
4.5 Quinta sesión – Evaluación .....	57
4.6 Atención a la diversidad.....	58
4.7 Evaluación.....	59
4.7.1 Evaluación del aprendizaje.....	59
4.7.2 Evaluación de la enseñanza.....	60
Capítulo 5. Reflexión crítica .....	62
5.1 Proceso de aprendizaje profesional .....	62
5.2 Experiencia en el Practicum .....	62
5.3 Valoración del máster.....	62
5.4 Conclusión.....	63
Anexos.....	64
Diario del profesor .....	64
Preguntas pretest/postest .....	67

## Capítulo 1. Introducción

El presente Trabajo Fin de Máster (TFM) se desarrolla en el marco del Máster en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas, en la especialidad de Tecnología, Informática y Procesos Industriales. El trabajo se ha diseñado con el propósito de integrar y aplicar los aprendizajes adquiridos durante la formación en un contexto real de aula, mediante una intervención didáctica centrada en el módulo de *Mantenimiento de Equipos de Electrónica Industrial*, correspondiente a un ciclo formativo de grado superior.

La propuesta parte de un enfoque metodológico activo y experiencial, fundamentado en teorías del aprendizaje significativo y en el principio del *learning by doing*. Se ha planteado una secuencia de sesiones prácticas que incorporan el uso de tecnologías reales del entorno industrial, como el robot colaborativo UR3 y el microcontrolador ESP32, con el objetivo de acercar al alumnado a situaciones profesionales auténticas, fomentando la autonomía, la resolución de problemas y el trabajo en equipo.

El TFM se estructura en cuatro capítulos. En el Capítulo 2, se contextualiza la propuesta didáctica desde una perspectiva educativa, social y organizativa, atendiendo a las características del centro, del alumnado y del entorno sociolaboral. El Capítulo 3 presenta el diseño y la fundamentación del proyecto, incluyendo la justificación pedagógica, el marco teórico y los recursos seleccionados. En el Capítulo 4 se desarrolla la propuesta didáctica al completo, detallando los objetivos, contenidos, metodología, evaluación y atención a la diversidad. Finalmente, el Capítulo 5 ofrece una reflexión crítica sobre la experiencia formativa durante el máster, poniendo en valor los aprendizajes adquiridos, las dificultades encontradas y las perspectivas de mejora profesional.

Este trabajo pretende ser una aportación práctica y reflexiva al ámbito de la Formación Profesional, contribuyendo al diseño de propuestas educativas más contextualizadas, significativas y orientadas a la empleabilidad y el desarrollo integral del alumnado.

## Capítulo 2. Marco contextualizador

Este primer capítulo ofrece una visión general del sentido y propósito de la enseñanza en Formación Profesional, así como del contexto en el que se desarrolla: un centro público con alumnado diverso y próximo a incorporarse a la empresa. Se abordan aquí cuestiones clave como qué enseñar, cómo hacerlo y cómo aprenden los estudiantes, destacando el enfoque experiencial y activo como motor del aprendizaje significativo.

También se describe la organización de las clases, los criterios de evaluación del aprendizaje y de la práctica docente, así como el papel del profesorado en su doble rol como docente y tutor. Finalmente, se subraya la importancia del trabajo colaborativo entre el equipo docente y el acompañamiento personalizado al alumnado como elementos esenciales para el éxito educativo y profesional de los futuros técnicos.

### 2.1 ¿Para qué y por qué educamos?

Educar, en el contexto de la Formación Profesional, va mucho más allá de la transmisión de contenidos o de la preparación técnica inmediata para el ejercicio de una profesión. Educar supone contribuir a la formación de personas autónomas, responsables y capaces de comprender y desenvolverse en entornos laborales y sociales cada vez más complejos, exigentes y cambiantes. Se trata, en definitiva, de acompañar procesos de desarrollo personal, técnico y ético que permitan a los estudiantes no solo acceder al mercado laboral, sino también posicionarse en él con criterio, iniciativa y capacidad de adaptación.

En el caso específico del módulo *Mantenimiento de Equipos de Electrónica Industrial*, este objetivo se concreta en el desarrollo de competencias técnicas relacionadas con la instalación, el diagnóstico, la programación y el mantenimiento de sistemas industriales automatizados. Sin embargo, detrás de estas competencias específicas, subyacen una serie de aprendizajes que no son menos importantes: la resolución de problemas, la toma de decisiones, la gestión del error, el trabajo en equipo y la reflexión sobre la propia práctica.

La propuesta didáctica planteada no se limita a enseñar a programar un robot o configurar una placa de control. Lo que se busca es que el alumnado aprenda a pensar técnicamente, a entender los sistemas con los que trabaja, a encontrar soluciones cuando algo no funciona como se espera, y a hacerlo de manera segura, ordenada y colaborativa. En otras palabras, se educa para formar



profesionales competentes, pero también personas capaces de aprender, de adaptarse y de seguir creciendo en su trayectoria profesional.

Además, educar en este contexto concreto implica también atender a las necesidades reales del alumnado. Muchos de ellos proceden de contextos donde la motivación por el aprendizaje se activa cuando encuentran una conexión directa entre lo que se les propone y la realidad laboral a la que aspiran. Por eso, una propuesta metodológica basada en tareas reales, equipos auténticos y problemas técnicos concretos activa el interés, la implicación y el compromiso.

Por último, educamos porque creemos que las personas pueden cambiar, mejorar y contribuir a una sociedad más competente y justa. Porque sabemos que detrás de cada acción hay una capacidad humana que debe ser reconocida, potenciada y acompañada. Porque entendemos que la formación técnica no es una formación menor, sino una vía, digna y poderosa para construir futuros profesionales y ciudadanos responsables.

## **2.2 ¿Dónde, qué y cómo enseñar y cómo aprende el alumnado?**

La propuesta didáctica se desarrolla en un centro público de Formación Profesional. Este entorno educativo se caracteriza por su enfoque práctico, orientado al mundo laboral, y por una comunidad educativa heterogénea, donde conviven estudiantes con trayectorias muy diversas, intereses técnicos definidos y una motivación concreta por adquirir competencias profesionales aplicables en contextos reales.

El grupo destinatario está compuesto por estudiantes de segundo curso, es decir, en la etapa final de su formación académica. Muchos de ellos cuentan ya con conocimientos previos en automatización, programación o electrónica, pero lo más relevante es que están a punto de incorporarse a las prácticas en empresa, lo que genera un contexto formativo de especial relevancia: lo que se trabaje en el aula en este momento tendrá un impacto inmediato en su capacidad para desenvolverse en situaciones reales de trabajo. Esto condiciona tanto el contenido que se selecciona como las estrategias metodológicas empleadas.

### 2.2.1 ¿Qué enseñar?

Los contenidos seleccionados giran en torno al mantenimiento y programación de sistemas automatizados, el uso de dispositivos reales como el robot UR3 o la placa ESP32, y la integración de sensores y actuadores. No se trata de transmitir información, sino de ofrecer experiencias de aprendizaje que permitan comprender, aplicar y transferir conocimientos técnicos en situaciones reales. Por ello, el currículo se traduce en tareas concretas: mover un brazo robótico, leer una señal digital, configurar una secuencia de movimientos, o resolver un fallo en la ejecución de un programa.

Además, la propuesta didáctica busca desarrollar competencias transversales esenciales: trabajo en equipo, responsabilidad, iniciativa, capacidad de análisis y reflexión. Estos aspectos no se trabajan de manera aislada, sino que se integran en el diseño de las sesiones, en la dinámica del aula y en la forma de relacionarse con los dispositivos, con los compañeros y con el docente.

### 2.2.2 ¿Cómo enseñar?

El enfoque metodológico se sustenta en principios del aprendizaje activo y experiencial, donde el alumnado aprende haciendo, enfrentándose a retos técnicos, experimentando con dispositivos reales y reflexionando sobre sus propios errores. No se parte de explicaciones extensas, sino de situaciones que plantean un reto o una necesidad concreta, en torno a la cual el alumnado debe actuar, probar, equivocarse y ajustar.

Cada sesión combina:

- Breves introducciones teóricas orientadas a contextualizar la tarea.
- Trabajo técnico individual o en grupo con el robot UR3 y la placa ESP32.
- Actividades de análisis y corrección de errores.
- Espacios de reflexión sobre lo aprendido y las dificultades encontradas.

Esta forma de enseñar requiere una actitud activa del alumnado, pero también una función docente claramente definida: el profesor no es quien “enseña” en el sentido tradicional, sino quien acompaña el proceso, orienta, formula preguntas clave y guía la reflexión. Se crea así un

espacio de aprendizaje donde la autonomía y la iniciativa se fomentan, pero sin dejar de ofrecer estructura, apoyo y orientación.

### **2.2.3 ¿Cómo aprende el alumnado?**

El alumnado de este ciclo formativo aprende con mayor eficacia cuando las propuestas educativas tienen un sentido práctico y una conexión directa con la realidad profesional. La motivación aumenta significativamente cuando perciben que los conocimientos adquiridos les serán útiles “mañana”, ya sea en su empresa de prácticas o en su futuro puesto de trabajo.

Este grupo de estudiantes se beneficia especialmente de un enfoque que les permita aprender a través del error y la corrección. Como afirma Schank (2005, citado en Elizalde et al, 2016), nadie aprende a montar en bicicleta leyendo un libro, sino haciendo la acción y, por supuesto, cayéndose. La posibilidad de equivocarse en un entorno seguro, identificar qué no ha funcionado y volver a intentarlo, constituye uno de los motores más potentes del aprendizaje en la Formación Profesional.

Asimismo, la experiencia directa con sistemas reales, como el robot UR3, refuerza la comprensión profunda y contribuye a la generación de esquemas mentales duraderos, aplicables a nuevas situaciones profesionales.

En definitiva, enseñar en este contexto implica proponer tareas auténticas, acompañar procesos de aprendizaje, promover la reflexión sobre la acción, y asegurar que el alumnado no solo sea capaz de ejecutar una tarea, sino también de comprender el porqué de cada paso, transferir lo aprendido a otros contextos y sentirse implicado activamente en su propio proceso formativo..

## **2.3 ¿Cómo organizar las clases, cómo evaluar al alumnado y a la enseñanza?**

La organización de las sesiones en esta propuesta se ha diseñado bajo criterios de progresión, equilibrio y realismo. Progresión, porque las tareas aumentan gradualmente en complejidad técnica y en autonomía requerida por parte del alumnado. Equilibrio, porque cada sesión incluye momentos de explicación, práctica y reflexión. Y realismo, porque las actividades están alineadas con tareas propias del entorno industrial, lo que garantiza su aplicabilidad y pertinencia.

La intervención didáctica se articula en cinco sesiones distribuidas en un total de ocho horas lectivas. La estructura temporal responde a una lógica clara: las sesiones 1 y 5, de una hora, se

dedican a la introducción y la evaluación integradora, mientras que las sesiones 2, 3 y 4, de dos horas cada una, se centran en el desarrollo técnico de competencias específicas. Este formato permite alternar tareas prácticas con breves exposiciones teóricas, sin caer en la saturación ni en la dispersión.

Cada sesión tiene unos objetivos precisos, trabaja con unos recursos tecnológicos definidos (robot UR3 y placa ESP32), e incorpora una combinación de estrategias didácticas como el trabajo en grupo, la rotación por estaciones, la resolución de retos y la reflexión final. Además, el uso de instrumentos diagnósticos (pretests) y evaluativos (postests y rúbricas) garantiza un seguimiento formativo continuo.

### 2.3.1 Organización del aula

El aula-taller se organiza en diferentes estaciones de trabajo. Una de ellas está dedicada al brazo robótico UR3, mientras que las demás se destinan al montaje y programación con ESP32. El alumnado rota por estas estaciones a lo largo de las sesiones, permitiendo así que todos vivan las mismas experiencias, compartan dificultades y afiancen conocimientos en ambos entornos técnicos.

Esta rotación también tiene un valor didáctico añadido: permite al docente detectar qué estudiantes requieren más acompañamiento, quiénes pueden asumir un rol de apoyo entre iguales y qué conceptos necesitan ser reforzados de forma transversal en todo el grupo.

### 2.3.2 Evaluación del alumnado

La evaluación planteada combina tres tipos de estrategias: diagnóstica, formativa y sumativa.

#### 1. Evaluación diagnóstica:

Se lleva a cabo mediante pretests y postest en cada sesión, con preguntas breves que permiten conocer el punto de partida del alumnado en relación con los conceptos y procedimientos que se van a trabajar.

#### 2. Evaluación formativa:

Se desarrolla a lo largo de toda la intervención. La observación directa del trabajo en el taller, el análisis de errores cometidos y corregidos, las preguntas durante las prácticas y

la calidad de las decisiones técnicas tomadas constituyen evidencias clave del aprendizaje en proceso. Esta evaluación se acompaña de feedback constante, orientado a la mejora y no solo a la calificación.

### 3. Evaluación final:

La última sesión está orientada a la integración y aplicación de todo lo aprendido. El alumnado debe ejecutar un programa completo con el UR3, validar su funcionamiento y realizar ajustes según los fallos encontrados. Esta evaluación incluye una rúbrica que valora:

- La coherencia del código.
- La precisión en la ejecución técnica.
- La capacidad de detectar y corregir errores.
- La profundidad de la reflexión final en grupo.

Este enfoque de evaluación busca valorar no solo el producto final, sino también el proceso recorrido, la capacidad de aprender del error y la autonomía en la toma de decisiones. Además, se fomenta una evaluación auténtica, centrada en tareas significativas y contextualizadas, como recomienda el aprendizaje experiencial (Elizalde et al, 2016).

#### 2.3.4 Evaluación de la enseñanza

La intervención también contempla la evaluación de la práctica docente, como parte de un enfoque reflexivo y crítico del proceso de enseñanza-aprendizaje. Para ello se recogen evidencias durante y después de cada sesión:

- Nivel de implicación del alumnado.
- Dificultades comunes detectadas.
- Calidad y profundidad de las soluciones propuestas.
- Valoración de la secuencia por parte del propio docente al finalizar la intervención.

Este análisis permite identificar qué aspectos del diseño han funcionado mejor, cuáles deben ajustarse y qué modificaciones serían necesarias para replicar o escalar la propuesta en otros módulos o contextos.

## **2.4 ¿Cómo tutorizar, cómo relacionarse con las familias, compañeros...?**

La acción tutorial en el ámbito de la Formación Profesional de Grado Superior adopta un enfoque específico, orientado a las necesidades reales del alumnado y al contexto profesional al que se dirige. En este nivel educativo, el acompañamiento no se limita al desarrollo académico, sino que también abarca aspectos relacionados con la orientación laboral, la toma de decisiones profesionales, el manejo de la autonomía y la preparación para situaciones reales de trabajo en equipo y responsabilidad individual.

La propuesta didáctica se inserta en este marco: no solo busca desarrollar competencias técnicas, sino también acompañar al alumnado en su transición hacia la práctica profesional, facilitando espacios para la reflexión, la autoevaluación y el desarrollo de actitudes clave como la perseverancia, la responsabilidad y la capacidad de adaptación.

### **2.4.1 Tutoría en el aula: acompañamiento desde la práctica**

Aunque no existe una hora formal de tutoría específica dentro de las sesiones descritas, el papel tutorial del docente se integra de forma transversal en el desarrollo de la intervención. Durante las prácticas con el robot UR3 y la ESP32, el profesor:

- Observa cómo el alumnado toma decisiones.
- Detecta errores frecuentes y ofrece apoyo individualizado.
- Formula preguntas que estimulan la reflexión crítica.
- Facilita la colaboración entre compañeros.
- Refuerza actitudes profesionales como la constancia, la seguridad técnica o el rigor en el trabajo.

De este modo, la tutoría se convierte en una forma de acompañamiento didáctico continuo, donde el docente actúa no solo como transmisor de conocimientos, sino como figura de referencia que

orienta, guía y proporciona feedback constructivo. Esta presencia tutorial no invasiva permite que el alumnado se sienta apoyado, pero sin perder autonomía.

#### **2.4.2 Relación con las familias**

En este contexto formativo concreto, la relación con las familias tiene un papel muy limitado. La totalidad del alumnado participante en esta propuesta es mayor de edad, lo que hace que la comunicación con las familias no sea ni necesaria ni habitual. Además, tratándose de estudiantes de segundo curso, con un grado alto de autonomía y próximos a la realización de prácticas en empresa, se considera que es el propio estudiante quien debe asumir la responsabilidad sobre su proceso de aprendizaje.

No obstante, el centro contempla mecanismos de comunicación con las familias en caso de que se detecten situaciones particulares (absentismo reiterado, necesidades específicas, decisiones de carácter académico o disciplinario).

#### **2.4.3 Relación con el equipo docente**

Uno de los pilares de esta intervención es su coherencia con el resto de la programación del ciclo formativo, lo cual solo es posible gracias al trabajo coordinado entre los distintos miembros del equipo docente.

La planificación de esta secuencia ha tenido en cuenta:

- La progresión de contenidos del módulo.
- La coordinación con otros módulos técnicos relacionados.
- Los criterios comunes de evaluación del departamento.
- El uso compartido de recursos y espacios.

Además, la colaboración entre docentes permite realizar ajustes metodológicos en función de la evolución del grupo, compartir observaciones relevantes sobre el desempeño del alumnado, y detectar necesidades que puedan ser abordadas de forma conjunta. Esta dimensión colegiada del trabajo docente contribuye de manera decisiva al éxito de la propuesta y al acompañamiento integral del alumnado.

## Capítulo 3. Diseño y fundamentación de proyecto

Diseñar una propuesta didáctica en el ámbito de la Formación Profesional implica atender a múltiples factores interrelacionados: el entorno en el que se sitúa el centro educativo, las características del alumnado, las demandas del tejido productivo y las posibilidades que ofrecen los recursos metodológicos y tecnológicos disponibles. Cada uno de estos elementos aporta claves esenciales para construir un enfoque de enseñanza que no solo sea riguroso y actualizado, sino también cercano a la realidad de los estudiantes.

Este bloque recoge una reflexión articulada sobre el contexto en el que se desarrolla la intervención, las necesidades formativas que se detectan en el centro, las bases teóricas que inspiran el modelo metodológico y los criterios empleados para la selección de recursos didácticos. Todo ello con el objetivo de ofrecer una propuesta coherente, relevante y adaptada al perfil del alumnado, que responda a los retos de su formación técnica y profesional de manera significativa y realista.

### 3.1 Justificación y marco teórico

#### 3.1.1 Foco de interés

##### **Contexto socioeconómico del entorno educativo**

El IES Politécnico Jesús Marín se ubica en el barrio de Carranque, dentro del Distrito Cruz de Humilladero (Málaga), un territorio que históricamente ha estado ligado a la clase trabajadora. La zona presenta actualmente una combinación de envejecimiento poblacional, diversidad cultural y ciertos indicadores de vulnerabilidad estructural que inciden directamente sobre el rendimiento y las trayectorias del alumnado.

Con una población total de 86.520 habitantes (según datos municipales de 2016), el distrito se caracteriza por una elevada densidad urbana y un bajo índice de zonas verdes por habitante (López de Gamarra Recio, 2025). Este último aspecto no es menor, ya que tiene efectos indirectos sobre la calidad de vida, el estrés ambiental, el acceso a espacios recreativos y, en consecuencia, el bienestar emocional de la comunidad educativa.



Desde el punto de vista económico, los datos son igualmente preocupantes:

- **Renta media anual:** 23.110 € en el conjunto del distrito, y 25.438 € en el sector de Carranque–Avda. de Andalucía, lo que implica una diferencia notable con los barrios más favorecidos de Málaga.
- **Tasa de desempleo:** 28,23 %, muy por encima de la media nacional.
- **Riesgo de pobreza:** 20,32 % de la población.
- **Porcentaje de residentes de origen extranjero:** 11,90 %, también superior a la media urbana.

Estas cifras no solo son estadísticas: representan contextos familiares, falta de referentes académicos, abandono escolar temprano y, en muchos casos, una presión explícita por incorporarse al mercado laboral sin cualificación. En este sentido, el centro educativo se convierte en una estructura de compensación y oportunidad para el desarrollo personal y profesional de estos jóvenes.

Además, aunque el distrito dispone de buena accesibilidad mediante transporte público —líneas de autobús urbano y una estación de metro cercana—, muchos estudiantes residen en barrios periféricos y deben combinar empleo parcial con formación, lo que dificulta aún más su dedicación académica.

### **Necesidades formativas del centro y del alumnado**

El IES Politécnico Jesús Marín apuesta por una Formación Profesional de calidad, conectada con las necesidades del tejido productivo malagueño y orientada a una inserción laboral efectiva.

El alumnado que accede al ciclo formativo de grado superior en *Mantenimiento Electrónico* presenta un perfil heterogéneo:

- Jóvenes que han completado el bachillerato o la FP de grado medio.
- Estudiantes con experiencias laborales previas y búsqueda de recualificación.
- En menor medida, alumnado de origen extranjero o retornado.

En este contexto, el módulo de *Mantenimiento de Equipos de Electrónica Industrial* es fundamental para su capacitación técnica, ya que abarca desde la interpretación de esquemas

eléctricos hasta el diagnóstico y la reparación de sistemas automatizados. Sin embargo, uno de los desafíos pedagógicos recurrentes es la falta de motivación del alumnado hacia los contenidos más teóricos y el carácter excesivamente instructivo de ciertas prácticas.

Por ello, se detecta una necesidad clara de introducir metodologías más activas y significativas que:

- Conecten lo que se aprende en el aula con los procesos industriales reales.
- Impulsen la autonomía, el pensamiento crítico y la toma de decisiones.
- Permitan al alumnado equivocarse, corregir y aprender en un entorno seguro.

### **Finalidad y propósito de la propuesta didáctica**

La propuesta que aquí se plantea tiene como eje central el desarrollo de una experiencia de aprendizaje práctica, reflexiva y contextualizada basada en la manipulación del robot colaborativo UR3 y el microcontrolador ESP32. Ambos dispositivos permiten simular situaciones reales del entorno industrial, como el montaje, ajuste, programación y diagnóstico de procesos automatizados.

Esta intervención no solo busca transmitir conocimientos técnicos, sino construir aprendizajes auténticos a través de la acción. Es decir, pretende que el alumnado:

- **Viva experiencias cercanas a su futuro profesional**, desarrollando tareas similares a las que encontrarán en empresas del sector.
- **Aprenda desde el error**, como parte natural del proceso.
- **Reflexione sobre lo que hace**, con apoyo docente y entre iguales.
- **Tome conciencia de sus propias capacidades**, fortaleciendo su motivación y compromiso.

En consecuencia, los objetivos principales de esta propuesta son:

- Aproximar el contenido curricular a contextos reales de aplicación.
- Fomentar la resolución de problemas de forma autónoma y cooperativa.
- Desarrollar la capacidad de análisis, iniciativa y toma de decisiones.
- Reforzar competencias técnicas específicas del módulo.

Esta propuesta responde, por tanto, a una necesidad formativa y social concreta: preparar al alumnado para integrarse en un entorno profesional cambiante, exigente y altamente tecnológico, sin renunciar al componente humano, reflexivo y formativo que debe tener toda experiencia educativa de calidad.

### 3.1.2 Fundamentación teórica

La propuesta metodológica planteada se sustenta en el enfoque del aprendizaje experiencial, especialmente en su vertiente conocida como *Learning by Doing*. Este modelo considera que el conocimiento no se transmite pasivamente, sino que se construye activamente a través de la acción, la manipulación de materiales, la resolución de problemas reales y la reflexión crítica (Servicio de Innovación Educativa de la UPM, 2020).

Desde esta perspectiva, el estudiante deja de ser un receptor pasivo de información para convertirse en protagonista de su propio proceso formativo. El aprendizaje significativo surge de la implicación directa con el entorno y del enfrentamiento con situaciones auténticas que exigen tomar decisiones, equivocarse, reajustar y mejorar. Esta concepción se apoya en contribuciones de diferentes autores y se ve validada también por experiencias aplicadas en contextos empresariales actuales.

#### **John Dewey: experiencia educativa relevante**

John Dewey sostenía que el aprendizaje debe surgir de experiencias activas y vinculadas a la vida real. La educación, desde esta perspectiva, cobra sentido cuando el alumnado se enfrenta a situaciones significativas que le exigen tomar decisiones, observar resultados y reflexionar críticamente.

Este enfoque transforma el rol del docente en el de un facilitador de entornos que promueven el pensamiento crítico, la participación y la autonomía. En este marco, el estudiante asume un papel activo en su proceso formativo, reconstruyendo sus experiencias para generar conocimiento (Servicio de Innovación Educativa de la UPM, 2020).

**Roger Schank: aprender desde el error**

Roger Schank plantea que el aprendizaje se produce cuando el individuo intenta lograr un objetivo, falla en el intento, reflexiona sobre el error y vuelve a intentarlo con una estrategia mejor. Esta lógica de ensayo-error es la base de lo que denomina “aprendizaje natural”.

Como explican Elizalde et al (2016), Schank propone un modelo de enseñanza centrado en la simulación de entornos reales, donde el error no solo se permite, sino que se considera una herramienta esencial para la construcción del conocimiento. El proceso se activa cuando el alumno se enfrenta a desafíos reales, toma decisiones y aprende de las consecuencias de sus actos.

**Hayne W. Reese: acción y significatividad**

Desde la psicología del desarrollo, Hayne W. Reese (2011) sostiene que el aprendizaje se refuerza cuando la persona participa activamente en tareas concretas. Manipular, construir, experimentar o resolver problemas de forma directa genera aprendizajes más profundos y duraderos que los métodos expositivos o memorísticos.

Reese argumenta que el compromiso físico, mental y emocional con la tarea —lo que él llama “actividad significativa”— es una condición fundamental para el aprendizaje efectivo, especialmente en contextos aplicados como la Formación Profesional (Reese, 2011).

**Edgar Dale: concreción y recuerdo duradero**

El *cono de la experiencia*, tal como lo sintetiza el Servicio de Innovación Educativa de la UPM (2020), recoge la propuesta de Edgar Dale en torno a la jerarquía de experiencias de aprendizaje. Según este modelo, cuanto más concreta y activa es la experiencia, mayor es la comprensión y la retención.

En la base del cono se encuentran las actividades prácticas (hacer, construir, experimentar), que permiten al estudiante implicarse directamente en el proceso de aprendizaje. Aunque Dale no ofreció datos empíricos para su modelo, su valor como herramienta pedagógica sigue vigente para reflexionar sobre el tipo de tareas que favorecen la interiorización del conocimiento.

**Andreas Skulmowski: diseño y carga cognitiva**

Andreas Skulmowski (2024) advierte que no toda actividad práctica conduce al aprendizaje. Si la tarea no está bien diseñada, puede generar sobrecarga cognitiva, frustración o desvío de los objetivos de la actividad. Por tanto, insiste en que el *Learning by Doing* debe estructurarse con claridad, definiendo metas, criterios de éxito y espacios de reflexión.

En su análisis, subraya que el aprendizaje activo requiere no solo de acción, sino también de procesos metacognitivos que acompañen esa acción, permitiendo al estudiante interpretar, ajustar y consolidar lo que ha vivido (Skulmowski, 2024).

**Aplicación real: el modelo 70/20/10 en Iberdrola**

El enfoque *Learning by Doing* no solo se ha desarrollado en el ámbito educativo, sino que también ha sido adoptado por entornos profesionales. Un caso destacado es el de Iberdrola, que aplica el modelo de aprendizaje 70/20/10: el 70 % del aprendizaje proviene de la experiencia directa en el puesto, el 20 % del aprendizaje social o colaborativo, y solo el 10 % de la formación formal.

Este planteamiento refleja el mismo principio que sostiene esta propuesta didáctica: se aprende más y mejor cuando se hace. En su campus corporativo, Iberdrola forma cada año a miles de personas mediante metodologías activas, simulaciones, retos reales y proyectos colaborativos. Esto demuestra que el aprendizaje experiencial no solo es efectivo, sino que responde a las necesidades reales del mundo laboral actual (Iberdrola, 2024).

Esta fundamentación teórica justifica el desarrollo de una propuesta metodológica basada en la manipulación real, el error como recurso, la resolución de tareas prácticas y la reflexión posterior. La acción no es un fin en sí misma, sino un medio para construir conocimiento. Autores como Dewey, Schank, Reese, Dale y Skulmowski coinciden en que el aprendizaje significativo exige una experiencia concreta, diseñada con intención pedagógica y acompañada de espacios de análisis.

La integración del ejemplo de Iberdrola permite validar este enfoque también en contextos profesionales, ofreciendo una continuidad natural entre la formación técnica en el aula y la aplicación en entornos laborales reales.

### 3.1.3 Hilo conductor metodológico

La intervención se construye sobre un hilo conductor claro: una secuencia de cinco sesiones encadenadas, diseñadas para que cada paso prepare el siguiente. Este planteamiento permite que el alumnado aprenda de forma progresiva, conectando lo nuevo con lo ya trabajado, y consolidando sus competencias técnicas a través de la experiencia práctica.

El diseño responde a una lógica de continuidad: cada sesión prepara la siguiente, y lo aprendido se reutiliza con un mayor nivel de exigencia. Por ejemplo, las nociones básicas de manejo vistas al principio son necesarias para realizar trayectorias más precisas más adelante, y los errores iniciales con la ESP32 se retoman y corrigen conforme avanza la secuencia.

Debido a que solo se dispone de un brazo robótico, el trabajo se organiza por estaciones. Mientras un grupo opera el UR3, otros realizan tareas paralelas con la ESP32. Esta rotación mantiene al alumnado activo y les permite enfrentarse a distintos retos técnicos sin desconectarse del proceso general.

La práctica es el eje del aprendizaje, pero también lo es el error como oportunidad de mejora. Las sesiones están planteadas para que el alumnado observe, pruebe, falle y entienda qué ocurre y cómo solucionarlo. Así, la dificultad crece de forma natural y coherente, favoreciendo una progresión basada en la autonomía y la toma de decisiones.

Todo comienza con una toma de contacto con el robot, donde el objetivo es familiarizarse con su estructura y funcionamiento. A partir de ahí, el alumnado pasa de manejar el equipo a programarlo, primero con movimientos simples, después con secuencias más elaboradas. En paralelo, trabajan con la ESP32 para leer señales digitales y aplicar lógica de control en montajes funcionales. Esta alternancia permite desarrollar competencias variadas y mantener el interés a lo largo de la secuencia.

La última sesión plantea una práctica completa, en la que cada grupo debe programar, ejecutar y justificar su trabajo. Más allá del resultado técnico, se valora la capacidad para explicar el proceso, resolver problemas y tomar decisiones fundamentadas. Es también un momento para tomar conciencia del recorrido realizado y del progreso alcanzado.

Este enfoque hace que el hilo conductor no dependa solo de los contenidos técnicos, sino también de la forma en que el alumnado vive el proceso. Las sesiones no se suman, se encadenan. Y al final, no solo se han completado cinco prácticas: se ha recorrido un camino con sentido, que comienza con la curiosidad, atraviesa la dificultad y termina con la seguridad de haber aprendido algo útil y aplicable.

### **Consideraciones metodológicas**

El planteamiento metodológico parte de una combinación equilibrada entre teoría y práctica, con un enfoque claramente aplicado. Cada sesión se estructura para que el alumnado no solo realice una tarea, sino que comprenda lo que hace, identifique sus errores y se prepare mejor para la siguiente clase.

Además del trabajo técnico, se incorporan herramientas sencillas de evaluación, como los pretest y postest. Estas pruebas ayudan a conocer el punto de partida de cada estudiante y a comprobar si los objetivos de cada sesión se han alcanzado. También permiten ajustar sobre la marcha y detectar aspectos que deben reforzarse.

La observación directa en el aula complementa esta evaluación. El seguimiento del docente permite identificar bloqueos, dinámicas de trabajo o decisiones técnicas que aportan información valiosa sobre el proceso de aprendizaje. Estas observaciones se tienen en cuenta para ofrecer apoyo puntual cuando es necesario, sin interferir en la autonomía del alumnado.

Por último, en la sesión final se utiliza una rúbrica para valorar el resultado técnico, pero también la claridad en la explicación, la coherencia del planteamiento y la capacidad de resolver problemas. Esta evaluación no busca solo un producto bien hecho, sino evidencias de comprensión y madurez en el proceso.

En conjunto, se apuesta por una metodología activa, realista y flexible, donde cada sesión no se cierra en sí misma, sino que forma parte de un proceso con continuidad y sentido.

#### **3.1.4 Justificación de la elección de recursos didácticos y tecnológicos**

La elección de los recursos tecnológicos utilizados en esta propuesta no es casual, sino que responde a una doble necesidad: por un lado, ofrecer al alumnado herramientas que se ajusten a los procesos reales del entorno profesional; y por otro, facilitar un aprendizaje experiencial que

permita el desarrollo competencial en situaciones técnicas concretas. En este sentido, tanto el robot colaborativo UR3 como la placa ESP32 se seleccionan por su valor didáctico, su presencia en el ámbito industrial actual y su versatilidad para diseñar actividades formativas que combinen automatización, programación y control.

### **El robot UR3 como recurso de aprendizaje**

El robot UR3 es un brazo robótico colaborativo con seis grados de libertad, ampliamente utilizado en tareas industriales de precisión, manipulación y ensamblaje. Su introducción en el aula permite que el alumnado se familiarice con:

- El uso seguro de robots industriales
- Los modos de operación manual y programado
- La programación de trayectorias básicas y avanzadas

Al tratarse de un sistema real, el UR3 permite ir más allá de las simulaciones: el alumnado interactúa directamente con el equipo, lo que exige interpretar información técnica, tomar decisiones sobre secuencias y realizar ajustes en tiempo real. Esta experiencia práctica resulta clave para interiorizar conceptos abstractos, como los sistemas de coordenadas, las señales de control o la configuración de velocidades.

Además, trabajar con un robot de estas características supone una motivación añadida, ya que el alumnado ve una aplicación directa de sus aprendizajes en el sector profesional al que se orienta su formación.

### **La placa ESP32 como microcontrolador versátil**

La ESP32 se incorpora como recurso complementario que permite al alumnado programar la lectura de sensores y el control de actuadores. Se trata de una placa económica, flexible y muy extendida tanto en entornos educativos como profesionales, que facilita la enseñanza de conceptos clave como:

- El manejo de entradas y salidas digitales.
- La lógica condicional en programación.
- La integración de sistemas.



La ESP32 actúa como puente entre los componentes físicos (como sensores infrarrojos o servos) y los procesos de toma de decisiones programados por el alumnado. Su uso permite diseñar actividades de dificultad progresiva, desde la lectura de señales hasta el diseño de pequeñas automatizaciones funcionales.

### **Integración pedagógica de ambos recursos**

El uso conjunto del UR3 y la ESP32 permite abordar la automatización industrial desde una perspectiva interdisciplinar y práctica.

Las sesiones están diseñadas para que el alumnado:

- Monte circuitos reales con sensores y actuadores.
- Programe condiciones de actuación.
- Observe la interacción entre programación y ejecución física.

Además, esta integración promueve el aprendizaje mediante el error (Schank, 2005, citado en Elizalde et al, 2016), ya que los fallos en la programación o en el montaje tienen consecuencias visibles en la ejecución. Esto refuerza la necesidad de analizar, reajustar y reflexionar, lo que convierte al error en parte inherente del proceso formativo.

Por último, trabajar con estos dispositivos fomenta competencias transversales como el trabajo en equipo, la planificación, el razonamiento técnico y la autonomía, aspectos clave para la incorporación al mercado laboral actual.

## **3.2 Resumen de la propuesta inicial**

### **3.2.1 Contexto**

La intervención se sitúa en el módulo *Mantenimiento de Equipos de Electrónica Industrial*, impartido en el Ciclo Formativo de Grado Superior en Mantenimiento Electrónico del IES Politécnico Jesús Marín, en Málaga. Este centro, situado en el barrio obrero de Carranque, se caracteriza por su fuerte orientación técnico-profesional y su implicación en proyectos de innovación y movilidad, como Erasmus+ y Malakabot. El entorno del centro presenta dificultades socioeconómicas, como una elevada tasa de desempleo y riesgo de pobreza, pero dispone de buena infraestructura educativa y de transporte.

El aula en la que se llevó a cabo la intervención es un espacio-taller moderno y bien equipado, que permite integrar teoría y práctica en un mismo entorno. El recurso central fue el brazo robótico UR3, complementado con placas de desarrollo ESP32, simulando entornos industriales reales.

El grupo de estudiantes participante, identificado como S21ME, estaba compuesto por 18 alumnos (17 hombres y 1 mujer), adultos jóvenes con un perfil técnico diverso. La intervención se desarrolló en el segundo periodo de prácticas, antes de su incorporación a las practicas externas, lo que permitió una participación completa. El grupo mostró un buen clima de aula y una actitud positiva hacia el aprendizaje, lo que favoreció el desarrollo de una secuencia didáctica orientada a la automatización, el diagnóstico y la programación industrial.

### 3.2.2 Objetivos de la propuesta

La propuesta didáctica tiene como finalidad acercar al alumnado a situaciones reales del entorno profesional mediante una secuencia práctica centrada en la robótica industrial, empleando el brazo robótico UR3 y las placas ESP32 como recursos principales.

Se definieron objetivos didácticos específicos:

1. Conocer el funcionamiento de un sistema robótico industrial, incluyendo componentes, seguridad y señales.
2. Desarrollar habilidades en programación estructurada, integrando sensores y actuadores.
3. Aplicar procedimientos de diagnóstico, verificación funcional y corrección de errores.
4. Potenciar competencias transversales como el trabajo colaborativo, la comunicación técnica y la reflexión crítica.

En cuanto a los objetivos curriculares, se alinearon con el currículo oficial del módulo, destacando los siguientes:

- Medición de parámetros y uso de software de control.
- Planificación e implementación de tareas de mantenimiento.
- Diagnóstico de averías y aplicación de técnicas preventivas y correctivas.

- Puesta en servicio de sistemas electrónicos bajo criterios de seguridad.
- Evaluación de riesgos laborales y aplicación de medidas de protección.

Estos objetivos fueron abordados de forma progresiva, permitiendo al alumnado partir del reconocimiento básico del equipo y avanzar hacia la ejecución autónoma y técnica de sistemas automatizados.

### 3.2.3 Elementos curriculares

La intervención se lleva a cabo de acuerdo con la ORDEN de 12 de marzo de 2013 (BOJA núm. 77, de 22/04/2013), por la que se desarrolla el currículo correspondiente al título de Técnico Superior de Mantenimiento Electrónico, Real Decreto 1578/2011 (BOE 15/12/2011) mediante el que se fijan sus enseñanzas mínimas, atendiendo también a las directrices marcadas en el Plan de Centro del IES Politécnico Jesús Marín.

### 3.2.4 Metodología

La intervención se basó en una metodología activa, experiencial y centrada en el principio del aprendizaje por la acción (Learning by Doing). Esta estrategia promueve que el alumnado aprenda resolviendo situaciones reales mediante el uso directo de equipos, la experimentación y la reflexión crítica.

### Enfoque pedagógico

Inspirada en las ideas de John Dewey, la propuesta concibe el conocimiento como resultado de la experiencia. Se fomenta la autonomía del alumnado, se normaliza el error como parte del aprendizaje y se potencia la reflexión como herramienta de mejora continua.

Estudios recientes respaldan este enfoque, mostrando su efectividad en el desarrollo de competencias técnicas, creativas y profesionales en el ámbito de la FP.

### Estrategias metodológicas aplicadas

- **Actividades contextualizadas**, que simulan tareas reales del sector.
- **Trabajo en grupos rotativos**, con roles distribuidos según tareas.
- **Integración teórico-práctica**, con explicaciones breves y funcionales.

- **Evaluación continua y formativa**, centrada en procesos más que en resultados.
- **Aprendizaje entre iguales**, favoreciendo la resolución colaborativa de problemas.

### **Rol del docente**

El profesor en prácticas actuó como facilitador, ofreciendo apoyo, orientación y retroalimentación, pero dejando que el protagonismo recayera sobre el alumnado.

### **Justificación en FP**

Este enfoque resulta especialmente pertinente en la Formación Profesional, ya que:

- Conecta directamente con el entorno laboral.
- Potencia tanto las competencias técnicas como las blandas (liderazgo, comunicación, trabajo en equipo).
- Promueve un aprendizaje duradero, significativo y funcional frente a la mera repetición teórica.

#### **3.2.5 Secuenciación de actividades**

La intervención se estructuró en una secuencia de cinco sesiones prácticas, con una duración total de ocho horas lectivas, cuidadosamente organizadas para favorecer una progresión lógica y gradual del aprendizaje. El planteamiento parte de tareas introductorias y de familiarización técnica, avanzando progresivamente hacia actividades de mayor complejidad que implican la programación, integración y validación de un sistema automatizado completo. Esta planificación responde a la necesidad de garantizar que el alumnado adquiriera no solo conocimientos teóricos, sino también habilidades prácticas transferibles a contextos reales del sector industrial.

A continuación, se presenta la secuencia estructurada por sesiones, junto con los principales criterios pedagógicos y técnicos que han orientado su diseño.

### Estructura de la secuencia

Sesión	Duración	Objetivo principal
1	1 hora	Conocer el robot UR3 y los conceptos fundamentales.
2	2 horas	Realizar desplazamientos simples y lectura de señales con ESP32.
3	2 horas	Crear rutinas simples con sensores y actuadores.
4	2 horas	Programar trayectorias complejas y estructuras condicionales.
5	1 hora	Validar el sistema, realizar ajustes y reflexionar.

### Criterios de estructuración

- **Progresión técnica y cognitiva**, avanzando de lo simple a lo complejo.
- **Alternancia de tareas**, entre actividades mecánicas y de programación.
- **Optimización de recursos**, equilibrando el uso del UR3 con el trabajo en ESP32.
- **Ritmo adaptado**, que permite atender diferentes niveles dentro del grupo.

La secuencia se alinea con los **resultados de aprendizaje RA1 a RA8**, asegurando una cobertura completa de las competencias técnicas fundamentales del módulo. Además, el uso de **grupos rotativos** y estaciones paralelas favoreció una participación, continua y equitativa.

### 3.2.6 Tabla de vinculación entre actividades y elementos curriculares

Este apartado establece una correspondencia clara entre cada una de las sesiones desarrolladas y los **resultados de aprendizaje (RA)**, **criterios de evaluación**, **competencias profesionales** y **objetivos del módulo** implicados. La finalidad es asegurar la coherencia entre la intervención práctica y el currículo oficial.

### Vinculación detallada

Sesión	RA trabajados	Criterios de evaluación	Competencias trabajadas	Objetivos del módulo
1	RA1	1.b), 1.e), 1.f)	a), c)	e), v)
2	RA1, RA5	1.b), 1.c), 5.b)	c)	e)
3	RA3, RA5	3.d), 3.f), 5.c), 5.d)	c), h)	f)

4	RA1, RA3, RA5	1.c), 3.a), 3.c), 3.g), 5.e)	c), f), h), i), j)	e), f)
5	RA6, RA7, RA8	6.c), 6.e), 6.f), 7.a), 7.d), 7.e), 8.a), 8.b), 8.d)	i), j), k)	o)

### 3.2.7 Evaluación

La evaluación de la propuesta se diseñó con un enfoque **formativo y competencial**, centrado tanto en el aprendizaje del alumnado como en la mejora continua de la práctica docente.

#### Evaluación del aprendizaje

Se utilizaron diversos **instrumentos de evaluación**:

- **Pretest y postest** en las sesiones 1 a 4 para medir la progresión individual.
- **Observación directa** para valorar el proceso de trabajo, implicación y colaboración.
- **Listas de comprobación** durante la validación final de los sistemas.
- **Rúbrica detallada** en la sesión 5, con criterios como:
  - Coherencia del código.
  - Precisión técnica.
  - Detección y corrección de errores.
  - Nivel de reflexión y autoevaluación.

#### Evaluación de la enseñanza

Se realizó una autoobservación crítica, complementada con aportaciones del tutor del centro.

### 3.2.8 Atención a la diversidad

La propuesta adoptó un enfoque inclusivo y universal, sin necesidad de adaptaciones individuales. Se aplicaron estrategias como:

- Uso de material visual y esquemático.

- Explicaciones claras y reforzadas oralmente y por escrito.
- Trabajo cooperativo con rotación de roles, que permitió la participación según los puntos fuertes de cada estudiante.
- Temporalización flexible para ajustar los ritmos de aprendizaje.

Este enfoque sigue las recomendaciones para la FP señaladas por Álvarez Mercado (2018), apostando por metodologías activas y accesibles como vía principal de atención a la diversidad.

### 3.2.9 Intervención docente

La intervención fue diseñada, desarrollada y evaluada por el profesor en prácticas durante el segundo periodo de prácticas del Máster, en el marco del módulo *Mantenimiento de Equipos de Electrónica Industrial*. La propuesta se ajustó al grupo S21ME y se centró en la automatización industrial, con una duración total de ocho horas distribuidas en cinco sesiones.

#### Planificación e implementación

La propuesta fue concebida como una secuencia didáctica progresiva, práctica y contextualizada, basada en el uso del brazo robótico UR3 y las placas ESP32. Aunque en un inicio se pensó para el tercer trimestre, se adelantó su implementación al segundo, lo que redujo el tiempo de observación previa pero permitió una participación completa del alumnado antes de su salida a las prácticas de empresa.

#### Ejecución en el aula

El docente en prácticas asumió el liderazgo docente, siendo responsable de:

- Dirigir las actividades.
- Gestionar la rotación de grupos.
- Resolver incidencias técnicas.
- Evaluar el proceso mediante herramientas como rúbricas, observación directa y pruebas de conocimiento.

La intervención fue dinámica, con ajustes en tiempo real para responder a las necesidades del grupo y a los imprevistos del desarrollo práctico.

### **Reflexión sobre la experiencia**

La experiencia permitió identificar múltiples aprendizajes relevantes:

- **Fortalezas:**
  - Buena organización de la secuencia.
  - Correcta integración de teoría y práctica.
  - Uso del error como herramienta didáctica.
  - Creación de un entorno colaborativo y participativo.
- **Aspectos a mejorar:**
  - Mejora en la gestión del tiempo teórico.
  - Mayor claridad comunicativa inicial.
  - Necesidad de incorporar espacios intermedios de feedback reflexivo.
  - Reforzar la figura del docente como referente desde el inicio.

En conjunto, la intervención fue valorada positivamente y supuso una experiencia formativa significativa, tanto en el plano técnico como en el desarrollo de la identidad docente.

### **3.3 Evaluación de la planificación basada en evidencias que producen mejoras**

La propuesta didáctica desarrollada en este prácticum tuvo como eje central el trabajo con el brazo robótico UR3 y el microcontrolador ESP32 dentro del módulo de *Mantenimiento de Equipos de Electrónica Industrial*. La planificación de las sesiones estuvo guiada por un hilo conductor claro: simular entornos técnicos reales para favorecer un aprendizaje significativo, centrado en la práctica y en la resolución de problemas reales.

Desde el inicio, la intención fue alejarse de una enseñanza puramente teórica y apostar por una metodología donde el alumno adquiriera conocimientos a través de la experiencia directa. En este



sentido, se consideró esencial incorporar herramientas y situaciones propias del ámbito profesional, fomentando no solo el desarrollo de competencias técnicas, sino también habilidades como la autonomía, el trabajo en equipo y la toma de decisiones.

Esta evaluación se centra en analizar la eficacia de esa planificación, utilizando evidencias obtenidas durante las sesiones y reflexionando críticamente sobre lo observado. No se trata únicamente de confirmar si se cumplieron los objetivos, sino de valorar en qué medida la propuesta pudo mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje y qué aspectos deberían reajustarse en futuras implementaciones.

### **3.3.1 Instrumentos de evaluación utilizados**

Durante la intervención se emplearon diversos instrumentos que permitieron recoger información tanto del proceso de aprendizaje del alumnado como del propio desempeño docente. La elección de estos recursos no fue casual, sino que buscaba obtener una mirada amplia y complementaria de lo que sucedía en el aula.

#### **Pretest y posttest**

Al inicio y al final de cada sesión se aplicaron pequeños cuestionarios para comprobar la evolución del alumnado en los conceptos clave de cada actividad. Estos tests no pretendían ser pruebas exhaustivas, sino indicadores rápidos de comprensión que ayudaran a detectar si se habían asimilado los contenidos o si era necesario reforzar alguna parte en la siguiente clase. Se utilizaron principalmente para contenidos técnicos específicos: por ejemplo, modos de operación del UR3, estructuras condicionales con ESP32 o identificación de sensores.

#### **Producciones técnicas del alumnado**

Cada sesión incluía una parte práctica en la que el alumnado debía desarrollar una tarea concreta: programar una rutina con ESP32, generar trayectorias con el UR3, integrar condiciones lógicas, etc. Estos productos —el código entregado, los esquemas diseñados, las pruebas ejecutadas— fueron una fuente directa para observar no solo el resultado final, sino también el proceso de razonamiento técnico de cada grupo. En varias sesiones, los alumnos adjuntaron capturas de pantalla, esquemas físicos y pequeñas explicaciones escritas justificando su diseño.

**Rúbricas de evaluación final**

En la última sesión se utilizó una rúbrica que permitía valorar de forma objetiva varios aspectos: coherencia del código, funcionamiento técnico, corrección de errores y reflexión final. Esta herramienta no solo sirvió para calificar, sino como guía para el propio alumnado, ya que permitió estructurar la autoevaluación y la discusión entre pares. Aunque no todos los grupos completaron esta reflexión con el mismo nivel de profundidad, fue útil para promover la toma de conciencia sobre los logros obtenidos.

**Observación directa**

Durante las actividades prácticas se realizó una observación sistemática, centrada en el nivel de implicación, la capacidad de organización, la gestión del tiempo y la dinámica dentro de los grupos. Esta observación permitió detectar, por ejemplo, cuándo un grupo requería ayuda no por falta de conocimientos, sino por desorganización o falta de comunicación interna. Se anotaron patrones de participación que luego sirvieron para interpretar mejor el rendimiento final.

**Diario del profesor**

Finalizada cada sesión, se registraban en el diario breves notas que recogían impresiones, incidencias y reflexiones. Este instrumento fue especialmente útil para detectar aspectos que no estaban contemplados en la planificación inicial y para tomar decisiones más ajustadas en las sesiones posteriores. El diario también permitió establecer conexiones entre lo planificado y lo realmente ejecutado, revelando diferencias importantes en algunos casos.

**Comentarios informales del alumnado**

Aunque no se aplicó un cuestionario estructurado, sí se promovieron espacios breves de diálogo, especialmente al final de las sesiones. Muchos estudiantes expresaron su opinión sobre las tareas, la dificultad de los ejercicios o el uso del tiempo. Estas aportaciones, aunque informales, aportaron información útil sobre la experiencia desde su punto de vista. Algunos alumnos destacaron que les habría resultado de ayuda disponer de más ejemplos o de una plantilla base de código para empezar.

### 3.3.2 Evidencias del proceso de aprendizaje y de enseñanza

#### 3.3.2.1 Evidencias del proceso de aprendizaje

El avance del alumnado fue claro a lo largo de todas las sesiones, tanto por los datos recogidos en los cuestionarios como por lo que se pudo observar directamente en el aula. Para seguir este progreso, se utilizaron pretests y postests breves al inicio y al final de cada sesión, centrados en los contenidos principales.

Desde la primera sesión, que se centró en conocer el robot UR3 y sus componentes, ya se notaban diferencias entre los alumnos. Algunos sabían identificar partes del equipo, pero para muchos era la primera vez que veían un brazo robótico. Aun así, todos acabaron reconociendo los elementos básicos, entendiendo los modos de parada y respetando las normas de seguridad. Esta primera toma de contacto ayudó a que el grupo se sintiera más preparado para lo que venía después.

En la segunda sesión, que trataba sobre los primeros movimientos del robot y la lectura de señales digitales con ESP32, el cambio fue muy notable. Al principio, muchos no sabían cómo manejar el UR3, pero al final de la clase lo movían con confianza. Un caso concreto fue el de un alumno que se liaba con los ejes X e Y; sin embargo, tras varios intentos y con algo de ayuda visual, logró mover el robot correctamente y explicar lo que estaba haciendo.

Durante la tercera sesión, en la que se empezaron a programar secuencias de movimientos más estructuradas, algunos errores se repetían en varios grupos: olvidaban poner instrucciones de espera o confundían el orden de las acciones. Aun así, al ver ejemplos anteriores y trabajar con rutinas más organizadas, mejoraron bastante. Algunos incluso se animaron a modificar los códigos según lo que necesitaban, lo que demostró que iban entendiendo la lógica del ejercicio.

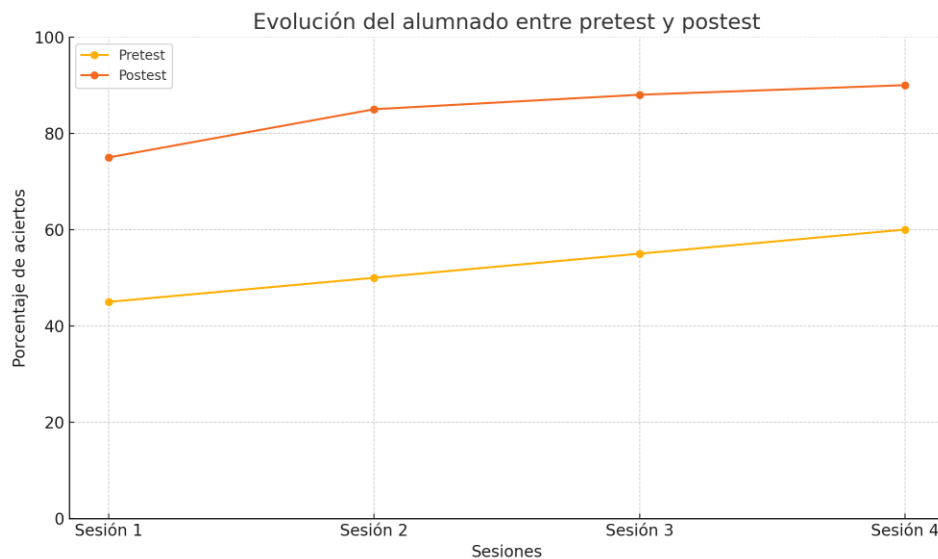
En la cuarta sesión, varios estudiantes lograron programar trayectorias más complejas usando referencias relativas. Al principio les parecía muy difícil, pero terminaron resolviendo los ejercicios por su cuenta y justificando sus decisiones con argumentos técnicos. Fue una señal clara de que estaban entendiendo no solo el “cómo”, sino también el “por qué” de lo que hacían.

También hubo una evolución en cómo enfrentaban los errores. Al principio, muchos fallos eran básicos, sobre todo en la lógica condicional o al configurar entradas y salidas. Pero al final, la

mayoría presentaba soluciones que funcionaban bien. Algunos seguían probando por ensayo y error, mientras que otros consultaban ejemplos anteriores o hacían preguntas muy concretas.

Además del avance técnico, también cambió la actitud del grupo. En las primeras sesiones, dependían mucho del profesor y esperaban indicaciones constantes. Poco a poco fueron ganando seguridad, se explicaban entre ellos, tomaban decisiones con más confianza y trabajaban de forma más autónoma.

La siguiente gráfica muestra esta evolución, comparando los resultados obtenidos en los pretest y postest aplicados durante las sesiones.



**Figura 1. Evolución de alumnado I**

Los porcentajes muestran el promedio de aciertos que obtuvo el alumnado en los cuestionarios realizados antes y después de cada sesión. Aunque los resultados obtenidos en los postest fueron muy positivos, no llegaron al 100 %, lo cual es totalmente normal en un proceso de aprendizaje real. Los alumnos estaban trabajando con contenidos nuevos, muchos de ellos técnicos y con cierto nivel de complejidad, especialmente a partir de la tercera sesión. A pesar de haber comprendido los conceptos clave y aplicarlos con soltura durante la práctica, es lógico que aún cometieran algunos errores puntuales al enfrentarse a los cuestionarios, bien por despiste, por falta de tiempo para afianzar ciertos detalles o simplemente por el ritmo propio de cada persona.

También hay que tener en cuenta que no todos parten del mismo nivel ni avanzan al mismo ritmo. Algunos necesitan más práctica o más ejemplos para terminar de interiorizar lo que han visto. Aun así, lo importante es que se observa un progreso claro, constante y significativo. El hecho de que la mayoría de postests rozara el 90 % y que se mantuviera esa línea ascendente demuestra que la metodología funcionó, y que los objetivos didácticos se fueron cumpliendo sesión a sesión.

En la última sesión, se evaluó el trabajo final de los grupos utilizando una rúbrica que tenía en cuenta cuatro aspectos: coherencia del código, funcionamiento técnico, corrección de errores y capacidad de reflexión. Los resultados fueron muy positivos. Dos grupos sacaron un 10, uno un 9,5, otros dos un 9 y uno un 8,5. La media general fue de 9,3. Estos datos indican que la mayoría del alumnado no solo entendió bien los contenidos, sino que también aplicó correctamente lo aprendido, mostrando competencias técnicas y actitud positiva ante el trabajo.

La siguiente gráfica recoge las calificaciones obtenidas por los distintos grupos en esta sesión final. Como se puede ver, todos alcanzaron puntuaciones altas, lo que confirma el buen aprovechamiento de la secuencia y el nivel de compromiso del alumnado.

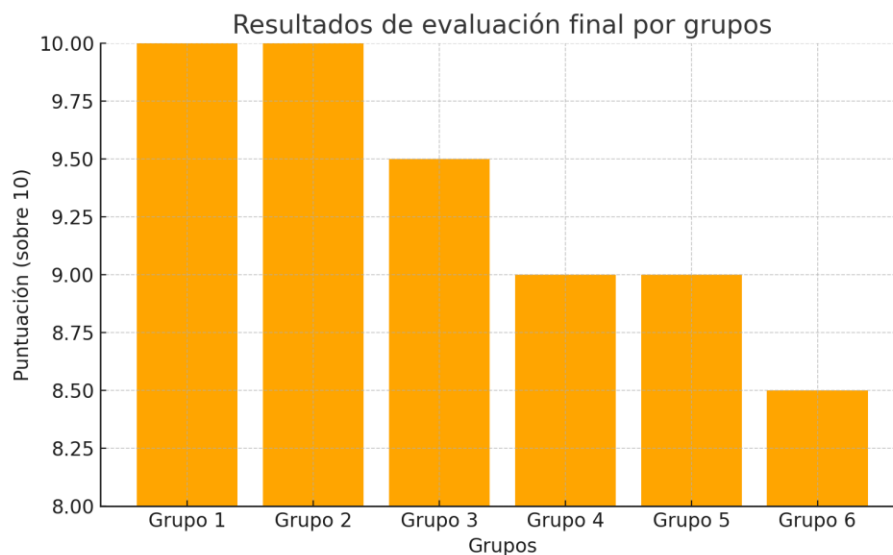


Figura 2. Evolución del alumnado II

### 3.3.2.2 Evidencias del proceso de enseñanza

Desde el punto de vista docente, a lo largo de la secuencia se hicieron evidentes varios aspectos que conviene tener en cuenta para futuras intervenciones. Uno de los más claros fue el ajuste del

tiempo. En varias sesiones, las explicaciones iniciales se alargaron más de lo previsto, lo que dejó menos espacio para la parte práctica o para comentar lo aprendido. En la última sesión, por ejemplo, el tiempo fue insuficiente para que los alumnos pudieran probar, corregir errores y finalizar correctamente su programa. Eso hizo que el cierre quedara algo incompleto y que la reflexión final, aunque útil, fuera más breve de lo deseado.

También se observó que en algunas tareas más complejas —como la programación con lógica condicional o la integración de señales— aparecían errores que se repetían. Esto indicaba que algunas explicaciones podían no haber sido suficientemente claras. En la segunda sesión, por ejemplo, anoté que algunos grupos se atascaban al programar desde cero, lo que me hizo pensar que incluir una plantilla o ejemplo visual desde el principio habría sido útil para facilitar el inicio del trabajo.

Durante las sesiones también recogí en el diario momentos en los que el alumnado se bloqueaba, sobre todo cuando el código no funcionaba como esperaban. Aunque no siempre pedían ayuda, sí mostraban cierta frustración cuando no encontraban el fallo a la primera. Esto me llevó a pensar que convendría estructurar mejor las actividades en pequeños pasos, con objetivos intermedios más claros, para evitar que quedaran parados al primer error.

En general, estas situaciones mostraron que no todos los grupos avanzaban al mismo ritmo, y que era necesario ofrecer pequeñas ayudas puntuales sin dar la solución directamente. También me hizo reflexionar sobre la importancia de posicionarme desde el principio como figura docente, ya que en las primeras sesiones los alumnos dirigían casi todas las dudas al tutor profesional, no a mí.

### *3.3.2.3 Evaluación del hilo conductor*

El diseño de la secuencia seguía un hilo conductor coherente: cada sesión partía de una necesidad técnica concreta y culminaba con la aplicación práctica en el contexto del UR3 o del ESP32. Esta progresión permitió al alumnado comprender la utilidad de cada contenido y dotó de sentido al aprendizaje. No se trataba de aprender teoría por separado, sino de aplicarla en una situación cercana a la realidad profesional.

El alumnado mostró una buena recepción de este enfoque. Aunque algunas tareas fueron complejas, se valoró positivamente que todo lo trabajado tuviera una aplicación directa. Esta

orientación práctica fue clave para mantener el interés del grupo y para favorecer un aprendizaje más duradero.

En las reflexiones compartidas de forma espontánea, varios estudiantes indicaron que trabajar con materiales reales y no solo con simulaciones les ayudó a “ver para qué servía” cada cosa. Esta conexión entre contenido, herramienta y aplicación concreta reforzó el hilo conductor de la propuesta y validó el planteamiento metodológico elegido.

### 3.3.3 Propuestas de mejora

A partir del análisis realizado, se han identificado algunas propuestas de mejora que no se aplicaron durante la intervención, pero que se consideran relevantes para futuras ocasiones:

- **Proporcionar plantillas base de código:** permitiría reducir el tiempo de arranque en las sesiones prácticas, especialmente en grupos con más dificultades. No se trata de dar la solución, sino de ofrecer una estructura mínima sobre la que construir. Esta medida puede ayudar a reducir la frustración inicial y centrar la atención en la lógica del ejercicio.
- **Incluir ejemplos previos de programación estructurada:** en la tercera sesión se observó que los errores se repetían entre varios grupos. Introducir ejemplos previos ayudaría a consolidar conceptos antes de enfrentarse al desarrollo completo. La lectura de códigos ajenos también estimula la reflexión y el análisis crítico.
- **Aplicar atención más personalizada a grupos con mayor dificultad:** sería útil identificar desde la primera sesión a los grupos con menos autonomía técnica y prever estrategias específicas de acompañamiento, sin ralentizar al resto. Esto podría incluir intervenciones breves, plantillas de ayuda escalonadas o incluso agrupaciones flexibles.
- **Ampliar el tiempo de la sesión de evaluación final:** el desarrollo técnico, la comprobación y la reflexión grupal requieren tiempo. Una única hora resultó insuficiente. Se propone ampliar esta sesión o dividirla en dos momentos: ejecución técnica y análisis posterior. Esta división favorecería un cierre más reflexivo y ordenado.
- **Incluir retroalimentación sistemática al final de cada sesión:** reservar cinco o diez minutos para compartir en grupo lo aprendido, las dudas surgidas o lo que se ha valorado

más, aportaría una visión compartida y permitiría ajustar mejor las próximas actividades. También se podría registrar de forma breve para análisis posterior.

- **Dar una sesión de repaso de programación para usar los ESP32:** Esto incluiría aspectos básicos como la estructura de un programa en Arduino IDE, el uso de pines digitales/analógicos, temporizadores y condicionales, así como la carga y prueba de programas simples. Esta sesión serviría para igualar conocimientos, detectar carencias iniciales y generar mayor seguridad en el alumnado desde el comienzo.

### 3.3.4 Tabla de vinculación entre actividad, mejora y justificación

A continuación se presenta una tabla en la que se vinculan algunas de las actividades de la secuencia con propuestas de mejora concretas, justificadas a partir de evidencias observadas durante la intervención. Estas sugerencias no fueron aplicadas en el aula, pero se consideran útiles para futuras implementaciones. La tabla no pretende ser una lista exhaustiva, sino un resumen claro de los ajustes que podrían introducirse para mejorar la planificación en futuras ocasiones.

Sesión	Propuesta de mejora	Justificación basada en la evidencia observada
1	Dar una sesión de repaso de programación para usar los ESP32	Algunos alumnos mostraron inseguridad con conceptos básicos; nivelar conocimientos facilitaría el arranque.
2	Ofrecer plantillas base de programación en ESP32	Algunos grupos no sabían por dónde empezar, lo que ralentizó la tarea.
3	Incluir ejemplos previos progresivos	Se detectaron errores comunes al diseñar desde cero.
4	Aplicar seguimiento más personalizado	Grupos con más dificultad se bloquearon sin apoyo directo.
5	Ampliar el tiempo de ejecución y reflexión	Algunos grupos no pudieron finalizar o reflexionar con suficiente calma.
Toda la secuencia	Añadir retroalimentación breve al cierre de sesiones	Permitiría ajustar la siguiente clase y recoger impresiones útiles.



## **Capítulo 4. Nueva propuesta didáctica**

Este capítulo presenta una versión revisada y mejorada de la propuesta didáctica inicial, tras su puesta en práctica durante el período de prácticum del Máster. Las modificaciones introducidas son resultado directo de la experiencia en el aula y del análisis reflexivo llevado a cabo, con el objetivo de optimizar el desarrollo de las actividades y favorecer un aprendizaje más ajustado a las necesidades reales del alumnado.

Cabe señalar que, dado que esta propuesta es una reelaboración de la intervención ya diseñada y aplicada, se recurrirá a la autocita a lo largo del capítulo para referirse a elementos originales de la propuesta inicial, adaptados o ampliados a partir de su análisis crítico (López de Gamarra Recio, 2025).

### **4.1 Revisión**

## **Capítulo 3. Planificación e intervención en el aula**

Antes de abordar en detalle la secuencia de actividades diseñada para el módulo Mantenimiento de Equipos de Electrónica Industrial, es necesario revisar los elementos curriculares clave que fundamentan dicha intervención. Esta revisión permite asegurar la coherencia entre la práctica docente, los principios metodológicos aplicados y el marco normativo vigente, garantizando así una alineación precisa con los objetivos de la Formación Profesional.

### **3.1 Marco normativo**

En cuanto al marco normativo, esta intervención didáctica se basa en la legislación vigente que regula la Formación Profesional tanto a nivel estatal como en el ámbito autonómico andaluz. Esta normativa establece los principios organizativos, curriculares y metodológicos aplicables al título de Técnico Superior en Mantenimiento Electrónico, y define los objetivos, competencias, resultados de aprendizaje y criterios de evaluación que orientan el desarrollo del módulo Mantenimiento de Equipos de Electrónica Industrial.

A continuación, se exponen las referencias normativas que sustentan esta propuesta, organizadas en dos niveles: estatal y autonómico. Es importante señalar que parte de la normativa recogida no se encuentra actualmente en vigor, ya que el marco legal de la Formación Profesional se encuentra en proceso de actualización. No obstante, se ha optado por incluirla como referencia

por motivos de coherencia curricular y porque sigue siendo aplicable en la práctica docente del centro.

### 3.1.1 Estatal

La normativa estatal de referencia es:

- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE), que establece la estructura del sistema educativo y regula la Formación Profesional dentro del mismo.
- Ley Orgánica 5/2002, de 19 de junio, de las Cualificaciones y de la Formación Profesional, que crea el Sistema Nacional de Cualificaciones y Formación Profesional, integrando la formación reglada, la formación para el empleo y la acreditación de la experiencia profesional.
- Real Decreto 1147/2011, de 29 de julio, por el que se establece la ordenación general de la Formación Profesional del sistema educativo.
- Real Decreto 1578/2011, de 4 de noviembre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Mantenimiento Electrónico y se fijan sus enseñanzas mínimas.
- Orden ECD/107/2013, de 23 de enero, por la que se establece el currículo del ciclo formativo de grado superior correspondiente al título de Técnico Superior en Mantenimiento Electrónico.

### 3.1.2 Autonómico

En la comunidad autónoma de Andalucía, la ordenación curricular y el desarrollo de las enseñanzas correspondientes a este ciclo formativo se regulan mediante las siguientes disposiciones:

- Estatuto de Autonomía para Andalucía, artículo 52.2, que reconoce la competencia de la Junta de Andalucía en la organización del sistema educativo.
- Ley 6/2006, de 24 de octubre, del Gobierno de la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Ley 17/2007, de 10 de diciembre, de Educación de Andalucía.
- Ley 12/2007, de 26 de noviembre, para la promoción de la igualdad de género en Andalucía.
- Decreto 436/2008, de 2 de septiembre, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas de la Formación Profesional Inicial en Andalucía.

- Orden de 12 de marzo de 2013, por la que se desarrolla el currículo correspondiente al título de Técnico Superior en Mantenimiento Electrónico en la Comunidad Autónoma de Andalucía.

### 3.2 Relación curricular

A continuación, se recogen los objetivos generales del módulo, las competencias profesionales, personales y sociales trabajadas, los resultados de aprendizaje implicados, los criterios de evaluación asociados y los contenidos específicos abordados a lo largo de la propuesta didáctica. Cabe destacar que se incluyen numerosos resultados de aprendizaje, lo cual puede parecer ambicioso en una intervención de corta duración. Sin embargo, se justifica porque esta secuencia corresponde a una fase introductoria, concebida para proporcionar una base común desde la que abordar tareas más complejas en sesiones posteriores. De hecho, aunque el alumnado continúa trabajando con el brazo robótico y avanzando en el temario del módulo a lo largo del curso, yo ya no participo en esta docencia. Por tanto, presento estos elementos curriculares como si no hubiera una continuidad posterior en esta unidad temática.

#### 3.2.1 Objetivos generales

- e) Medir parámetros utilizando instrumentos de medida o software de control, para verificar el funcionamiento de circuitos analógicos y digitales.
- f) Utilizar procedimientos, operaciones y secuencias de intervención, analizando información técnica de equipos y recursos, para planificar el mantenimiento.
- l) Interpretar planes de mantenimiento, determinando los medios técnicos y humanos, para desarrollar las intervenciones de mantenimiento.
- m) Aplicar técnicas y protocolos específicos de verificación de síntomas, para realizar el diagnóstico de las disfunciones o averías.
- n) Aplicar técnicas de mantenimiento preventivo, utilizando los instrumentos y herramientas apropiados, para ejecutar los procesos de mantenimiento.
- ñ) Aplicar técnicas de mantenimiento correctivo y verificar la compatibilidad de componentes, para ejecutar los procesos de mantenimiento.
- o) Ejecutar pruebas de funcionamiento, ajustando equipos y elementos, para poner en servicio los equipos o sistemas.

- v) Evaluar situaciones de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental, proponiendo y aplicando medidas de prevención personales y colectivas, de acuerdo con la normativa aplicable en los procesos del trabajo, para garantizar entornos seguros.

### **3.2.2 Competencias profesionales, personales y sociales trabajadas**

- a) Configurar circuitos electrónicos, reconociendo su estructura en bloques.
- c) Verificar el funcionamiento de circuitos analógicos y de electrónica digital microprogramables, utilizando equipos de medida y sistemas software de análisis y configuración.
- d) Planificar el mantenimiento a partir de la normativa, las condiciones de la instalación y los equipos, según las recomendaciones de los fabricantes.
- f) Organizar y gestionar las intervenciones para el mantenimiento correctivo, de acuerdo con el nivel de servicio y optimizando los recursos humanos y materiales.
- h) Desarrollar las intervenciones de mantenimiento, atendiendo a la documentación técnica y a las condiciones de los equipos o sistemas.
- i) Realizar el diagnóstico de las disfunciones o averías en los equipos o sistemas, a partir de los síntomas detectados, la información aportada por el usuario, la información técnica y el historial de la instalación.
- j) Supervisar y/o ejecutar los procesos de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo, controlando los tiempos y la calidad de los resultados.
- k) Realizar la puesta en servicio de los equipos y sistemas electrónicos, asegurando su funcionamiento dentro de los parámetros técnicos de aceptación y asegurando las condiciones de calidad y seguridad.

### **3.2.3 Resultados de aprendizaje implicados**

RA 1. Identifica el funcionamiento de equipos y elementos de electrónica industrial, distinguiendo su estructura y sus características técnicas.

RA 2. Determina los bloques y equipos de sistemas de control de potencia, analizando las características de sus componentes y realizando medidas.

RA 3. Caracteriza los bloques funcionales de los sistemas lógicos programables, interpretando sus características técnicas y midiendo parámetros básicos del sistema.

RA 5. Distingue sistemas integrados industriales (manipuladores y robots), verificando la interconexión de sus elementos y distinguiendo sus características técnicas.

RA 6. Detecta averías y disfunciones en equipos industriales, identificando las causas y aplicando procedimientos y técnicas de diagnóstico y localización.

RA 7. Repara equipos industriales, realizando la puesta en servicio y optimizando su funcionamiento.

RA 8. Cumple las normas de prevención de riesgos laborales y ambientales en la reparación y mantenimiento de equipos de electrónica industrial, identificando los riesgos asociados y las medidas de protección.

#### **3.2.4 Criterios de evaluacion**

RA 1:

- b) Se han descrito características técnicas de los elementos motores y actuadores (motores y servomotores, entre otros).
- c) Se ha identificado la función de los controladores lógicos programables (PLC) y sus elementos asociados (etapas de entrada y condicionamiento de señal, control y salida, entre otras).
- e) Se han clasificado los tipos de robots y manipuladores industriales.
- f) Se ha identificado la función de elementos electromecánicos, los dispositivos y circuitos de protección, los elementos auxiliares y los conectores, entre otros, asociados a los equipos industriales.

RA 2:

- d) Se han identificado los bloques que componen la estructura de los equipos industriales (módulo de regulación, módulo entradas y salidas, mando y potencia, entre otros).

RA 3:

- a) Se han identificado los bloques internos de un PLC (CPU, memorias, EEPROM, bus interno y bus del rack, entre otros).
- c) Se han identificado las características técnicas de los módulos analógicos (E/S, módulos de bus de comunicación, de salida de pulsos y de control PID, entre otros).
- d) Se han medido las señales de entradas y salidas analógicas y digitales.
- f) Se han contrastado los tipos de lenguajes de programación utilizados en PLC.
- g) Se han identificado los sistemas de carga de programas (consolas de programación y salidas en serie, entre otros).

RA 5:

- a) Se han identificado tipos de manipuladores y robots, en función de la topología (grados de libertad y tecnología, entre otros).
- b) Se han descrito las partes operativas de la estructura morfológica de un robot industrial.
- c) Se han enumerado los diferentes bloques y elementos utilizados por robots y manipuladores (entradas y salidas, mando y protecciones, entre otros).
- d) Se han clasificado los diferentes sistemas utilizados en la programación de manipuladores y robots.
- e) Se ha comprobado el funcionamiento de los elementos del equipo (control de posición y servomecanismos, entre otros).

RA 6:

- c) Se han identificado los síntomas de averías en equipos industriales (ruidos, distorsiones, cableado y análisis de protocolos, entre otros).

- e) Se ha identificado la tipología y características de las averías que se producen en los equipos industriales (falta de alimentación, ausencia de señales de control, grados de libertad, fluido hidráulico y neumático, y alarmas, entre otras).

- f) Se han empleado las herramientas y los instrumentos de medida adecuadas a cada tipo de avería (voltímetro, frecuencímetro, medidor de buses y comprobador de redes, entre otros).

RA 7:

- a) Se ha planificado la secuencia de desmontaje/montaje de elementos y componentes.

- b) Se ha sustituido el elemento o componente responsable de la avería, en las condiciones de calidad y seguridad establecidas.

- d) Se han realizado las pruebas y ajustes necesarios tras la reparación, siguiendo instrucciones de la documentación técnica.

- e) Se ha valorado la optimización del equipo.

RA 8:

- a) Se han identificado los riesgos y el nivel de peligrosidad que supone la manipulación de los distintos materiales, herramientas y útiles para la reparación y manipulación de equipos electrónica industrial.

- b) Se han respetando las normas de seguridad en el manejo de herramientas y máquinas, en la reparación de equipos de electrónica industrial.

- d) Se han descrito las medidas de seguridad y de protección personal que se deben adoptar en la preparación y ejecución de las operaciones de diagnóstico, manipulación, reparación y puesta en servicio de equipos de electrónica industrial.

### 3.2.5 Contenidos básicos

- Tipos de manipuladores y robots. Manipuladores. Tipos y características. Grados de libertad.
- Robots industriales. Morfología de un robot industrial. Tipos. Características.

- Bloques y elementos utilizados por robots y manipuladores. Sensores, actuadores y sistemas de control para robots y manipuladores.
- Sistemas de programación de manipuladores y robots. Tipos. Características.
- Técnicas de comprobación del funcionamiento de elementos y dispositivos.
- Tipos de lenguajes de programación.
- Medidas de las señales de entrada.
- Técnicas de localización de averías. Equipos y herramientas.
- Metodología para la verificación y comprobación de funcionalidades de los sistemas industriales.

### 3.3 Metodología

~~La metodología aplicada se basa en un enfoque eminentemente práctico y contextualizado, orientado a que el alumnado aprenda mediante la experiencia directa con equipos, herramientas y situaciones vinculadas al entorno profesional.~~ La metodología parte de un enfoque práctico y contextualizado, con el objetivo de que el alumnado aprenda a través de la experiencia directa con tecnologías propias del entorno profesional. Desde el inicio de la planificación, se han incorporado decisiones didácticas que favorecen la participación activa, la autonomía progresiva y la atención a la diversidad.

Entre estas decisiones, se plantea como mejora la inclusión de una sesión inicial de repaso de programación orientada al uso del ESP32, que permita nivelar conocimientos, detectar carencias básicas y generar mayor seguridad desde el inicio del proceso de trabajo. Asimismo, se encuentra el uso de plantillas base para la programación con ESP32, que ofrecen al alumnado un punto de partida claro y les ayudan a evitar bloqueos en los primeros pasos. También se han incluido ejemplos progresivos en las sesiones de programación estructurada, especialmente pensados para facilitar la comprensión de los movimientos secuenciales del brazo robótico UR3. Estos ejemplos permiten entender la lógica de funcionamiento antes de enfrentarse a tareas más complejas.

Además, para que la evaluación final pueda desarrollarse sin presiones y con la calma necesaria, se ha reservado un tiempo prudencial de dos horas. Este margen permite al alumnado ejecutar sus programas, resolver posibles incidencias y reflexionar sobre el trabajo realizado sin sentir que el tiempo les juega en contra.



Por otro lado, al final de cada sesión se dedica un breve momento a la retroalimentación colectiva, que permite recoger impresiones inmediatas y ajustar la dinámica de la clase siguiente según las necesidades que vayan surgiendo.

Este planteamiento responde a los principios del *Learning by Doing*, que promueve la adquisición de competencias a través de la acción, la exploración y la reflexión sobre la propia práctica (Servicio de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Madrid, 2020).

Este enfoque se inspira en las ideas de John Dewey, quien defendía una educación centrada en la experiencia, el error y la participación activa del alumnado como vía para lograr aprendizajes significativos. Según el Servicio de Innovación Educativa de la UPM, tres elementos resultan fundamentales en su implementación: realizar actividades lo más reales posible, asumir el error como parte natural del proceso de aprendizaje, y reflexionar sistemáticamente sobre los resultados obtenidos para mejorar.

Además de su respaldo teórico, esta metodología ha mostrado beneficios concretos en estudios recientes. Un ejemplo es el trabajo de investigación desarrollado por Cortés et al. (2023), que comparó el desempeño académico de dos grupos de estudiantes: uno con enseñanza tradicional y otro con *Learning by Doing*. El grupo que aplicó esta metodología obtuvo calificaciones notablemente superiores (media de 4,1 frente a 3,6) y mostró una mayor homogeneidad en su rendimiento. También se evidenciaron mejoras significativas en competencias como liderazgo, creatividad e innovación, reforzando su valor para el desarrollo profesional.

Tanto en entornos históricos como en experiencias contemporáneas, el *Learning by Doing* ha mostrado su eficacia. En la Imprenta Madero (México), los trabajadores aprendían mediante la práctica directa en el oficio, con un conocimiento que se transmitía de forma tácita, a través de la interacción entre maestros y aprendices. De forma similar, empresas como Iberdrola han adoptado este enfoque como parte de su estrategia formativa. La compañía aplica esta metodología para estimular la motivación, la participación y la autoevaluación de su personal, favoreciendo el trabajo colaborativo y el intercambio de ideas (Iberdrola, 2024). Ambos casos muestran que el aprendizaje auténtico ocurre cuando se actúa, se reflexiona y se resuelven problemas en contextos reales.

Otro aspecto clave es el trabajo en grupo, que aporta beneficios pedagógicos y profesionales frente al trabajo individual. En experiencias basadas en *Learning by Doing*, la colaboración no solo favorece la adquisición de conocimientos, sino también el desarrollo de habilidades como la comunicación, la toma de decisiones, el liderazgo o la resolución de conflictos. Según Cortés et al. (2023), la retroalimentación constante dentro de los equipos permite reorganizar roles, mejorar la logística del trabajo y abordar con mayor eficacia las tareas asignadas. Esta lógica también estaba presente en la Imprenta Madero, donde la proximidad entre diseñadores, técnicos y clientes generaba un flujo continuo de ideas y soluciones, impulsando la creatividad y la mejora de los resultados.

En el contexto de la Formación Profesional, esta metodología resulta especialmente pertinente, ya que favorece un aprendizaje significativo y duradero. En lugar de centrarse en la memorización teórica, el alumnado aplica los conceptos en contextos funcionales, facilitando una comprensión profunda y el desarrollo de destrezas técnicas como la identificación de averías, el manejo de instrumentos, la interpretación de esquemas o la programación de sistemas automatizados.

La intervención se estructura en torno a tareas técnicas que simulan situaciones laborales reales. Para ello, se utilizan recursos como el brazo robótico didáctico UR3 y los microcontroladores ESP32, que permiten abordar contenidos relacionados con el control, la automatización y la conectividad. El trabajo se desarrolla en un aula-taller equipada, que combina exposiciones teóricas breves con actividades prácticas.

El alumnado se organiza en grupos reducidos y trabaja de forma colaborativa en la resolución de retos técnicos. Esta dinámica fomenta el aprendizaje entre iguales, la rotación de funciones y el desarrollo de competencias transversales como la comunicación, la iniciativa o la toma de decisiones. La teoría se introduce solo cuando es necesaria para mejorar la ejecución práctica, reforzando así un enfoque funcional, centrado en el “saber hacer”.

La evaluación continua se apoya en la observación directa, rúbricas técnicas y formularios online, como los implementados mediante Google Forms. En conjunto, se trata de una metodología activa, flexible y profesionalizante, que conecta los contenidos del módulo con los requerimientos reales del sector productivo.

## Capítulo 4. Secuenciación de actividades

La secuencia didáctica diseñada para el módulo Mantenimiento de Equipos de Electrónica Industrial se articula en cinco sesiones prácticas, con una duración total de ocho horas lectivas. Las sesiones 1 y 5 tienen una duración de una hora cada una, mientras que las sesiones intermedias (2, 3 y 4) tienen una duración de dos horas cada una. Esta planificación permite abordar contenidos teóricos de forma breve, dedicar tiempo suficiente al desarrollo práctico y reservar momentos para la reflexión y la evaluación.

Dado que el alumnado debe incorporarse a las prácticas en empresa al finalizar el trimestre, la secuencia se desarrolla durante el segundo periodo de prácticas. Esta planificación permite contar con la asistencia del grupo completo y asegurar la continuidad en la aplicación de la propuesta.

Las actividades están alineadas con los contenidos del currículo oficial y orientadas al desarrollo de competencias técnicas específicas, especialmente en el uso de sistemas automatizados, integración de sensores y programación de trayectorias en entornos simulados de automatización industrial.

Esta secuencia contribuye al desarrollo de los Resultados de Aprendizaje 1, 2, 3, 5, 6, 7 y 8 del módulo, así como a la adquisición de competencias profesionales relacionadas con la configuración, verificación, programación, diagnóstico, mantenimiento y puesta en servicio de equipos industriales.

#### 4.1 Primera sesión – Familiarización con el equipo robótico

##### Objetivo de la sesión:

~~Familiarizar al alumnado con el funcionamiento básico del brazo robótico UR3, identificando sus principales componentes, elementos de seguridad y conceptos técnicos fundamentales como los modos de parada y los tipos de señales (PNP/NPN).~~

Familiarizar al alumnado con el funcionamiento básico del brazo robótico UR3, identificando sus principales componentes, elementos de seguridad y conceptos técnicos fundamentales como los modos de parada y los tipos de señales (PNP/NPN). Además, reforzar los conocimientos básicos de programación necesarios para el uso inicial del ESP32, con el fin de reducir inseguridades técnicas y facilitar el arranque práctico en sesiones posteriores.

##### Actividades:

- Realización de un pretest breve al inicio de la sesión para identificar los conocimientos previos del alumnado.
- Explicación teórica del equipo y sus componentes, con apoyo visual.
- Realización de un posttest al final de la sesión para comprobar si ha habido mejora respecto al pretest inicial, centrado en los conceptos clave presentados.
- Incorporar una breve sesión de repaso de programación básica con ESP32 para nivelar conocimientos y reducir inseguridades técnicas en los primeros pasos.

##### Elementos curriculares trabajados:

- **Resultado de aprendizaje:** RA1
- **Criterios de evaluación asociados:** 1.b), 1.e), 1.f)
- **Objetivos generales del módulo:** e), v)
- **Competencias profesionales, personales y sociales trabajadas:** a), c)

**Temporalización:**

~~1 hora. Esta sesión se desarrolla al inicio de la intervención y proporciona la base necesaria para las tareas prácticas posteriores con el UR3.~~

1 hora y 15 minutos. Se amplía ligeramente el tiempo para incluir el repaso de programación, facilitando el arranque técnico del alumnado.

**Evaluación aplicada:**

~~Se emplean el pretest y el posttest como instrumentos comparativos para valorar el aprendizaje inmediato del alumnado. Además, se realiza observación directa durante la explicación para detectar dificultades conceptuales que puedan reforzarse en sesiones posteriores.~~

Se emplean el pretest y el posttest como instrumentos comparativos para valorar el aprendizaje inmediato del alumnado. Además, se incorpora una retroalimentación al final de la sesión (5-10 minutos) para identificar dudas y percepciones del grupo, y ajustar las siguientes actividades. También se contempla la observación directa para detectar dificultades técnicas con ESP32.

**4.2 Segunda sesión – Operación manual y primeros desplazamientos****Objetivo de la sesión:**

Introducir al alumnado en los modos de operación del UR3 y permitir la ejecución de desplazamientos básicos con instrucciones elementales, al tiempo que se trabaja la lectura de señales digitales con ESP32.

**Actividades:**

- Pretest individual breve al inicio de la sesión para comprobar conocimientos previos sobre modos de operación y secuencias básicas.
- Ejecución práctica con el UR3.
- Trabajo con ESP32: programación de lectura de señales digitales.
- Posttest individual al finalizar la sesión para valorar la mejora respecto al pretest inicial.

- Proporcionar una plantilla base de código para lectura digital con ESP32, que facilite el inicio de la programación a los grupos con más dificultades.

**Elementos curriculares trabajados:**

- Resultados de aprendizaje: RA1, RA5
- Criterios de evaluación asociados: 1.b), 1.c), 5.b)
- Objetivos generales del módulo: e)
- Competencias profesionales, personales y sociales trabajadas: c)

**Temporalización:**

~~2 horas. La sesión combina trabajo técnico con el robot UR3 y prácticas de programación con ESP32, mediante rotación por grupos.~~

1 hora y 45 minutos. La sesión combina trabajo técnico con el robot UR3 y prácticas de programación con ESP32, mediante rotación por grupos.

**Evaluación aplicada:**

~~Se emplean el pretest y el posttest como instrumentos comparativos para valorar el aprendizaje inmediato del alumnado. Además, se realiza observación directa durante la explicación para detectar dificultades conceptuales que puedan reforzarse en sesiones posteriores.~~

Se emplean el pretest y el posttest como instrumentos comparativos para valorar el aprendizaje inmediato. Se refuerza con observación directa y retroalimentación grupal breve al final, para ajustar el nivel técnico en futuras sesiones.

**4.3 Tercera sesión – Programación de secuencias básicas****Objetivo de la sesión:**

Introducir al alumnado en la programación estructurada de movimientos con el brazo robótico UR3, mediante el diseño de secuencias simples, mientras se continúa el trabajo en rutinas con ESP32.

**Actividades:**

- **Introducción de ejemplos progresivos de secuencias estructuradas previas a la actividad práctica, para reforzar la comprensión y anticipar errores comunes.**
- Pretest breve sobre la estructura de una secuencia robótica y rutinas básicas con ESP32.
- Instalación de herramienta didáctica en el cabezal del UR3.
- Programación de una secuencia de cinco movimientos con ajustes de velocidad y espera.
- Desarrollo de rutinas de programación estructurada con ESP32 orientadas al control de sensores y actuadores.
- Postest final para medir el progreso respecto al pretest.

**Elementos curriculares trabajados:**

- **Resultados de aprendizaje:** RA3, RA5
- **Criterios de evaluación asociados:** 3.d), 3.f), 5.c), 5.d)
- **Objetivos generales del módulo:** f)
- **Competencias profesionales, personales y sociales trabajadas:** c), h)

**Temporalización:**

2 horas. El alumnado rota entre la programación directa en el robot UR3 y las tareas de desarrollo con ESP32, reforzando habilidades de automatización y control.

**Evaluación aplicada:**

~~Se emplean el pretest y el postest como instrumentos comparativos para valorar el aprendizaje inmediato del alumnado. Además, se realiza observación directa durante la explicación para detectar dificultades conceptuales que puedan reforzarse en sesiones posteriores.~~

Se emplean el pretest y el postest para valorar el aprendizaje. Se añade un espacio de retroalimentación al cierre y análisis colectivo de errores frecuentes observados durante la práctica.

#### 4.4 Cuarta sesión – Trabajo paralelo con UR3 y ESP32

##### Objetivo de la sesión:

Consolidar la precisión en las trayectorias programadas con el UR3 y avanzar en el desarrollo de soluciones programables con ESP32.

##### Actividades:

- Implementar estrategias de apoyo diferenciadas para grupos con más dificultades técnicas, incluyendo guías paso a paso o plantillas escalonadas.
- Pretest sobre programación avanzada en UR3 y estructuras condicionales con ESP32.
- Programación de trayectorias avanzadas con el robot.
- Desarrollo de programas funcionales en ESP32.
- Postest centrado en la comprensión de trayectorias, estructuras de control y análisis de errores.

##### Elementos curriculares trabajados:

- Resultados de aprendizaje: RA1, RA3, RA5
- Criterios de evaluación asociados: 1.c), 3.a), 3.c), 3.g), 5.e)
- Objetivos generales del módulo: e), f)
- Competencias profesionales, personales y sociales trabajadas: c), f), h), i), j)

##### Temporalización:

2 horas. La rotación entre estaciones permite afianzar conocimientos y avanzar hacia la detección de errores y el diagnóstico técnico.

##### Evaluación aplicada:

~~Se emplean el pretest y el postest como instrumentos comparativos para valorar el aprendizaje inmediato del alumnado. Además, se realiza observación directa durante la explicación para detectar dificultades conceptuales que puedan reforzarse en sesiones posteriores.~~



Se utilizan pretest y posttest para detectar avances, junto a la observación directa. Se refuerza con una retroalimentación colectiva final que permita integrar aprendizajes y detectar necesidades individuales.

#### 4.5 Quinta sesión – Evaluación

##### **Objetivo de la sesión:**

Poner en práctica de forma global todo lo trabajado en las sesiones anteriores mediante la ejecución completa del programa robótico, evaluando la calidad del código, la precisión técnica y la capacidad de resolución de errores en un entorno simulado de puesta en servicio.

##### **Actividades:**

- Ejecución completa del programa con el UR3.
- Validación del funcionamiento, ajustes, precisión y seguridad.
- Análisis y resolución de posibles fallos durante la ejecución.
- Reflexión grupal sobre el proceso de aprendizaje y dificultades encontradas.

##### **Elementos curriculares trabajados:**

- **Resultados de aprendizaje:** RA6, RA7, RA8
- **Criterios de evaluación asociados:** 6.c), 6.e), 6.f), 7.a), 7.d), 7.e), 8.a), 8.b), 8.d)
- **Objetivos generales del módulo:** o)
- **Competencias profesionales, personales y sociales trabajadas:** i), j), k)

##### **Temporalización:**

~~1 hora. Esta sesión final permite aplicar de forma integrada todos los conocimientos adquiridos, replicando una puesta en marcha real.~~

2 horas. Se propone dividir la sesión en dos partes: una primera para la ejecución técnica y una segunda para el análisis reflexivo grupal. Esta estructura facilita una evaluación más pausada y completa.

**Evaluación aplicada:**

~~Se evalúan cuatro aspectos clave mediante rúbrica: coherencia del código, precisión técnica, capacidad de detectar y corregir errores, y profundidad de la reflexión final. La evaluación es grupal y basada tanto en observación directa como en los criterios definidos previamente.~~

Se evalúan cuatro aspectos clave mediante rúbrica: coherencia del código, precisión técnica, capacidad de detectar y corregir errores, y profundidad de la reflexión final. La evaluación es grupal. Además, se incorpora una retroalimentación estructurada al cierre, que permite consolidar aprendizajes y aportar propuestas de mejora por parte del alumnado.

**4.6 Atención a la diversidad**

Las actividades están diseñadas para que todo el alumnado pueda participar de forma operativa sin necesidad de ajustes individuales. Este planteamiento responde a lo recogido por Álvarez Mercado (2018), quien subraya que, en Formación Profesional, la atención a la diversidad debe basarse principalmente en la adaptación metodológica y en el uso de estrategias flexibles, sin modificar los elementos básicos del currículo. En este sentido, la secuenciación de tareas, el trabajo en grupo, la asignación flexible de funciones y la claridad en las explicaciones permiten responder a diferentes ritmos y necesidades sin necesidad de aplicar medidas extraordinarias.

Se utilizan recursos habituales que facilitan el aprendizaje:

- **Material visual y esquemático** para apoyar la comprensión técnica.
- **Instrucciones claras** tanto orales como escritas.
- **Trabajo en grupo con rotación de funciones**, orientado al desarrollo de competencias profesionales.

La planificación se ha centrado en la funcionalidad y operatividad del aula, sin aplicar medidas diferenciadas, ya que todo el alumnado responde adecuadamente al enfoque metodológico planteado.

## 4.7 Evaluación

### 4.7.1 Evaluación del aprendizaje

Para evaluar la quinta sesión, se establecen cuatro aspectos clave: la coherencia del código, la precisión en la ejecución de los movimientos, la capacidad para detectar y corregir errores, y la reflexión grupal al finalizar la actividad. Cada uno de estos criterios se califica de 0 a 10 siguiendo una rúbrica previamente diseñada, lo que permite valorar tanto la calidad técnica del trabajo realizado como la profundidad del análisis crítico por parte del alumnado.

El diseño de la rúbrica está inspirado en orientaciones para la evaluación por competencias en Formación Profesional, como las recogidas en la guía elaborada por el Instituto Vasco de Cualificaciones y FP (IVAC, 2009), que propone una evaluación centrada en evidencias observables, escalas cualitativas y situaciones reales de desempeño.

Para recoger toda esta información empleamos varios instrumentos:

- **Lista de comprobación:** durante la puesta en marcha, verificamos sobre el momento aspectos de seguridad y funcionamiento.
- **Observación directa:** el profesorado anota incidencias y aciertos en tiempo real, ofreciendo feedback al finalizar la evaluación.

Con esta combinación de herramientas obtenemos una visión completa y práctica del rendimiento de cada equipo.

La evaluación fue grupal, ya que las actividades se desarrollaron en equipos de tres estudiantes. En total se formaron seis grupos. Dos de ellos obtuvieron la máxima puntuación, un 10; otro grupo alcanzó un 9,5; dos grupos obtuvieron un 9; y el restante, un 8,5. La media general fue de 9,3 sobre 10.

Estos resultados reflejan un buen nivel de dominio por parte del alumnado. La secuencia estaba planteada de forma progresiva y acumulativa, por lo que en esta última sesión, en la que se trataba de aplicar lo ya aprendido, el alumnado pudo desenvolverse con solvencia.

A continuación, se muestra la rubrica usada en la evaluación:

Criterio	0–3 Insuficiente	4–6 Suficiente	7–8 Notable	9–10 Excelente
Coherencia del código	Errores graves; no funciona.	Funciona, pero con lógica mejorable.	Limpio y modular; pocas mejoras.	Impecable y siguiendo buenas prácticas.
Precisión en la ejecución	Movimientos imprecisos o inseguros.	Desviaciones mínimas; aceptable.	Fluido y repetible; muy pocas irregularidades.	Exacto y muy consistente incluso en trayectorias complejas.
Detección y corrección de errores	No identifica ni corrige fallos.	Corrige con ayuda externa.	Detecta y corrige de forma autónoma.	Anticipa y corrige proactivamente.
Reflexión y autoevaluación	Superficial o ausente.	Describe logros y dificultades básicas.	Análisis crítico con propuestas concretas.	Profunda, conecta teoría y práctica, y plan de mejora claro.

Tabla 1. Rubrica de la quinta sesión

#### 4.7.2 Evaluación de la enseñanza

Durante la implementación de la secuencia, especialmente en el segundo periodo de prácticas, fui muy consciente de la necesidad de revisar también mi propio desempeño como docente en formación. Esta autoevaluación la realicé a partir de la observación directa en el aula y del intercambio constante con el tutor profesional, cuyas sugerencias fueron de gran ayuda para corregir errores sobre la marcha.

En general, considero que logré organizar una secuencia bien estructurada y adaptada al grupo, formado por personas adultas, responsables y con buena disposición. Uno de los retos principales fue la gestión del tiempo, especialmente al tener un único brazo robótico disponible. Aunque se logró una buena rotación entre los grupos —complementando el uso del robot con tareas de programación en el ESP32—, en algunos momentos el nivel de actividad bajaba para quienes estaban esperando su turno.

Otro punto que identifiqué como mejorable fue mi capacidad para comunicarme con claridad en determinadas explicaciones. Aunque fui ganando seguridad con cada sesión, en algunos momentos iniciales noté que mis instrucciones podían haberse expresado de forma más directa o accesible. Afortunadamente, el tutor profesional supo intervenir con equilibrio, apoyándome sin anular mi autonomía frente al grupo.

Esta experiencia me ayudó a entender que enseñar no es solo transmitir conocimientos, sino también adaptarse a los ritmos del alumnado, anticipar dificultades, mantener el interés y saber cuándo intervenir y cuándo observar. Todo ello me ha servido para tomar conciencia de mis puntos fuertes, pero también de los aspectos que debo seguir trabajando de cara a mi desarrollo como docente.

## Capítulo 5. Reflexión crítica

A continuación, se expone una reflexión personal sobre el proceso de aprendizaje a lo largo del máster, así como una valoración del programa de formación recibido, en cuanto a su organización, contenidos y aplicación práctica.

### 5.1 Proceso de aprendizaje profesional

Durante el máster he podido adquirir conocimientos básicos sobre el trabajo docente. Desde el principio me interesaba aprender a preparar clases, evaluar con criterios claros, aplicar metodologías distintas y gestionar el aula. Estos temas se han tratado de forma bastante completa y, en general, con un enfoque útil para alguien que empieza.

Aparte de la parte teórica, el máster también me ha ayudado a entender cómo funciona el día a día de un profesor. He aprendido que la enseñanza no se limita a explicar contenidos, sino que también implica organizarse bien, colaborar con otros docentes, atender distintos ritmos de aprendizaje y adaptarse a situaciones imprevistas.

### 5.2 Experiencia en el Practicum

Ya tenía una idea previa bastante clara de cómo iba a ser el Practicum, porque en mi antiguo instituto, donde cursé la ESO y el Bachillerato, era habitual ver a profesores en prácticas. Eso me permitió anticipar bastante bien lo que me iba a encontrar.

Poder estar en el aula como docente en formación me sirvió para poner a prueba lo aprendido y ver hasta qué punto es aplicable. Durante las prácticas participé en tareas reales: planificar, preparar recursos, dar clase y resolver dudas del alumnado. También vi cómo se organizan los departamentos y cómo se toman decisiones en el centro.

La experiencia fue útil porque no se limita a observar, sino que permite participar de forma activa y comprobar qué funciona y qué no en el aula.

### 5.3 Valoración del máster

El máster está bien estructurado y el contenido en general es adecuado. Algunas asignaturas han sido más útiles que otras, especialmente las del segundo cuatrimestre, que se centraban más en situaciones reales del aula. En cambio, algunas del primer cuatrimestre se enfocaban demasiado

en aspectos teóricos o generales que, aunque importantes, resultaban poco prácticos en el corto plazo.

Otro punto a destacar es la diferencia entre lo que se enseña en el máster y lo que realmente se ve en los centros educativos. Se insiste mucho en metodologías activas, proyectos, aprendizaje cooperativo, entre otros enfoques. Sin embargo, en la práctica diaria muchos profesores acaban recurriendo a clases más tradicionales por falta de tiempo, exceso de contenidos o por las condiciones del centro. Hay partes de la teoría que están bien sobre el papel, pero que resultan poco aplicables o idealizadas en el contexto real.

Además, el inicio del curso se vio afectado por un retraso de una semana debido a un convenio de prácticas entre la Universidad de Málaga y la Junta de Andalucía. Esto hizo que el primer periodo del Practicum fuera muy esporádico y se centrara únicamente en conocer el centro educativo y el módulo donde se iba a desarrollar la fase práctica.

Por otro lado, sería práctico que la universidad mejorara la coordinación con los centros de prácticas, especialmente teniendo en cuenta que en el tercer trimestre el alumnado de los ciclos de Formación Profesional suele estar fuera del centro realizando sus propias prácticas. Esto limita bastante las oportunidades de intervención directa del profesorado en formación, y convendría tenerlo en cuenta a la hora de organizar el calendario y los periodos del Practicum.

## 5.4 Conclusión

En conjunto, el máster ha servido para tener una primera toma de contacto con la docencia desde una perspectiva práctica y actual. Me ha permitido conocer cómo funciona un centro educativo desde dentro y qué tareas se espera que asuma un docente. Salgo con una base suficiente para empezar, sabiendo que lo más importante vendrá con la experiencia y el trabajo en el aula.

## Anexos

### Diario del profesor

#### Primer periodo de prácticas

Durante este primer acercamiento al aula, mi papel fue fundamentalmente observador. Acompañaba al tutor en su actividad diaria, asistía a clases sin intervenir y me desplazaba con él por las distintas dependencias del centro, lo que me permitió familiarizarme con la estructura organizativa y el ambiente general del instituto.

Este periodo fue especialmente breve debido a la falta de un acuerdo entre la Universidad de Málaga y la Consejería de Educación de la Junta de Andalucía para la formalización del convenio de prácticas. Esta situación impidió desarrollar las dos semanas inicialmente previstas y obligó a concentrar toda la experiencia en una sola. Aun así, resultó suficiente para familiarizarme con el funcionamiento básico del módulo y el contexto del grupo.

Durante esos días, coincidió que el alumnado realizó un examen individual sobre contenidos de programación, y los resultados fueron bastante flojos. El tutor me comentó que muchos alumnos están acostumbrados a usar herramientas como ChatGPT para programar, pero al no poder hacerlo durante el examen, se notó la diferencia. Es un detalle que da pistas sobre cómo están aprendiendo y hasta qué punto dependen de apoyos externos.

En el transcurso de este periodo, el profesor me propuso trabajar como intervención docente con el brazo robótico UR3, ya que coincidía con el segundo tramo de prácticas. A partir de ese momento, comencé a anotar dudas técnicas que me surgían al observar los procedimientos asociados al robot, como el uso de los conectores o la interpretación de los indicadores del panel. Estas observaciones me sirvieron para formular preguntas más precisas al tutor y para preparar mejor la intervención prevista en el siguiente periodo.

#### Segundo periodo de prácticas

Este segundo periodo fue el más intenso y útil de toda la experiencia. Por fin pude aplicar la secuencia de actividades que había preparado para el módulo de Mantenimiento de Equipos de Electrónica Industrial, centrada en el trabajo con el brazo robótico UR3 y el microcontrolador



ESP32. Las sesiones mezclaban explicación, programación y trabajo práctico en taller, organizadas por grupos que iban rotando.

La primera sesión estaba pensada para que los alumnos se familiarizaran con el robot. Hicimos una introducción teórica, acompañada de un pretest y un postest para ver si habían entendido lo básico. Aunque la explicación fue clara, me llamó la atención que nadie preguntó nada. En el diario anoté que casi todas las dudas se las dirigían al tutor profesional, no a mí. Supongo que al no estar acostumbrados a tener un profesor en prácticas, no terminaban de verme como alguien de referencia. Me di cuenta de que tenía que posicionarme mejor desde el principio.

En la segunda sesión, los grupos trabajaron tanto con el UR3 como con el ESP32. La dinámica funcionaba bien, pero el ritmo no fue el mismo en todos. Algunos grupos iban rápidos, mientras otros se atascaban con la programación. Apunté que habría sido útil dar algún ejemplo más visual al principio, o una plantilla básica sobre la que empezar a trabajar. No todo el mundo avanza igual, y hay que facilitarles un poco la entrada.

En la tercera sesión, centrada en la programación de movimientos con el UR3, el alumnado mostró más autonomía. Se instaló una herramienta didáctica en el cabezal del robot y se trabajaron secuencias con ajustes de velocidad y tiempos de espera. La dinámica de rotación ya estaba más asentada y los alumnos sabían a qué iban. Aun así, seguían apareciendo algunas dudas en la parte de programación con el ESP32. Hablé con algunos alumnos durante la clase, y uno me dijo que le gustaba más programar que ponerse a hacer análisis de circuitos con cosas como Thevenin o Norton. No me sorprendió, pero me hizo ver que muchos prefieren centrarse en tareas más prácticas y tangibles, donde pueden ver resultados claros y entender mejor su utilidad. Lo anoté como algo a tener en cuenta para enfocar las actividades de forma más aplicada en futuras ocasiones.

La cuarta sesión subió un poco el nivel. Se trabajaron trayectorias más precisas con el robot y se continuó con las tareas de programación con el ESP32. En general salió bien, pero hubo grupos que se frustraron cuando el programa no les funcionaba a la primera. Pensé que quizás habría sido buena idea marcar pequeños objetivos dentro de la propia sesión para evitar que se quedaran parados al primer error.

La última sesión era la de evaluación. Los alumnos tenían que ejecutar un programa completo con el UR3 y ajustar lo que hiciera falta. Pensé que con una hora sería suficiente, pero no fue así. Necesitaron más tiempo para probar, corregir fallos y dejarlo todo funcionando. Al final hicimos una pequeña reflexión en grupo que estuvo bien. Salieron ideas y comentarios que no habían aparecido antes. Me di cuenta de que incluir momentos de feedback a mitad de la secuencia habría sido muy útil.

Durante este periodo también recogí comentarios del tutor profesional. En una clase, al terminar, me preguntó si estaba nervioso. No lo dijo como crítica, pero me hizo pensar en cómo me estaba comunicando, si transmitía seguridad o no. Son cosas que uno no siempre percibe si no te las dicen desde fuera.

En casi todas las sesiones se utilizó el pretest y el posttest para ver si el alumnado captaba los conceptos importantes. La mayoría los hizo sin problema y sacaron buena nota, así que en teoría funcionaban. Aun así, me quedó la sensación de que, en algunos casos, quizá no aportaban tanto como se pensaba. Puede que no haga falta usarlos siempre.

En resumen, este segundo periodo me sirvió para ver qué cosas de mi propuesta iban bien y qué cosas tocaba mejorar. Fallé en calcular bien los tiempos, algunas instrucciones no estaban del todo claras y no todos los grupos trabajaban igual de bien. Todo lo que anoté en el diario del profesor me servirá para hacer mejoras en el TFM y, sobre todo, para no tropezar con las mismas piedras si vuelvo a dar clase.

### Tercer periodo de prácticas

Este último periodo fue más tranquilo. No tuve intervención directa, ya que muchas de las clases eran sesiones de repaso y parte del alumnado ya estaba fuera haciendo las prácticas en empresa. Volví a un rol de observador, pero esta vez con más perspectiva que al principio. Ya no miraba con tanta incertidumbre, sino con algo más de criterio sobre lo que funciona y lo que no en el aula.

Pude ver cómo el profesor organizaba la recta final del curso, resolvía dudas sueltas y gestionaba tiempos muertos cuando el grupo era más reducido. Tomé nota de algunas cosas que pasaron

desapercibidas en el primer periodo: cómo redirigir preguntas, cuándo intervenir o dejar trabajar al grupo, y cómo adaptar el ritmo cuando el nivel de atención no es el ideal.

Aunque no fue tan intenso como el segundo periodo, me sirvió para cerrar el proceso y revisar con más calma qué cambiaría si tuviera que repetir la experiencia completa.

## Preguntas pretest/posttest

### Sesión 1

1. ¿Cuántos ejes de movimiento tiene el robot UR3?

A) 4

B) 6

C) 3

Correcta: B

2. ¿Cuál es una parte del brazo antropomórfico del UR3?

A) Sensor de visión

B) Interfaz web

C) Cabezal

Correcta: C

3. ¿Qué indica el LED rojo en el panel del UR3?

A) Robot en movimiento

B) Robot parado

C) Error de conexión

Correcta: B

4. ¿Qué función tiene el botón de “Stop Emergencia”?

- A) Reinicia el programa
- B) Detiene el robot de forma inmediata
- C) Cambia el modo de control

Correcta: B

5. ¿Cuál es la fuente de alimentación recomendada por seguridad?

- A) Interna
- B) Externa
- C) Solar

Correcta: B

6. ¿Qué color identifica señales de seguridad dedicadas?

- A) Verde con texto negro
- B) Gris con texto negro
- C) Amarillo con texto rojo

Correcta: C

7. ¿Qué ocurre en una entrada PNP al activarse?

- A) Recibe 24V
- B) Se conecta a GND
- C) Emite un pulso analógico

Correcta: A

8. ¿Para qué sirve el menú “Mover”?

- A) Configurar sensores
- B) Realizar movimientos manuales
- C) Cambiar el idioma

Correcta: B

9. ¿Qué debe mantenerse pulsado para mover el robot?

- A) Botón de paro
- B) Botón de carga
- C) Botón de hombre muerto

Correcta: C

10. ¿Por qué se configura la carga del robot?

- A) Para reducir velocidad
- B) Para ahorrar energía
- C) Para asegurar movimientos estables

Correcta: C

## **Sesión 2**

1. ¿Qué herramienta se usa en prácticas básicas?

- A) Cuchilla
- B) Puntero
- C) Lupa

Correcta: B

2. ¿Qué altura debe tener el puntero sobre la superficie?

- A) 1 mm
- B) 50 mm
- C) Entre 10 mm y 30 mm

Correcta: C

3. ¿Qué acción se realiza para mover el robot?

- A) Pulsar “Reset”
- B) Pulsar “Mover robot” + botón de hombre muerto
- C) Cerrar programa

Correcta: B

4. ¿Cuál de estos es un tipo de movimiento del robot?

- A) Rotación automática
- B) Movimiento libre
- C) Sensor guiado

Correcta: B

5. ¿Qué movimiento se basa en el marco del robot?

- A) Por ejes del robot
- B) Por punto de vista
- C) Por visión

Correcta: A

6. ¿Qué hace el botón “Origen”?

- A) Detiene todos los ejes
- B) Mueve el robot a posición de inicio
- C) Cambia el modo manual

Correcta: B

7. ¿Por qué se evita el movimiento libre en la práctica 1?

- A) Es más lento
- B) Es difícil de usar
- C) Puede causar colisiones

Correcta: C

8. ¿Qué permite el movimiento por ejes independientes?

- A) Automatizar el programa
- B) Ajustar cada eje manualmente
- C) Encender sensores

Correcta: B

9. ¿Qué se debe hacer siempre antes de mover el robot?

- A) Encender luz de trabajo
- B) Pulsar el botón de seguridad
- C) Reiniciar sistema

Correcta: B

10. ¿Cuál es la función del botón de hombre muerto?

- A) Apagar el robot
- B) Permitir el movimiento mientras se mantiene pulsado
- C) Ejecutar un programa

Correcta: B

### **Sesión 3**

1. ¿Qué comando genera una trayectoria curva?

- A) MoveL
- B) MoveP
- C) MoveJ

Correcta: C

2. ¿Qué es un punto de paso?

- A) Punto de inicio del programa
- B) Posición intermedia en la trayectoria
- C) Parada de emergencia

Correcta: B

3. ¿Qué hace el comando “Esperar”?

- A) Detiene el robot indefinidamente
- B) Espera un tiempo o condición antes de continuar
- C) Muestra un mensaje

Correcta: B



4. ¿Qué permite el comando “Ajustar”?

- A) Cambiar la velocidad
- B) Modificar señales de salida
- C) Reajustar el origen

Correcta: B

5. ¿Dónde se crea un nuevo programa?

- A) Menú Ejecutar
- B) Menú Mover
- C) Menú Programa

Correcta: C

6. ¿Qué hace el comando “Aviso”?

- A) Emite una señal de parada
- B) Muestra un mensaje en pantalla
- C) Inicia un bucle

Correcta: B

7. ¿Cuándo se usa “Definir carga”?

- A) Para definir la herramienta
- B) Al tomar o soltar un objeto
- C) Al iniciar el robot

Correcta: B

8. ¿Qué comandos usan la configuración “Dirección”?

- A) MoveJ y Stop
- B) MoveL y MoveP
- C) Esperar y Ajustar

Correcta: B

9. ¿Qué permite el comando “Comentario”?

- A) Ejecutar otro programa
- B) Añadir texto explicativo
- C) Iniciar sensores

Correcta: B

10. ¿Cómo se guarda un programa?

- A) Solo al cerrar
- B) Con la opción “Guardar” del menú Programa
- C) Automáticamente al ejecutar

Correcta: B

#### **Sesión 4**

1. ¿Qué hace un bloque “If”?

- A) Ejecuta solo si la condición es verdadera
- B) Ejecuta siempre
- C) Solo se usa con sensores

Correcta: A

2. ¿Qué es un SubPrograma?

A) Un comando especial

B) Una rutina reutilizable

C) Un tipo de sensor

Correcta: B

3. ¿Qué función tiene “Bucle”?

A) Detiene el programa

B) Repite código varias veces

C) Ejecuta al final

Correcta: B

4. ¿Qué hace el comando “Evento”?

A) Detiene todos los ejes

B) Actúa como interrupción al cumplirse una condición

C) Inicia una alarma sonora

Correcta: B

5. ¿Qué permite hacer “Paletizado”?

A) Ajustar sensores

B) Girar herramientas

C) Organizar objetos en patrones definidos

Correcta: C

6. ¿Qué ajusta el comando “Seguimiento de cinta”?

- A) Movimiento del robot sincronizado con una cinta
- B) Velocidad del programa
- C) Luz ambiental

Correcta: A

7. ¿Qué función tiene el comando “Atornillado”?

- A) Medir presión
- B) Usar el eje del cabezal para apretar o aflojar tornillos
- C) Ejecutar eventos

Correcta: B

8. ¿Qué permite una “SubTarea”?

- A) Ejecutar comandos de emergencia
- B) Ejecutar tareas en paralelo
- C) Apagar el robot

Correcta: B

9. ¿Qué hace un “Temporizador”?

- A) Aumenta la velocidad
- B) Controla tiempo dentro del programa
- C) Cuenta objetos

Correcta: B

10. ¿Cómo puede el robot detectar la posición variable de un objeto?

A) Con un bucle infinito

B) Con un sensor externo

C) Con una SubTarea

Correcta: B